



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Διαχείριση ενέργειας σε νοσοκομειακές εγκαταστάσεις
Εφαρμογή στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο Αθηνών**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κασαλίδου Μαρία

Επιβλέπων: Ιωάννης Γκόνος

Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάιος 2016



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Διαχείριση ενέργειας σε νοσοκομειακές εγκαταστάσεις

Εφαρμογή στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο Αθηνών

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Κασαλίδου Μαρία

Επιβλέπων: Ιωάννης Γκόνοσ

Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή την

.....

Ιωάννης Γκόνοσ

Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

.....

Φραγκίσκος Τοπαλής

Καθηγητής ΕΜΠ

.....

Χάρης Δούκας

Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάιος 2016

.....
Κασαπίδου Μαρία

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

Copyright © Κασαπίδου Μαρία , 2016

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

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας διπλωματικής αποτελεί το Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών «Ιπποκράτειο». Το νοσοκομείο αυτό αποτελείται από 7 κτήρια, δύο από τα οποία θα αναλυθούν στην διπλωματική αυτή, το παραδοσιακό κτήριο και το κτήριο «Οίκος αδελφών». Το παραδοσιακό κτήριο κτίστηκε στις αρχές του 19^{ου} αιώνα, ενώ ο «Οίκος αδελφών» κτίστηκε γύρω στο 1930. Η παλαιότητα των κτιρίων και ο χαρακτηρισμός του παραδοσιακού κτιρίου ως «διατηρητέο», αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την εφαρμογή δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Στην παρούσα διπλωματική αναλύονται τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των δύο κτηρίων και παρουσιάζονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την πραγματοποίηση των μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας.

Το παραδοσιακό κτήριο σήμερα αποτελεί το κτήριο διοίκησης του νοσοκομείου κάτι που υποδηλώνει πως βρίσκεται σε διαφορετική χρήση από την κατασκευασθείσα. Ομοίως ο «Οίκος αδελφών» αποτελούσε κτήριο κοιτώνων και θαλάμων ενώ σήμερα στεγάζει τα ιατρικά εργαστήρια. Η αλλαγή αυτή στη χρήση υποδηλώνει πως τα κτήρια έχουν υποστεί ήδη αλλαγές, κάποιες από τις οποίες δεν συνάδουν με την νομοθεσία επεξεργασίας κτηρίων τέτοιας παλαιότητας.

Οι διάφορες μέθοδοι που μελετήθηκαν αφορούν τους τομείς της θέρμανσης, του κλιματισμού, της θερμομόνωσης του κελύφους των κτιρίων και του φωτισμού. Οι μελέτες αυτές πραγματοποιήθηκαν όλες και για τα δύο κτήρια εκτός από την μελέτη κλιματισμού για τον «Οίκο αδελφών», λόγω της έλλειψης δεδομένων χρήσης των χώρων –ύπαρξη πολλών αντιδραστηρίων και ειδικών μηχανημάτων.

Τέλος στην παρούσα διπλωματική παρουσιάζονται εκτός από τις μελέτες και οι βασικές δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα στην εγκατάσταση, καθώς και η αξιολόγηση τους σύμφωνα με τα τρία βασικά οικονομικά κριτήρια επενδύσεων, την ΚΠΑ (Καθαρή Παρούσα Αξία), τον ΕΒΑ (Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης) και την ΕΠΑ (Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής).

Λέξεις κλειδιά

Νοσοκομείο, Ιπποκράτειο Νοσοκομείο Αθηνών, εξοικονόμηση ενέργειας, διαχείριση ενέργειας, νοσοκομειακές εγκαταστάσεις, ενεργειακή επιθεώρηση, μελέτη θέρμανσης, μελέτη κλιματισμού, θερμομόνωση, διατηρητέο κτήριο, μελέτη φωτισμού, μελέτη μόνωσης, Green@Hospital, φωτοβολταϊκή εγκατάσταση.

Abstract

The main object of this thesis is the General Hospital of Athens "Hippocratio". The hospital consists of seven buildings, two of which will be analyzed in this thesis, the "traditional" building and the "House of sisters". The "traditional" building was built in the early 19th century and the "House of sisters" was built around 1930. The age of the buildings and the characterization of the "traditional" building as a "landmark", are important factors affecting the implementation of energy saving actions. This thesis analyzes the characteristics of the two buildings and presents all the necessary elements for the realization of the energy-saving methods.

The "traditional" building is today the hospital administration building which means that today it's being used differently as it was constructed. Similarly, the "House of sisters" was built for dormitories and chambers while now houses medical laboratories. This change of use indicates that the buildings have already been subjected to changes, some of which are not consistent with the legislation for such old buildings.

The various methods studied are related to the heating system, the air conditioning, the insulation of the buildings and the lighting. These studies were all carried out for both buildings except for the air conditioning study on the "House of sisters" due to lack of data use – existence of many reagents and special equipment.

Finally in this thesis are being presented the basic power saving actions that can be applied directly to the facility, as well as their evaluation according to the three main economic investment criteria, the NPV (Net Present Value), the IRR (Internal Rate of Return) and PSC (Treasury Repayment Period).

Key words

Hospital, General Hospital of Athens "Hippocratio", energy conservation, energy management, hospital facilities, energy audit, heating study, conditioning study, thermal insulation, listed building, lighting study, insulation study, Green@Hospital , PV system.

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, τον κύριο Ιωάννη Γκόνο, που από την πρώτη στιγμή με εμπιστεύτηκε για την ανάληψη και την εκπόνηση της διπλωματικής αυτής, καθώς και για την πολύτιμη βοήθεια του κατά την εκπόνηση της εργασίας. Ομοίως θα ήθελα να ευχαριστήσω τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής, τον καθηγητή κύριο Χάρη Δούκα και τον καθηγητή κύριο Φραγκίσκο Τοπαλή, καθώς και το προσωπικό των εργαστηρίων τόσο για την βοήθεια τους όσο για την πρόσβαση σε υλικοτεχνικό εξοπλισμό που μου παρείχαν.

Η εκπόνηση της διπλωματικής αυτής θα ήταν πολύ διαφορετική χωρίς την βοήθεια του προσωπικού του Ιπποκρατείου Νοσοκομείου Αθηνών. Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Αργύρη Λάγιο, προϊστάμενο της Τεχνικής Υπηρεσίας του νοσοκομείου, για την αμέριστη βοήθεια και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά την εκπόνηση της διπλωματικής αλλά και για την θέρμη με την οποία με δέχτηκε στον χώρο της Τεχνικής Υπηρεσίας. Ταυτόχρονα θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το προσωπικό του νοσοκομείου και κυρίως το προσωπικό της Τεχνικής Υπηρεσίας για την ευγένεια και την βοήθεια τους.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου αλλά και τους φίλους μου για την συμπαράσταση και την χαρά με την οποία με γέμιζαν καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου, κάνοντας ακόμα και τα πιο δύσκολα να φαίνονται εύκολα.

Σας ευχαριστώ όλους από τα βάθη της καρδιάς μου.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή	10
1.1 Σκοπός της εργασίας	10
1.2 Δομή της εργασίας	10
Κεφάλαιο 2 – Στοιχεία της εγκατάστασης	12
2.1 Το Ιπποκράτειο Νοσοκομείο Αθηνών	12
2.1.1 Ιστορικά Στοιχεία	12
2.1.2 Οι "Πρωτιές" του Ιπποκρατείου	12
2.1.3 Κτήρια	13
2.1.4 Η αναπαλαίωση του Παραδοσιακού Κτιρίου του Ιπποκρατείου	13
2.2 Κατόψεις ορόφων	15
2.2.1 Κατόψεις ορόφων Παραδοσιακού	16
2.2.2 Κατόψεις κτηρίου αδελφών	18
Κεφάλαιο 3 – Νοσοκομειακές εγκαταστάσεις	23
3.1 Καταναλώσεις στις νοσοκομειακές εγκαταστάσεις	23
3.2 GREEN@Hospital-To «Πράσινο Νοσοκομείο»	25
Κεφάλαιο 4 - Καταναλώσεις ενέργειας Ιπποκρατείου	28
4.1 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας	28
4.2 Κατανάλωση φυσικού αερίου	29
Κεφάλαιο 5 – Ενεργειακή επιθεώρηση της εγκατάστασης	33
5.1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)	33
5.2 Μεθοδολογία ενεργειακής επιθεώρησης	34
5.3 Πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας	37
5.4 Ηλεκτρικές καταναλώσεις παραδοσιακό κτήριο	45
5.5 Μελέτη κλιματισμού	48
5.5.1 Τύποι κλιματιστικών	49
5.5.2 Μελέτη κλιματισμού στο παραδοσιακό κτήριο	52
5.5.3 Παράγοντες αλλαγής κλιματιστικών	55
5.5.4 Βελτίωση στα συστήματα ψύξης	60
5.5.5 Τεχνολογία VRV-VRF	62
5.5.6 Δράση εξοικονόμησης ενέργειας στον κλιματισμό	62
5.6 Μελέτη θέρμανσης	64
5.6.1 Εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση	64
5.6.2 Λέβητες – Στοιχεία εγκατάστασης	65
5.6.3 Δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην θέρμανση	70
5.7 Μελέτη μόνωσης	78
5.7.1 Εξοικονόμηση ενέργειας στο κτηριακό κέλυφος	78

5.7.2 Δράσεις μόνωσης σε διατηρητέα	81
5.7.3 Θερμοκάμερα	85
5.7.4 Δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στη μόνωση	87
Κεφάλαιο 6 – Μελέτη Φωτισμού	97
6.1 Εισαγωγή	97
6.2 Κ.Εν.Α.Κ	97
6.3 Εγκατεστημένα φωτιστικά	98
6.4 Γιατί LED	99
6.5 Θερμοκρασία χρώματος	100
6.6 Αποτελέσματα Relux	101
6.6.1 Παραδοσιακό κτήριο	101
6.6.2 Κτήριο «Οίκος αδελφών»	111
6.7 Πίνακες κατανάλωσης	127
6.7.1 Παραδοσιακό κτήριο	127
6.7.2 Κτήριο «Οίκος αδελφών»	130
6.8 Στοιχεία φωτιστικών led	134
6.8.1 Παρόμοια φωτιστικά	140
6.9 Συντελεστής συντήρησης	144
6.10 Συνολική κατανάλωση φωτιστικών και σχολιασμός	146
6.11 Βελτιώσεις στα συστήματα φωτισμού.	150
6.12 Τοπικοί αυτοματισμοί	157
6.13 Συστήματα κεντρικής διαχείρισης	160
Κεφάλαιο 7 – Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	162
7.1 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων	163
7.1.1 Γενικά στοιχεία φωτοβολταϊκών πλαισίων	163
7.1.2 Μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων	165
7.1.2.1 4όροφο κτήριο	171
7.1.2.2 Κτήριο «Οίκος αδελφών»	174
7.3 Χρηματοοικονομική Μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων	175
Κεφάλαιο 8 – Οικονομοτεχνική Μελέτη	178
8.1 Κριτήρια αξιολόγησης	178
8.2 Αξιολόγηση δράσεων εξοικονόμησης	182
8.3 Τελικά συμπεράσματα	188
Βιβλιογραφία	189
Παράρτημα Α	193

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή

1.1 Σκοπός της εργασίας

Είναι γεγονός, πως ο τομέας των κτηρίων και των μεταφορών αποτελούν τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας στη χώρα μας. Τα κτήρια είναι υπεύθυνα σχεδόν για το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της χώρας, γεγονός που τα καθιστά ιδιαίτερα ενεργοβόρα. Προφανώς στην κατανάλωση των κτηρίων συμπεριλαμβάνεται τόσο ο ιδιωτικός όσο και ο δημόσιος τομέας.

Οι νοσοκομειακές εγκαταστάσεις αποτελούν μια ειδική κατηγορία εγκατάστασης και ταυτόχρονα, όπως θα αναλυθεί και στην συνέχεια, μια από τις πιο ενεργοβόρες κατηγορίες εγκατάστασης λόγω των ειδικών φορτίων που διαχειρίζονται. Προκύπτει λοιπόν η ανάγκη να μελετηθούν τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας, οι οποίοι ταυτόχρονα δεν θα αφαιρούν από την λειτουργικότητα των χώρων, αλλά αντιθέτως θα επιφέρουν βελτιστοποίηση των συνθηκών παραμονής στο χώρο τόσο για τους ασθενείς όσο και για τους εργαζομένους.

Στην εργασία αυτή μελετώνται δύο από τα επτά κτήρια του γενικού νοσοκομείου Αθηνών «Ιπποκράτειο», το παραδοσιακό κτήριο και το κτήριο «Οίκος αδελφών». Η κατασκευή των δύο κτηρίων χρονολογείται πριν το 1940 γεγονός που επηρεάζει τις δράσεις που μπορούν να εφαρμοστούν σε αυτά.

Σκοπός της εργασίας είναι μέσα από την ανάλυση να βρεθούν δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας που θα μειώσουν σημαντικά την κατανάλωση αλλά δεν θα αλλοιώσουν τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των δύο κτηρίων, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψιν ότι αποτελούν τμήμα νοσοκομειακής εγκατάστασης και αρα δεν πρέπει να μειωθεί η λειτουργικότητα της εγκατάστασης.

1.2 Δομή της εργασίας

Το **πρώτο κεφάλαιο** αποτελεί την εισαγωγή και παρουσιάζεται η δομή της διπλωματικής εργασίας.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα γενικά στοιχεία των κτηρίων στα οποία θα πραγματοποιηθεί η μελέτη. Ταυτόχρονα παρουσιάζονται οι κατόψεις των κτηρίων και οι ενέργειες που έχουν πραγματοποιηθεί ως προς την ανακαίνιση των κτηρίων από την κατασκευή τους.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται οι ιδιαιτερότητες μιας νοσοκομειακής εγκατάστασης καθώς και ο οργανισμός Green@Hospital που στρέφει τις νοσοκομειακές εγκαταστάσεις στην πράσινη ενέργεια.

Στο **τέταρτο κεφάλαιο** παρουσιάζονται τα στοιχεία κατανάλωσης των κτηρίων από τις δύο βασικές πηγές ενέργειας της εγκατάστασης, του φυσικού αερίου και της ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται πλήρως η μελέτη διαχείρισης ενέργειας σε όλους τους βασικούς τομείς εξοικονόμησης εκτός από τον φωτισμό. Πιο συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε μελέτη και για τα δύο κτήρια ως προς τη θέρμανση και την μόνωση των

κτηρίων ενώ η μελέτη κλιματισμού πραγματοποιήθηκε μόνο για το ένα κτήριο για το οποίο υπήρχαν τα αντίστοιχα δεδομένα.

Στο **έκτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η μελέτη φωτισμού, η οποία πραγματοποιήθηκε και για τα δύο κτήρια. Ο φωτισμός αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό μέσο εξοικονόμησης ενέργειας καθώς αποτελεί το 30% της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε κτήριο.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η σπουδαιότητα και χρησιμότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε μια εγκατάσταση και αναλύεται η μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο **όγδοο κεφάλαιο** παρουσιάζονται συγκεντρωμένα οι δράσεις που μελετήθηκαν σε όλα τα προηγούμενα κεφάλαια καθώς και τα οικονομικά τους στοιχεία. Αναλύεται η σκοπιμότητα εφαρμογής των δράσεων καθώς και η συνεισφορά τους στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Στη **βιβλιογραφία** παρουσιάζονται όλες οι πηγές από τις οποίες λήφθηκαν δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα διπλωματική.

Στο **Παράρτημα Α** παρουσιάζονται οι πίνακες υπολογισμού των απωλειών στη θέρμανση ανα μήνα, πριν και μετά την εγκατάσταση της θερμομόνωσης. Η εφαρμογή της θερμομόνωσης μελετάται τόσο για το παραδοσιακό κτήριο όσο και για τον «Οίκο αδελφών».

Κεφάλαιο 2 – Στοιχεία της εγκατάστασης

2.1 Το Ιπποκράτειο Νοσοκομείο Αθηνών

2.1.1 Ιστορικά Στοιχεία

Το επί της Λεωφόρου Βασιλίσσης Σοφίας κτίριο του Ιπποκράτειου Νοσοκομείου Αθηνών, το οποίο στην εργασία αυτή ονομάζεται «παραδοσιακό κτήριο», κτίσθηκε στο τέλος του 19ου αιώνα και στέγασε το Μαράσλειο Χημείο μέχρι τις αρχές του Α' Βαλκανικού πολέμου (1912). Το οίκημα αυτό σύμφωνα με τις " Αναμνήσεις (1867-1957) " του Μαρίνου Γερουλάνου:

«Είχεν μετατραπεί εις προσωρινόν Νοσοκομείον και είχεν αποκτήσει επαρκείς εγκαταστάσεις χειρουργείων και άλλων χώρων. Αυτό επετεύχθη κατά τας αρχάς του Πρώτου Βαλκανικού Πολέμου με την αμέριστον φροντίδα της Πριγκιπίσσης τότε Σοφίας, του Διαδόχου και του μηχανικού Αλεξάνδρου Ζαχαρίου, όστις παρέσχεν αμέσως εκ του καταστήματός του όλας τας αναγκαίας εγκαταστάσεις υδραυλικών, ηλεκτρικών ειδών, κ.τ.λ. Οργανώθη ούτως εξαιρετον Νοσοκομείον όπου εγκατεστάθη η Αποστολή του Γερμανικού Ερυθρού Σταυρού υπό τον Coenen, μετέπειτα καθηγητήν εις το Μύνστερ της Βεσφαλίας. Μετά την αναχώρησιν του Γερμανικού Ερυθρού Σταυρού, παρέμεινεν τούτο καθ' όλα τα μετέπειτα έτη, ως Στρατιωτικόν Νοσοκομείον υπό στρατιωτικήν διοίκησιν.»



Εικόνα 2.1: Λογότυπο Γενικού Νοσοκομείου Αθηνών «Ιπποκράτειο»



Εικόνα 2.2: Το Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών «Ιπποκράτειο» τη δεκαετία του '30

Το έτος 1922, μετά την Μικρασιατική καταστροφή, επιτάσσεται το προαναφερθέν Δ' Στρατιωτικό Νοσοκομείο και με βασιλικό Διάταγμα ιδρύεται το "Νοσοκομείο Προσφύγων Αθηνών".

Με το Διάταγμα της 21 Ιουλίου 1935, το οποίο δημοσιεύθηκε στο φύλλο 341 του πρώτου τεύχους της Εφημερίδος της Κυβερνήσεως, τερματίσθηκε η ιστορική διαδρομή του Νοσοκομείου Προσφύγων Αθηνών, το οποίο μετονομάσθηκε σε "Ιπποκράτειον Νοσοκομείον Αθηνών".

2.1.2 Οι "Πρωτίες" του Ιπποκράτειου Νοσοκομείου

Στην 85ετή διαδρομή του το Ιπποκράτειο έχει να επιδείξει πολλές πρωτοπορίες σε ευαίσθητους τομείς της περίθαλψης όπως:

- την ίδρυση τον Μάρτιο του 1952 του Α' Περιφερειακού Κέντρου Αιμοδοσίας
 - του πρώτου Κέντρου Αιμορροφιλικών Ασθενών το έτος 1962,
 - του πρώτου κινητού συνεργείου αιμοληψιών το έτος 1962.
- την ίδρυση της Πρώτης Έδρας Καρδιολογίας στην χώρα το έτος 1960 και
- την ίδρυση του Πρώτου Καρδιοχειρουργικού Τμήματος στην χώρα το έτος 1964.

2.1.3 Τα κτήρια του Ιπποκρατείου Νοσοκομείου



Εικόνα 2.3: Το «Ιπποκράτειο» σήμερα

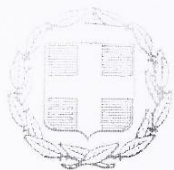
Το Ιπποκράτειο Νοσοκομείο Αθηνών αποτελείται από επτά κτήρια. Τα τέσσερα από αυτά βρίσκονται επί της οδού Βασιλίσσης Σοφίας 114, και τα υπόλοιπα βρίσκονται σε άλλες διευθύνσεις μέσα στην Αθήνα. Επιπλέον υπάρχει και το παρεκκλήσι του Αγίου Ανδρέα στο κεντρικό συγκρότημα κτηρίων. Αναλυτικότερα αποτελείται από τα εξής κτήρια:

- Κτίριο Διοικητικό – Παραδοσιακό
- Κτίριο «Οίκος αδελφών»
- 8όροφο κτίριο
- 4όροφο κτίριο
- Κτίριο Παραρτήματος Βασιλίσσης Σοφίας 118
- Κτίριο Έβρου 63-67
- Κτίριο οδού Φαραντάτων

Στην διπλωματική αυτή θα αναλύσουμε το παραδοσιακό κτήριο και το κτήριο «Οίκος Αδελφών».

2.1.4 Η αναπαλαίωση του Παραδοσιακού Κτιρίου του Ιπποκρατείου

Με την υπ' αριθμών 13179/971/19.4.1976 απόφαση του τότε Υπουργού Πολιτισμού και Επιστημών Κων/νου Τρυπάνη το επί της Λεωφόρου Βασιλίσσης Σοφίας κτίριο του Νοσοκομείου χαρακτηρίστηκε ως οίκημα "χρήζον ειδικής κρατικής προστασίας" καθ' όσον αποτελεί χαρακτηριστικό δείγμα του 19ου αιώνα. Στο ΦΕΚ που ακολουθεί είναι σημειωμένη η απόφαση.



ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΕΝ ΑΘΗΝΑΙΣ
ΤΗ 30 ΑΠΡΙΛΙΟΥ 1976

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΝ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ
612

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΥΠΟΥΡΓΙΚΑ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

- 1. Περὶ προσαρμογῆς τῆς ὑπ' ἀριθ. 10951/501/17.4.70 κοινῆς ἀποφάσεως τῶν Ὑπουργῶν Συντονισμοῦ, Οἰκονομικῶν καὶ Βιομηχανίας, περὶ ἐγκρίσεως εἰσαγωγῆς κεφαλαίων ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ κατὰ τῆς Ἑταιρείας Α.Ε.Μ. «ΒΩΞΙΤΑΙ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ» διὰ τὴν ἐπέκτασιν καὶ ἐκσυγχρονισμὸν τῶν ὑφισταμένων ἐγκαταστάσεων τῆς. 1
- 2. Περὶ ἐγκρίσεως προλήψεως κατὰ τὴν νόμιμον διαδικασίαν, παρὰ τοῦ Ἐθνικοῦ Ὄργανισμοῦ Κοινων. τοῦ ἀκαρπώτου ἐργασιογενικοῦ προσωπικοῦ ἐπὶ σχέσει ἐργασίας Ἐξωτερ. Δ. κλίσε. Ὁρισμένου χρόνου. 2
- 3. Περὶ προσαρμογῆς Δόξης Ἀξιωματικῶν Φρουρᾶς Ἐνόμου. 3
- 4. Περὶ ὁρισμοῦ τόπων συνεδριάσεων τοῦ Ἐργασιογενικοῦ Ἀσπ. 4
- 5. Περὶ καθορισμοῦ τῶν κατ' ἀρθροῦ 2 παρ. 3 τοῦ Ν. 295/1976 μελῶν τοῦ παραδεδεγμένου Ὑπουργίου τῆς Ἀστυνομίας Πόλεων. 5
- 6. Περὶ διατηρήσεως μερῶς Λεωφόρου Βουλ. Σοφίας καὶ χαρακτηρισμοῦ ὡς οὐκ ἐπιτρεπόμενων ἐπιδικῆς κρατικῆς προστασίας τῶν οὐκ ἐπιτρεπόμενων Ἱπποκρατείου καὶ Ἀγιογιωάννου Νοσοκομείου. 6
- 7. Περὶ χαρακτηρισμοῦ τῆς ἐν Σιατίστη καὶ εἰς περιόχῃ «Αἰώνιον» τῆς Κόρας οὐκ ἐπιτρεπόμενης ὡς οὐκ ἐπιτρεπόμενης ἐπιδικῆς κρατικῆς προστασίας. 7
- 8. Περὶ χαρακτηρισμοῦ οὐκ ἐπιτρεπόμενων ὡς τόπων χρηθότων ἐπιδικῆς κρατικῆς προστασίας. 8
- 9. Περὶ καθορισμοῦ ὁρίων ζώνης προστασίας τῆς ἐν Κορινθίᾳ Ἱερῶν οὐκ ἐπιτρεπόμενης οὐκ ἐπιτρεπόμενης ὡς ἐπιτρεπόμενης διατηρητέου μνημείου. 9
- 10. Περὶ χαρακτηρισμοῦ τοῦ παλαιοῦ Δημαρχεῖου Μεγάρων ὡς οὐκ ἐπιτρεπόμενης ἐπιδικῆς κρατικῆς προστασίας. 10
- 11. Περὶ καθορισμοῦ ὅρων ἀποδοχῶν ἐπιδικῆς ἐπισημοῦ Συνεργάτου τοῦ ΚΒΕΦ. 11
- 12. Περὶ ἀπαγορεύσεως εἰσαγωγῆς τιμαρμάτων PARACUAT. 12
- 13. Περὶ καθορισμοῦ εἰς τὸν Φαρμακοποῦν Κον/ων ΚΩΔ. τῶν τοῦ Γενικοῦ ὁρίων ἰσχύσεως Φαρμακοποῦνης ἐν τῷ Δήμῳ Ἀθήνων. 13
- 14. Περὶ ἀνακλητικῆς τῆς ὑπ' ἀριθ. 24081/56 ἀποφάσεως τοῦ Νομάρχου Λέσβου. 14
- 15. Περὶ ἀνακαταστάσεως τῆς Ἐπιτροπῆς Ρυθμίσεως Φαρμακοποῦτων Ἀπέναντι Ἀγίου, Ν. Ἐάνδης. 15

- 16. Περὶ ἀνακαταστάσεως τῆς Ἐπιτροπῆς Ρυθμίσεως Φαρμακοποῦτων Ἐπέναντι Ἐάνδης. 16
- 17. Περὶ ἀναθέσεως καθήκοντων Ὑπουργικοῦ Συμβουλίου εἰς τὸ Διοικητικὸν Συμβούλιον τοῦ Νομαρχιακοῦ Ταμείου Πιερίας. 17
- 18. Περὶ ἀνακαταστάσεως τῆς Ἀπεναντινῆς Ἐπιτροπῆς Ἀπεναντινοῦ Ταμείου Φιλιππῶν διὰ τὴν περίοδον 1976—1978. 18
- 19. Περὶ ἐγκρίσεως μεταβιβάσεως ἀδείας μεταλλευτικῶν ἐπιπέδων Ν. Χαλκιδικῆς. 19
- 20. Περὶ ὁρισμοῦ Διοικητικῆς Ἐπιτροπῆς τοῦ Παραρτήματος ΚΑΔΚΥ Χανίων. 20
- 21. Περὶ ἐγκρίσεως τῆς τροποποιήσεως τοῦ Ὄργανισμοῦ Ἐπιπλοῦ Ὑπηρεσίας τῆς Κοινότητος Σούδας Ν. Χανίων. 21
- 22. Περὶ ἐξουσιοδότησεως πρὸς διάθεσιν μνη/των καὶ ὑπογραφοῦν τμημάτων Ἐντελῆ Νομάρχου, ὡς Προέδρου τοῦ Ν.Τ. Βοιωτίας. 22

ΔΙΟΡΘΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ

Διόρθωσις παρατηρήσεων τῆς ὑπ' ἀριθ. Φ.40/808/7.4.76 ἀποφάσεως τοῦ Ὑπουργοῦ Κοινωνικῶν Ὑπηρεσιῶν. 23

ΥΠΟΥΡΓΙΚΑ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ & ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

Ἀριθ. 5789/ΕΙ/501 (1)

Περὶ τροποποιήσεως τῆς ὑπ' ἀριθ. 10951/501/17.4.70 κοινῆς ἀποφάσεως τῶν Ὑπουργῶν Συντονισμοῦ, Οἰκονομικῶν καὶ Βιομηχανίας, περὶ ἐγκρίσεως εἰσαγωγῆς κεφαλαίων ἐκ τοῦ ἐξωτερικοῦ κατὰ τῆς Ἑταιρείας Α.Ε.Μ. «ΒΩΞΙΤΑΙ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ» διὰ τὴν ἐπέκτασιν καὶ ἐκσυγχρονισμὸν τῶν ὑφισταμένων ἐγκαταστάσεων τῆς.

Οἱ Ὑπουργοὶ
ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ,
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ

Ἐχόντες ὑπ' ὄψιν :

1. Τὰς διατάξεις τοῦ Ν.Δ. 2687/53 περὶ Ἐπενδύσεως καὶ Προστασίας Κεφαλαίων Ἐξωτερικοῦ.
2. Τὴν ὑπ' ἀριθ. 10951/501/17.4.70 ἀπόφασιν τῶν Ὑπουργῶν Συντονισμοῦ, Οἰκονομικῶν καὶ Βιομηχανίας, ὡς αὕτη ἐτροποποιήθη καὶ συμπληρώθη διὰ τῶν ὑπ' ἀριθ. 33990/501/2.10.70 καὶ 33285/ΔΙΕΠ/501/16.8.71 ὁρίων ὡς καὶ διὰ τῶν ὑπ' ἀριθ. 1422/ΕΙ/501/21.12.73 καὶ 903/ΕΙ/501/14.4.75 ἀποφάσεων ἡμῶν, δι' ἧς ἐνεκρίθη ἡ εἰσαγωγή κεφαλαίων ἐν Ἑλλάδι ἐκ μέρους τῆς Ἑταιρείας Α.Ε.Μ. «ΒΩΞΙΤΑΙ ΠΑΡΝΑΣΣΟΥ», ποσῶ \$ 6.000.000, διὰ

Εικόνα 2.4: ΦΕΚ, 30 Απριλίου 1976, Τεύχος δεύτερον, Αριθμός φύλλου 612, Υπουργική απόφαση για τον χαρακτηρισμό του παραδοσιακού κτηρίου του «Ἱπποκρατείου» ὡς διατηρητέο

Η σημειωμένη παράγραφος αφορά το «Ιπποκράτειο» Νοσοκομείο Αθηνών και συγκεκριμένα δηλώνει:

«Περι διατηρήσεως μορφής Λεωφόρου Βασ. Σοφίας και χαρακτηρισμός ως οικημάτων χρηζόντων ειδικής κρατικής προστασίας των οικημάτων του Αρεταίειου, Ιπποκρατείου και Αιγινήτειου Νοσοκομείου.»

Η παράγραφος αυτή είναι πολύ σημαντική καθώς εξαιρεί το συγκεκριμένο κτήριο από τον Κ.Εν.Α.Κ. σύμφωνα με την παράγραφο:

«Εξαιρούνται της υποχρεωτικής εφαρμογής τα ακόλουθα είδη κτιρίων:

- *Ανοιχτά κτίρια, δηλαδή κτίρια αποτελούμενα κατά μεγάλο ποσοστό από ημιυπαίθριους χώρους και κτίρια στα οποία δεν προβλέπεται μόνιμη ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση θέρμανσης ή ψύξης (θερινές εξοχικές κατοικίες, αποθήκες, κτίρια στάθμευσης, αγροτικοί οικισμοί).*
- *Θρησκευτικά κτίρια.*
- ***Κτίρια χαρακτηρισμένα ως διατηρητέα για τα οποία η εφαρμογή της οδηγίας θα επέφερε αλλοίωση της φυσιογνωμίας τους.***
- *Νέες μικρές κατοικίες με ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη των 50m².*
- *Προσθήκες σε υφιστάμενα κτίρια με εμβαδόν προσθήκης μικρότερο των 30m².*
- *Κτίρια βιοτεχνιών ή βιομηχανιών που θερμαίνονται ή ψύχονται αποκλειστικά μέσω δικτύων των παραγωγικών τους διαδικασιών.*
- *Κτίρια εξειδικευμένης χρήσης τα οποία υπόκεινται σε ειδικές προδιαγραφές που επιβάλλονται από ειδική νομοθεσία, όπως χειρουργεία, χώροι μνημείων, νοσοκομεία και ειδικοί χώροι συνάθροισης. »*

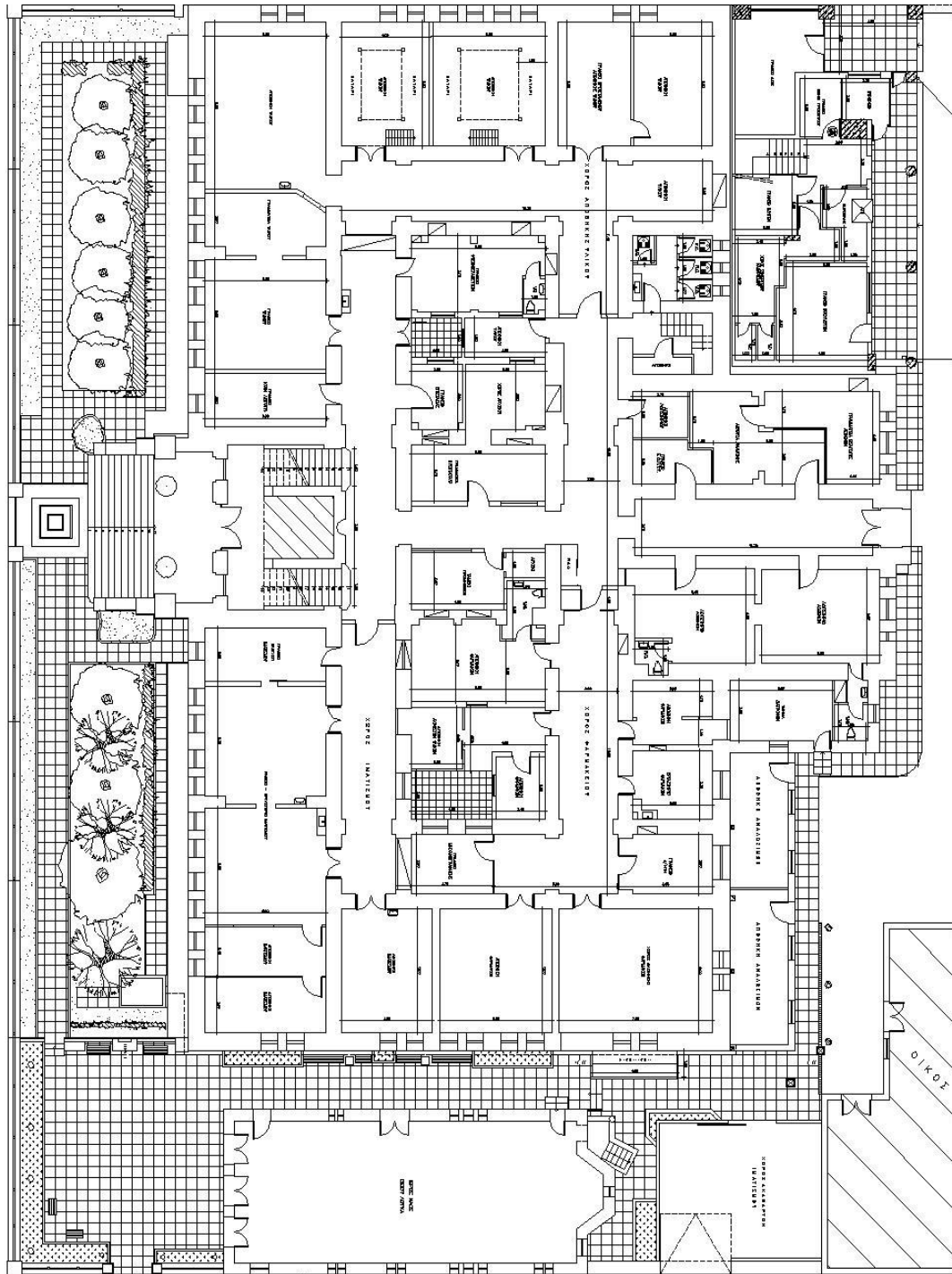
Παρόλα αυτά και για ενεργειακούς λόγους, καθώς στο παραδοσιακό κτήριο στεγάζονται επι το πλείστον γραφεία, το κτήριο αυτό θα αποτελέσει το κύριο αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας. Πιο συγκεκριμένα στο κτήριο αυτό πραγματοποιήθηκαν οι μελέτες φωτισμού, κλιματισμού, θέρμανσης και μόνωσης.

Το κτήριο «Οίκος αδελφών» αποτελείται κυρίως από εργαστήρια. Στο κτήριο αυτό πραγματοποιήθηκε η μελέτη φωτισμού, η μελέτη της μόνωσης του κτηρίου και η μελέτη θέρμανσης. Η μελέτη κλιματισμού δεν πραγματοποιήθηκε λόγω των ιδιαίτερων φορτίων που υπάρχουν στους χώρους.

2.2 Κατόψεις ορόφων

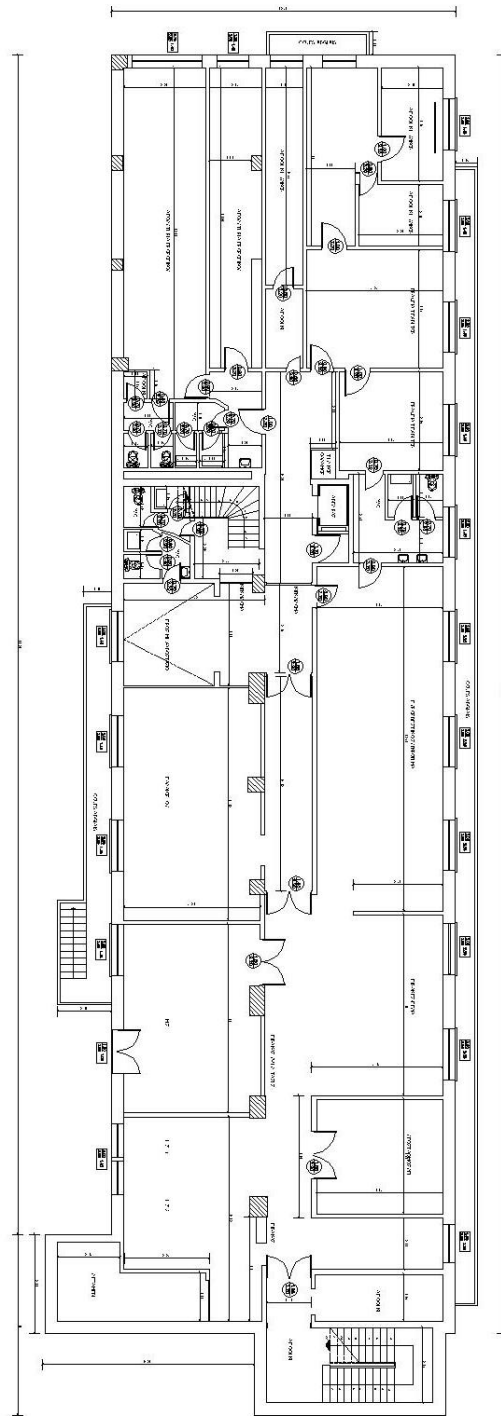
Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζονται οι κατόψεις τον ορόφων των δύο κτηρίων, πάνω στις οποίες δομείται η παρούσα εργασία.

2.2.1 Κατόψεις ορόφων Παραδοσιακού

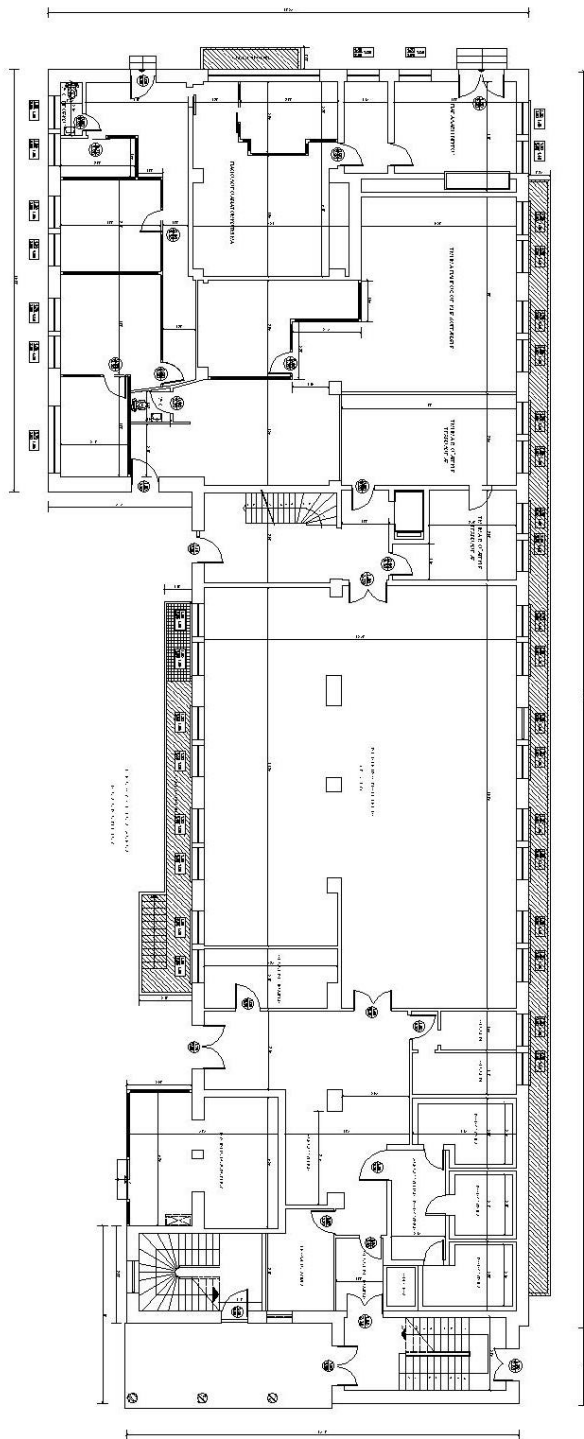


Σχήμα 2.1: Κάτοψη ισογείου Παραδοσιακού κτηρίου

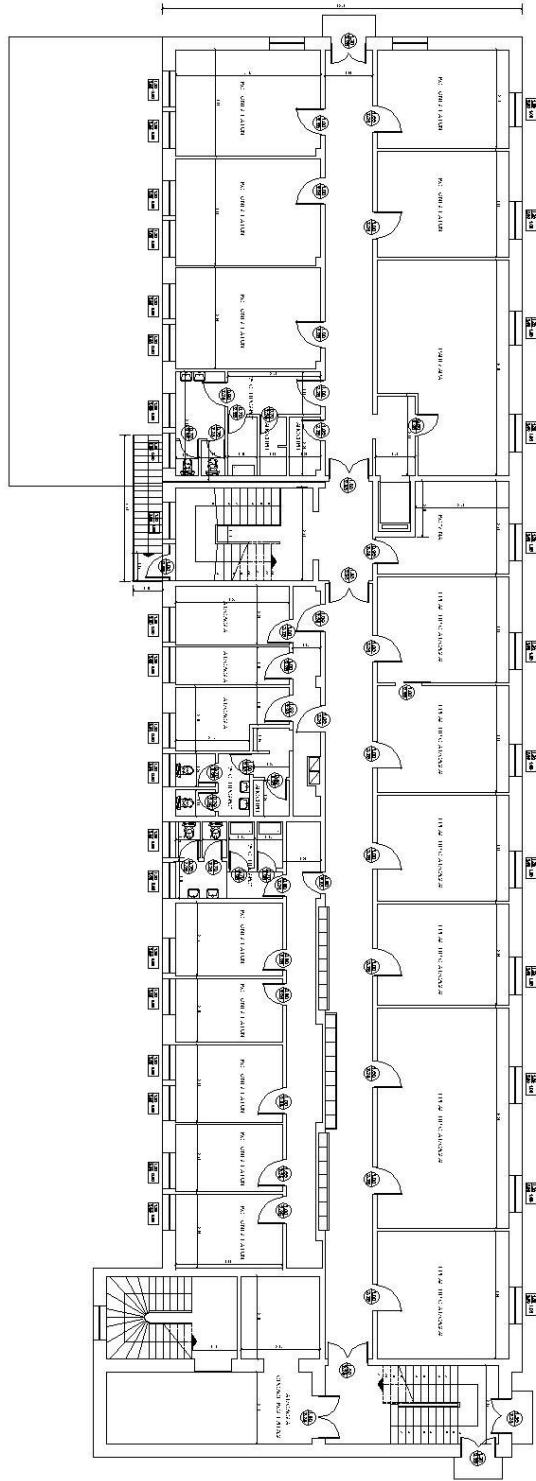
2.2.2 Κατόψεις κτηρίου αδελφών



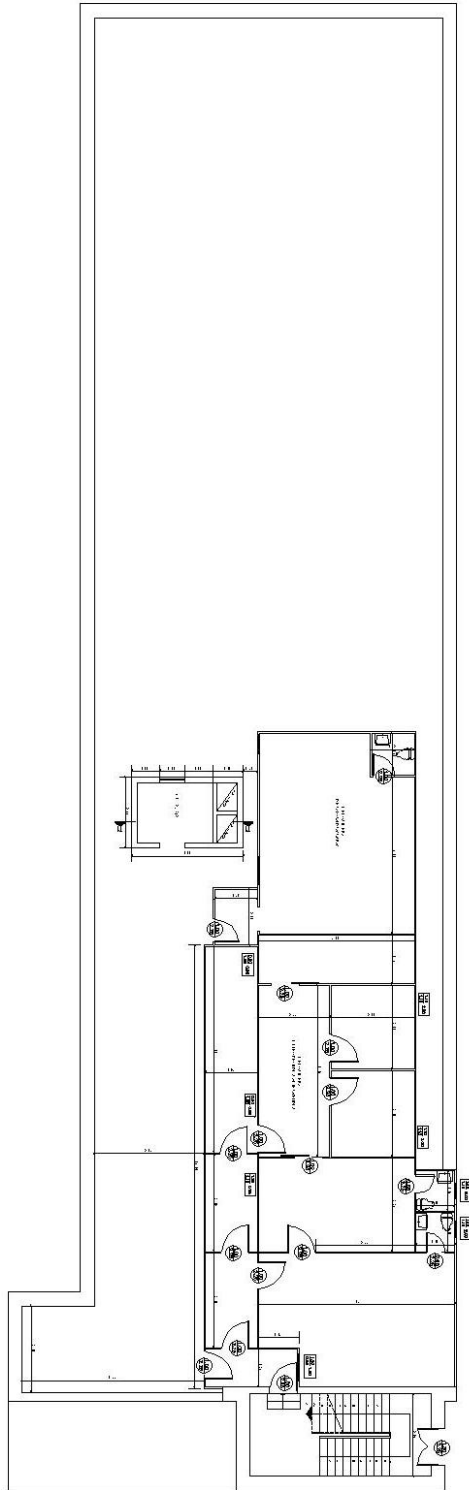
Σχήμα 2.3: Κάτοψη υπογείου κτηρίου «Οίκος αδελφών»



Σχήμα 2.4: Κάτοψη ισογείου κτηρίου «Οίκος αδελφών»



Σχήμα 2.5: Κάτοψη πρώτου ορόφου κτηρίου «Οίκος αδελφών»



Σχήμα 2.7: Κάτοψη δώματος κτηρίου «Οίκος αδελφών»

Κεφάλαιο 3 – Νοσοκομειακές εγκαταστάσεις

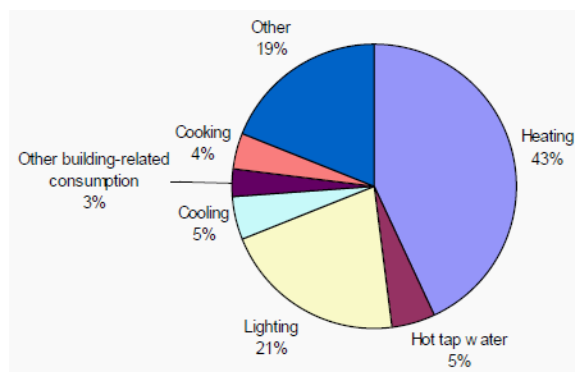
3.1 Καταναλώσεις στις νοσοκομειακές εγκαταστάσεις

Οι νοσοκομειακές εγκαταστάσεις αποτελούν ειδικές εγκαταστάσεις λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών που επικρατούν στο εσωτερικό τους αλλά και των ειδικών φορτίων που αυτές πρέπει να διαχειριστούν. Το μεγαλύτερο τμήμα της εγκατάστασης βρίσκεται σε λειτουργία επτά ημέρες την εβδομάδα και 24 ώρες το 24ωρο. Η πλειονότητα τους αποτελείται από μεγάλα κτίρια τα οποία λόγω των συνθηκών που επικρατούν πρέπει να ελέγχονται συνεχώς. Είναι ευρέως γνωστό πως παράγεται υψηλό επίπεδο θερμικής ενέργειας για την κάλυψη των απαιτούμενων αναγκών. Ταυτόχρονα κρίνεται επιτακτική η ύπαρξη εφεδρικών γεννητριών που θα διασφαλίζουν τη συνεχή παροχή ενέργειας σε περίπτωση έκτακτων περιστατικών.

Ένα τυπικό κτίριο νοσοκομείου σχεδιάζεται για μακρές περιόδους, που μπορεί να προσεγγίζουν ή να ξεπερνούν τα 50 χρόνια. Κατά τη διάρκεια αυτή, κρίνεται αναγκαία η ανακαίνιση του νοσοκομείου, η αντικατάσταση του τεχνολογικού εξοπλισμού, καθώς και η υιοθέτηση νέας χωροταξίας. Στο παραδοσιακό κτήριο έχει ήδη πραγματοποιηθεί αλλαγή της χωροταξίας καθώς το κτήριο χτίστηκε με σκοπό να στεγαστεί πλήρως το «Ιπποκράτειο» Νοσοκομείο ενώ πλέον κατά 80% αποτελείται από χώρους γραφείων.

Οι συνθήκες που επικρατούν στο εσωτερικό του νοσοκομείου καθορίζονται κυρίως από τις δραστηριότητες που εκτελούνται σε αυτό. Η αποδοτικότητα στον ενεργειακό τομέα αποτελεί μία σημαντική απαίτηση, ωστόσο η ικανοποίηση των ιατρικών απαιτήσεων παραμένει η βασική προτεραιότητα.

Τα νοσοκομεία αποτελούν καταναλωτές σημαντικών ποσοτήτων ενέργειας. Η κατανάλωση ενέργειας που αποβλέπει στην ικανοποίηση των θερμικών αναγκών, απαρτίζεται από επιμέρους φορτία, όπως: θέρμανση, ζεστό νερό χρήσης, θερμικό φορτίο για την κουζίνα, το πλυντήριο, την αποστείρωση, την απολύμανση κλπ. Η κατανάλωση ενέργειας που αποβλέπει στην ικανοποίηση των ηλεκτρικών απαιτήσεων, αποτελείται από τα ηλεκτρικά φορτία όπως ο φωτισμός, ο κλιματισμός, οι ανελκυστήρες, ο σταθερός ιατρικός εξοπλισμός, ο φορητός ιατρικός εξοπλισμός, οι ηλεκτρικές παροχές για Η/Υ, το ηλεκτρικό φορτίο για την κουζίνα και το ηλεκτρικό φορτίο για το πλυντήριο.

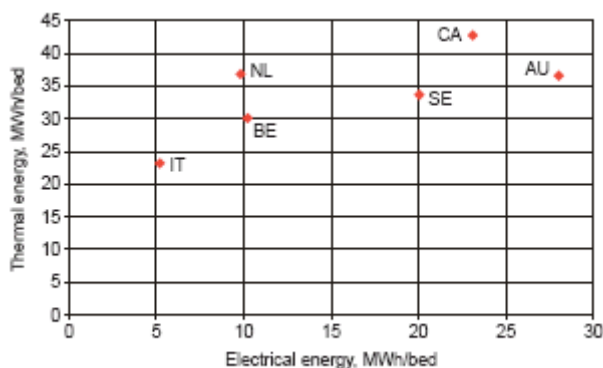


Διάγραμμα 3.1: Ενεργειακή κατανάλωση στις νοσοκομειακές εγκαταστάσεις, όπου: Heating: θέρμανση χώρων, Hot tap water: ζεστό νερό χρήσης, Cooling: κλιματισμός, Cooking: μαγειρική, Lighting: φωτισμός, Other: άλλες καταναλώσεις, πηγή Energy research Centre of the Netherlands (ECN) 2002

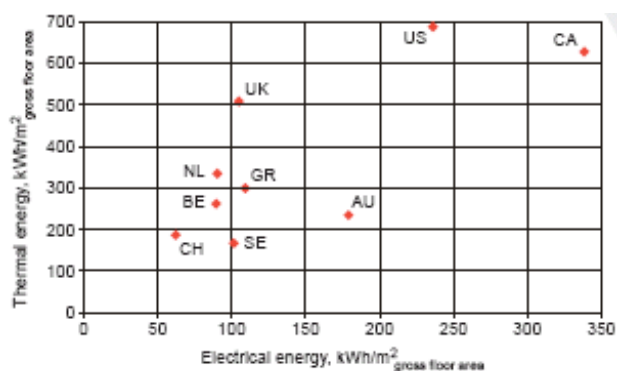
Κάθε νοσοκομείο διαθέτει μοναδικό σχεδιασμό και μέγεθος, ενώ παρέχει ιδιαίτερες υπηρεσίες. Τα τεχνικά συστήματα των νοσοκομείων σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο που να ικανοποιούνται ανεξάρτητα οι απαιτήσεις και οι ανάγκες κάθε χώρου. Ορισμένες χώρες έχουν θεσπίσει προδιαγραφές που υποδεικνύουν τον τρόπο εκπλήρωσης των απαιτήσεων αυτών. Οι συγκεκριμένες προδιαγραφές καθορίζουν τις σωστές παραμέτρους για τη θερμομόνωση, τον εξαερισμό, το φωτισμό, τα επίπεδα θερμοκρασίας στους εσωτερικούς χώρους καθώς και για άλλα στοιχεία. Για την Ελλάδα το ρόλο αυτό το έχει αναλάβει η εταιρεία Κτιριακές Υποδομές ΑΕ.

- **Θερμομόνωση**
Οι θερμικές ιδιότητες του κτιρίου χαρακτηρίζονται ιδιαίτερα σημαντικές, αφού το νοσοκομείο απαιτεί εσωτερικές θερμοκρασίες που κυμαίνονται στους 21-22°C. Ωστόσο, τους καλοκαιρινούς μήνες η εσωτερική θερμοκρασία μπορεί να φθάσει μέχρι και τους 26°C.
- **Εξαερισμός**
Η ανάγκη συνεχούς εξαερισμού του νοσοκομείου είναι επιβεβλημένη, καθώς και της παροχής καθαρού αέρα. Ο αέρας μολύνεται από τους παρευρισκόμενους (ασθενείς, προσωπικό, επισκέπτες, κλπ.) στο νοσοκομείο και από τις διάφορες δραστηριότητες σε αυτό. Έτσι κρίνεται αναγκαίο να ανανεώνεται προκειμένου να ελαχιστοποιούνται οι μολυσματικοί παράγοντες. Τα επίπεδα εξαερισμού κυμαίνονται περί τα 35-140 m³/(hour·person) ανάλογα με τη φύση του δωματίου(απλός θάλαμος ή Μονάδα Εντατικής Θεραπείας).
- **Φωτισμός**
Το φως της ημέρας είναι αναμφισβήτητο το πιο ιδανικό και φιλικό προς τον άνθρωπο είδος φωτισμού. Ο σχεδιασμός των χώρων που προορίζονται για ασθενείς, θα πρέπει να περιλαμβάνει μεγάλα παράθυρα. Το μέγεθος, ο προσανατολισμός και η τοποθέτησή τους στα δωμάτια θα παρέχουν επαρκή επίπεδα φωτισμού, καθώς και μία σαφή εικόνα του περιβάλλοντα χώρου. Το συγκεκριμένο γεγονός προσδίδει στον ασθενή το αίσθημα της επαφής με τον έξω κόσμο και συμβάλλει ψυχολογικά στην ανάρρωση αυτού. Στον αντίποδα των μόλις αναφερόμενων πλεονεκτημάτων συναντάμε τις ανεπιθύμητες επιρροές της αντηλιάς και της υπερθέρμανσης. Αυτές αν δεν αποφευχθούν, συμβάλλουν στην προφανή ταλαιπωρία των ασθενών και στην ανάγκη αύξησης της ψύξης.
- **Θερμοκρασία**
Προκειμένου να διατηρηθεί το περιβάλλον φιλικό προς τον ασθενή, η θερμοκρασία στο εσωτερικό του νοσοκομείου είναι 1-4°C υψηλότερη από εκείνη των κοινών κτιρίων. Μία τυπική θερμοκρασία για τους θαλάμους είναι περίπου 22°C. Όταν παρατηρηθεί απόκλιση από την επιθυμητή θερμοκρασία, απαιτείται μείωση ή αύξηση αυτής.
- **Υγρασία**
Η φύση του κυκλοφορούντος αέρα δεν θα πρέπει να είναι ούτε ξηρή (προκαλείται αφυδάτωση) ούτε υγρή (προκαλείται εφίδρωση και αυξάνεται η πιθανότητα εμφάνισης μυκήτων). Τα επιτρεπτά επίπεδα κυμαίνονται περί το 35-70% σε κανονικές για το νοσοκομείο θερμοκρασίες (22-26°C).

Επιπρόσθετα, παρατίθενται τα ακόλουθα σχήματα όπου απεικονίζεται η μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικού και θερμικού φορτίου ανά κλίνη και ανά μονάδα επιφάνειας σε διάφορα κράτη.



Σχήμα 3.1: Μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικού και θερμικού φορτίου ανά κλίνη (MWh/κλίνη), σε νοσοκομεία έξι χωρών, όπου CA : Καναδάς, AU : Αυστρία, NL : Ολλανδία, BE : Βέλγιο, SE : Σουηδία, IT:Ιταλία



Σχήμα 3.2: Μέση ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικού και θερμικού φορτίου ανά μονάδα επιφάνειας (kWh/m²), σε νοσοκομεία εννέα χωρών, όπου CA : Καναδάς, AU : Αυστρία, NL : Ολλανδία, BE : Βέλγιο, SE : Σουηδία, IT : Ιταλία, UK : Μεγ. Βρετανία, GR : Ελλάδα, CH : Ελβετία, US : Η.Π.Α.

3.2 GREEN@Hospital-Το «Πράσινο Νοσοκομείο»

Το Green@Hospital (στα ελληνικά το «Πράσινο@Νοσοκομείο») αποτελεί μία από τις τέσσερις πρωτοβουλίες του κινήματος **Hospital 2020**. Έχει σαν στόχο την επιτάχυνση της ανάπτυξης, της χρήσης και της διάδοσης των προτιμότερων σε σχέση με το περιβάλλον προϊόντων, των πρακτικών και της κατασκευής πράσινων κτιρίων σε νοσοκομεία και ιατρεία σε όλο τον κόσμο. Το κίνημα περιλαμβάνει όλους τους ενδιαφερόμενους φορείς γύρω από το νοσοκομείο όπως οι πάροχοι της υγειονομικής περίθαλψης, οι προμηθευτές νοσοκομειακού εξοπλισμού, οι κατασκευαστές πράσινων κτηρίων, πανεπιστήμια και κυβερνητικοί φορείς οι οποίοι μπορούν να συνεισφέρουν γνωστικά ή τεχνολογικά στο πώς πρέπει να οικοδομηθεί ή ακόμα και να μετατραπεί ένα υπάρχον νοσοκομείο ώστε να γίνει πιο βιώσιμο. Ταυτόχρονα το «Πράσινο@Νοσοκομείο» δίνει την δυνατότητα εύρεσης και προβολής των οφελών κατασκευής πράσινων νοσοκομείων στο μέλλον.

Τα επτά στοιχεία της πρωτοβουλίας ως προς το νοσοκομείο:

- Φαγητό
- Χρήση νερού
- Απόβλητα
- Εναλλακτικές Πηγές Ενέργειας
- Πράσινος Σχεδιασμός Κτιρίων
- Ενεργειακή Αποδοτικότητα
- Μεταφορές μέσα και γύρω από το νοσοκομείο

Αν και το αρχικό κόστος υιοθέτησης πράσινων πρακτικών ενδέχεται να είναι υψηλότερο, προκύπτει ότι είναι η καλύτερη επένδυση στην εγκατάσταση γενικότερα. Τα πράσινα νοσοκομεία έχουν αποδειχθεί ότι μειώνουν το μακροπρόθεσμο κόστος της ενέργειας. Επιπλέον, υπάρχει μια αυξανόμενη συναίνεση μεταξύ επαγγελματιών γύρω από την υγειονομική περίθαλψη ότι οι ρύποι που παράγονται από ιατρικές εγκαταστάσεις πρέπει να μειωθούν. Επιπλέον έχει αποδειχθεί ότι τα μέσα σχεδιασμού του πράσινου νοσοκομείου οδηγούν σε καλύτερη ανάρρωση των ασθενών και καλύτερες συνθήκες εργασίας για το προσωπικό.

Το Πράσινο Νοσοκομείο ορίζεται ως ένα νοσοκομείο που έχει αναλάβει την πρωτοβουλία να κάνει ένα ή περισσότερα από τα ακόλουθα: επιλογή χώρου φιλικού προς το περιβάλλον, χρήση αειφόρων και αποδοτικών σχεδίων, χρήση πράσινων οικοδομικών υλικών και προϊόντων, σκέφτεται «πράσινα» κατά τη διάρκεια της κατασκευής και καθ' όλη τη λειτουργία του. Ένα Πράσινο Νοσοκομείο είναι κατασκευασμένο γύρω από μια εγκατάσταση που ανακυκλώνει, επαναχρησιμοποιεί υλικά, μειώνει τα απόβλητα, και παράγει καθαρότερο αέρα.

Το «Πράσινο@Νοσοκομείο» προωθεί τα ακόλουθα:

- Αειφόρα δομικά υλικά
- Προϊόντα χωρίς υδράργυρο, λατέξ, PVC, και DEHP
- Προστασία της ενέργειας και των υδάτων
- Εργαλεία και πόροι προτιμότεροι από περιβαλλοντική άποψη
- Πράσινα καθαριστικά
- Ολοκληρωμένη φυτοπροστασία
- Μείωση των αποβλήτων και προώθηση της ανακύκλωσης
- Πράσινα Ηλεκτρονικά
- Διαχείριση των φαρμακευτικών προϊόντων
- Μέθοδοι διαχείρισης και απόρριψης ιατρικών αποβλήτων προτιμότερες από περιβαλλοντική άποψη
- Ασφαλέστερες εναλλακτικές σε PBDEs: προϊόντα στις ρυθμίσεις της υγειονομικής περίθαλψης
- Θρεπτικά, βιολογικά τρόφιμα και αειφόρα συστήματα τροφίμων

Από 1^{ης} Μαρτίου του 2012 το Νοσοκομείο Χανίων συγκαταλέγεται μεταξύ των 4 νοσοκομείων της Ε.Ε. τα οποία συνεργάζονται με πανεπιστημιακούς και τεχνολογικούς φορείς για την

ανάπτυξη του καινοτόμου συστήματος διαχείρισης ενέργειας στα νοσοκομεία GREEN@Hospital.

Τα 4 νοσοκομεία της Ε.Ε. που συμμετέχουν στην κοινή πρωτοβουλία για εξοικονόμηση ενέργειας είναι:

- Γενικό Νοσοκομείο Χανίων
- Νοσοκομείο της Ανκόνα (Ιταλία)
- Νοσοκομείο Virgen de las Nieves στη Γρανάδα (Ισπανία)
- Νοσοκομείο De Mollet στη Βαρκελώνη (Ισπανία)

Το έργο GREEN@Hospital έχει ως στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας στις εγκαταστάσεις των νοσοκομείων κατά 15-20% μέσω καινοτόμων επιστημονικών τεχνικών και εξειδικευμένων τεχνολογικών εφαρμογών. Η εξοικονόμηση ενέργειας έγκειται στην υλοποίηση ενός ευφυούς συστήματος το οποίο θα παρακολουθεί την ενεργειακή κατανάλωση του εκάστοτε νοσοκομείου σε 24ωρη βάση και θα προβαίνει σε δράσεις βελτιστοποίησης της λειτουργίας των ενεργειακών του συστημάτων όπως π.χ. των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης, αερισμού, φωτισμού κ.α.

Όσον αφορά την πρόοδο των εργασιών, στο νοσοκομείο Χανίων έχουν ολοκληρωθεί και τεθεί σε λειτουργία οι υποδομές για τη διεξαγωγή μετρήσεων που αφορούν καταναλώσεις ενέργειας, παράγοντες που σχετίζονται με την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, τις κλιματολογικές συνθήκες κλπ. Ταυτόχρονα, είναι σε εξέλιξη ο σχεδιασμός του συστήματος ενεργειακής διαχείρισης και ελέγχου καθώς και βοηθητικών υπολογιστικών εργαλείων για την προσομοίωση και βελτιστοποίηση της λειτουργίας του συστήματος. Αντίστοιχη πρόοδος έχει σημειωθεί και στα υπόλοιπα νοσοκομεία όπου υλοποιείται το GREEN@Hospital.

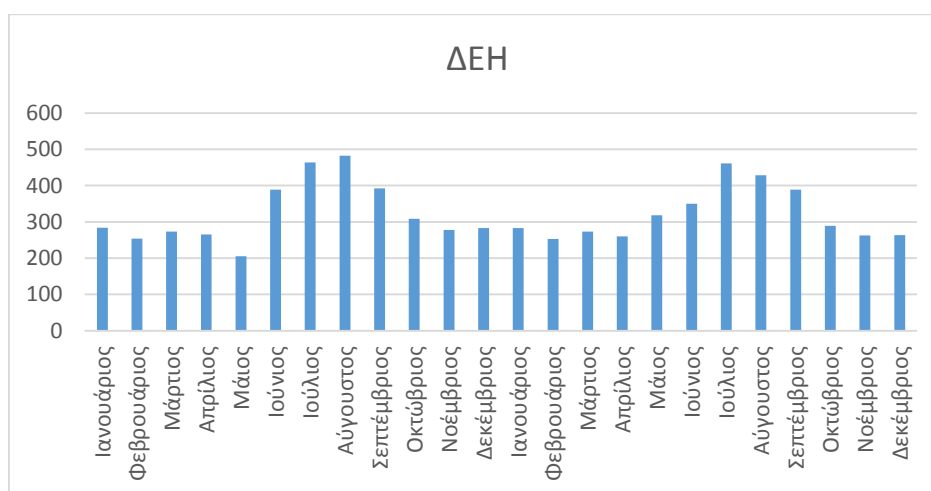
Κεφάλαιο 4 - Καταναλώσεις ενέργειας Ιπποκρατείου

Οι κύριες πηγές ενέργειας για το Ιπποκράτειο είναι η ηλεκτρική ενέργεια και φυσικό αέριο. Για τα παρακάτω διαγράμματα έχει γίνει καταγραφή των καταναλώσεων ενέργειας για δύο έτη, για το 2014 και το 2015. Οι παρακάτω καταναλώσεις αφορούν το σύνολο των κτηρίων που βρίσκονται στην οδό Βασιλίσσης Σοφίας 114 και προέρχονται από τα επίσημα στοιχεία των λογαριασμών για τις δύο μορφές ενέργειας για τα δύο προαναφερθέντα έτη.

4.1 Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας

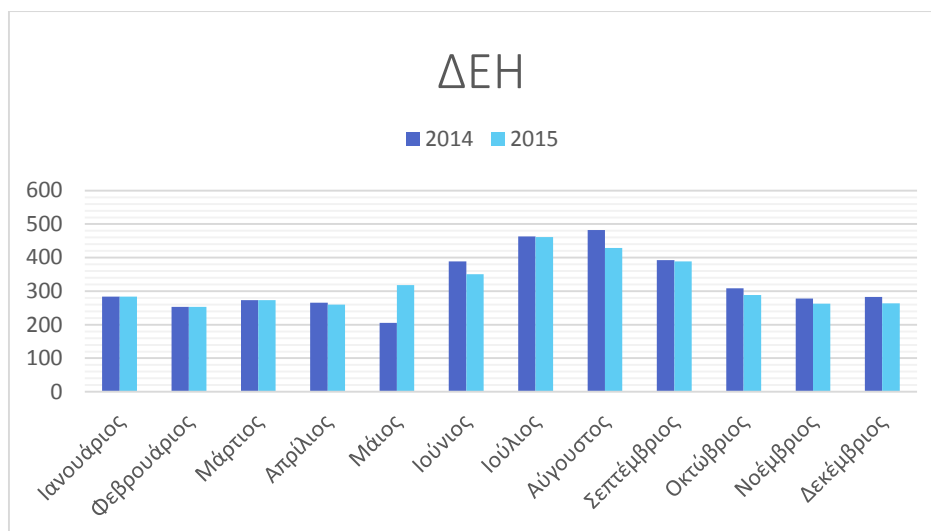
Στη χώρα μας η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται, μεταφέρεται και διανέμεται από τη ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού), τον ΑΔΜΗΕ (Ανεξάρτητος Διαχειριστής Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας) και τον ΔΕΔΔΗΕ (Διαχειριστής Ελληνικού Δικτύου Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας) αντίστοιχα. Η παραγωγή της γίνεται στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ενώ η μεταφορά της μέσω των δικτύων υψηλής και υπέρ-υψηλής τάσης, του δικτύου μέσης τάσης (ΜΤ) (στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα τριφασικά δίκτυα των 6,6 kV, 15 kV και 20 kV, συχνότητας 50 Hz) και το δίκτυο χαμηλής τάσης (ΧΤ) (στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα τριφασικά δίκτυα 380 V συχνότητας 50 Hz και τα μονοφασικά δίκτυα 220 V συχνότητας 50 Hz). Σαν αντιπροσωπευτικά παραδείγματα καταναλωτών μέσης τάσης είναι τα νοσοκομεία, οι στρατιωτικές εγκαταστάσεις, τα ξενοδοχεία, οι βιομηχανίες κ.λπ. Αντίστοιχα παραδείγματα καταναλωτών χαμηλής τάσης είναι οι κτιριακές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις που μπορεί να είναι μονοφασικές ή τριφασικές. Έτσι και στην παρούσα μελέτη το νοσοκομείο ανήκει στους καταναλωτές μέσης τάσης.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα διαγράμματα που προέκυψαν από την καταγραφή των δεδομένων από τους λογαριασμούς της ΔΕΗ για τα έτη 2014 και 2015.



Διάγραμμα 4.1: Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας «Ιπποκρατείου» για τα έτη 2014 και 2015

Ταυτόχρονα αξίζει να σημειωθεί πως η μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανα έτος είναι 3856 MWh. Στο **Διάγραμμα 4.2** παρουσιάζονται συγκριτικά, ανά μήνα, οι καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας για τα δύο έτη.



Διάγραμμα 4.2: Συγκριτική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας «Ιπποκρατείου» για τα έτη 2014 και 2015

Σύμφωνα με το **Διάγραμμα 4.2**, η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας παρέμεινε σταθερή για τους περισσότερους μήνες στα δύο έτη. Η μόνη αισθητή διαφορά παρατηρείται στον μήνα Μάιο, διαφορά που όμως εξισώνεται στο σύνολο του έτους με τις μικρές διαφορές στην κατανάλωση του Ιουνίου και του Αυγούστου.

Αξίζει να αναφερθεί ότι τα δημόσια νοσοκομεία ανήκουν στην κατηγορία τιμολογίου ΒΓ της ΔΕΗ όπου οι χρεώσεις τιμολόγησης διαφέρουν αισθητά σε σχέση με τις οικίες.

Συγκεκριμένα από την σελίδα της ΔΕΗ προκύπτει ότι ισχύουν τα εξής:

Ζώνη	Χρέωση Ισχύος (€/kW/μήνα)	Χρέωση Ενέργειας (€/kWh)
7:00-23:00 τις εργάσιμες μέρες όλο το έτος	6,00	
7:00 - 23:00 τις εργάσιμες μέρες όλο το έτος		0,06428
23:00-7:00 τις εργάσιμες μέρες και όλες τις ώρες του Σαββατοκύριακου και των αργιών του έτους		0,05062

Πίνακας 4.1: Ανταγωνιστικές Χρεώσεις ΔΕΗ με ισχύ από 1.10.2015

Για τον υπολογισμό του κέρδους από την εφαρμογή των δράσεων που παρουσιάζονται στην συνέχεια και στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας χρησιμοποιήθηκε η τιμή 0,06428 ευρώ/kWh όπως αυτή καταγράφεται στον **Πίνακα 4.1**.

4.2 Κατανάλωση φυσικού αερίου

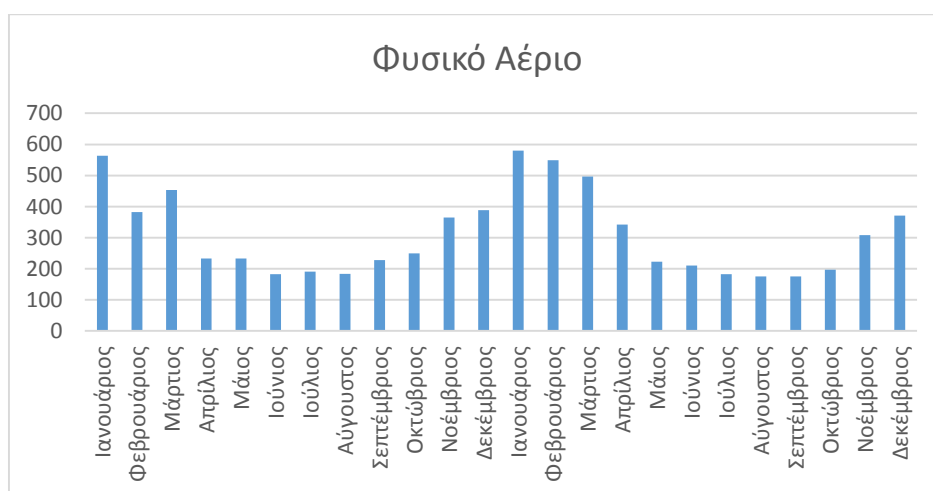
Το φυσικό αέριο είναι ένα φυσικό προϊόν που βρίσκεται σε υπόγεια κοιτάσματα της γης και είτε συναντάται μόνο του είτε συνυπάρχει με κοιτάσματα πετρελαίου. Είναι μίγμα υδρογονανθράκων σε αέρια κατάσταση, αποτελούμενο κυρίως από μεθάνιο (σε ποσοστό άνω του 85%), που είναι ο ελαφρύτερος υδρογονάνθρακας. Είναι πολύ καθαρό, χωρίς

προσμίξεις και θειούχα συστατικά. Το φυσικό αέριο αποτελεί μια «φυσική μορφή ενέργειας» που μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς ιδιαίτερη επεξεργασία και κάνει τέλεια καύση στις κατάλληλες συσκευές. Ταυτόχρονα αποτελεί το φιλικότερο συμβατικό καύσιμο στο περιβάλλον και στον άνθρωπο.

Η Ελλάδα σήμερα προμηθεύεται φυσικό αέριο από 3 διαφορετικές πηγές:

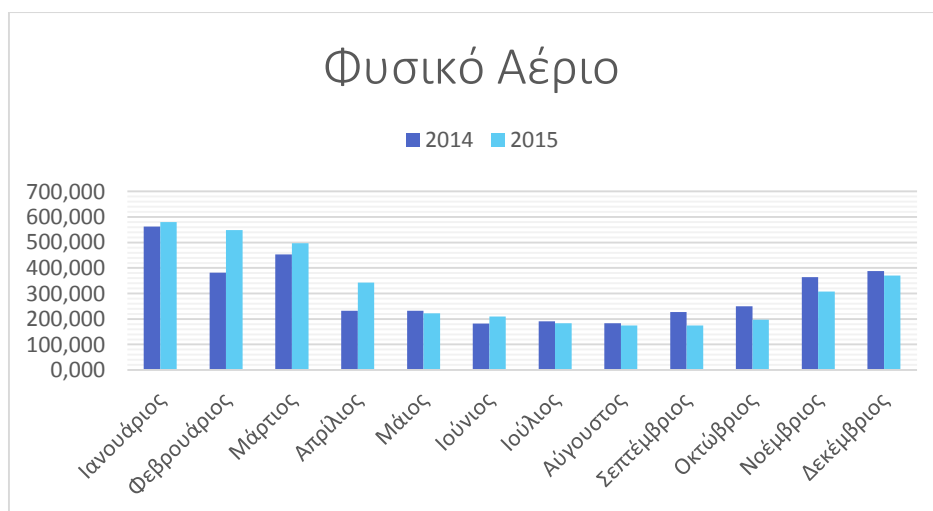
- από τη Ρωσία (μέσω Βουλγαρίας) μέσω αγωγών σε αέρια μορφή
- από την Αλγερία με δεξαμενόπλοια σε υγροποιημένη μορφή (στις εγκαταστάσεις της νήσου Ρεβυθούσας, στον κόλπο των Μεγάρων) και
- από το 2007, από το Αζερμπαϊτζάν (μέσω Τουρκίας) μέσω αγωγών σε αέρια μορφή.

Στο **Διάγραμμα 4.3** παρουσιάζεται η κατανάλωση φυσικού αερίου του νοσοκομείου των ετών 2014 και 2015.



Διάγραμμα 4.3: Κατανάλωση φυσικού αερίου του «Ιπποκρατείου» των ετών 2014 και 2015

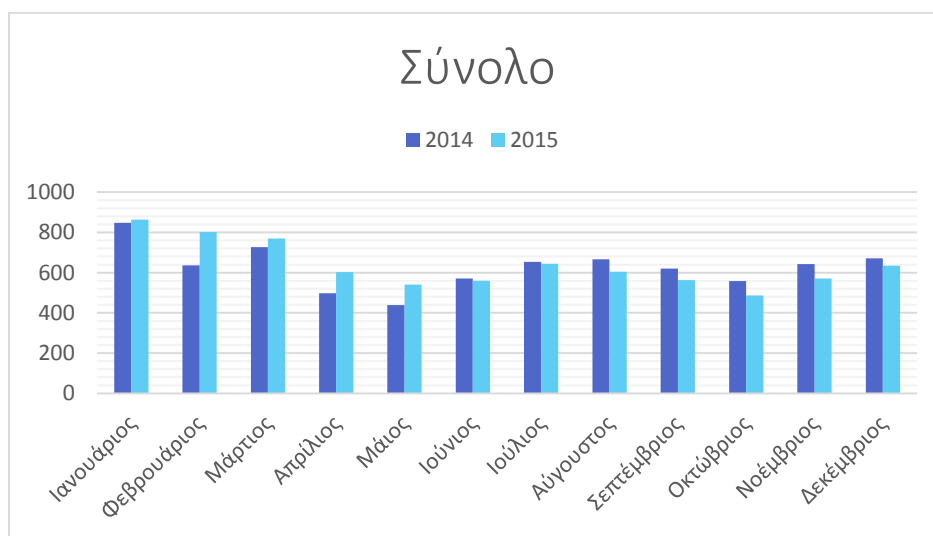
Ταυτόχρονα αξίζει να σημειωθεί πως η μέση κατανάλωση φυσικού αερίου ανα έτος είναι 3730 MWh. Στο **Διάγραμμα 4.4** μπορούμε να παρατηρήσουμε την κατανάλωση φυσικού αερίου συγκριτικά για τα έτη 2014 και 2015.



Διάγραμμα 4.4: Συγκριτική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας «Ιπποκρατείου» για τα έτη 2014 και 2015

Στο **Διάγραμμα 4.4** παρατηρούνται μεγαλύτερες διαφορές στην κατανάλωση των δύο ετών, ειδικά για τους χειμερινούς μήνες. Η διαφορά αυτές οφείλονται στις θερμοκρασιακές συνθήκες καθώς ο χειμώνας του 2013-2014 χαρακτηριζόταν από υψηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τον χειμώνα του 2014-2015 με αποτέλεσμα να απαιτείται μικρότερη κατανάλωση φυσικού αερίου. Ομοίως ο χειμώνας του 2015-2016 ήταν πολύ πιο θερμός από του 2014-2015 με αποτέλεσμα ομοίως να απαιτείται ακόμα μικρότερη κατανάλωση.

Στην συνέχεια παρατίθεται το συνολικό διάγραμμα κατανάλωσης (**Διάγραμμα 4.5**) όπου παρουσιάζεται τόσο η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας όσο και φυσικού αερίου για τα δύο χρόνια που πραγματοποιήθηκε η καταμέτρηση.



Διάγραμμα 4.5: Συνολική κατανάλωση ενέργειας «Ιπποκρατείου» για τα έτη 2014 και 2015

Όπως φαίνεται και από τα παραπάνω διαγράμματα δεν υπάρχουν μεγάλες αλλαγές στην κατανάλωση των δύο ετών εκτός από τον μήνα Φεβρουάριο, όπου το 2015 ο καιρός ήταν πολύ πιο κρύος από το 2014, όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, με αποτέλεσμα η κατανάλωση φυσικού αερίου τον Φεβρουάριο να είναι αισθητά μεγαλύτερη σε σχέση με την προηγούμενη χρονιά. Επίσης όπως φαίνεται από τα διαγράμματα, τους μήνες με ιδιαίτερες θερμοκρασιακές συνθήκες (καλοκαίρι και χειμώνα) η συνολική κατανάλωση είναι μεγαλύτερη σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες.

Το γεγονός πως δεν υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην κατανάλωση εξηγείται και λόγω του είδους της εγκατάστασης, καθώς στις νοσοκομειακές εγκαταστάσεις τα φορτία είναι συγκεκριμένα και δεν παρουσιάζουν μεγάλες μεταβολές εκτός από ειδικές συνθήκες.

Όπως αναφέρθηκε στην αρχή της παραγράφου οι καταναλώσεις αυτές αφορούν το σύνολο των 5 κτηρίων ενώ στη συνέχεια γίνεται εκτενής ανάλυση των δύο μόνο κτηρίων. Για τον λόγο αυτό, και λόγω της έλλειψης μετρητών ενέργειας στις εγκαταστάσεις, χρησιμοποιήθηκε η εξής αναλογία κατανάλωσης:

☞ 8όροφο	40%
☞ 4όροφο	30%
☞ «οίκος αδελφών»	20%
☞ παραδοσιακό κτήριο	10%

Τα παραπάνω ποσοστά δεν προέκυψαν τυχαία καθώς για τα δύο κτήρια που έγινε η ανάλυση, πραγματοποιήθηκε και ποσοτική μελέτη των καταναλώσεων, οπότε αποδείχτηκε πως τα παραπάνω ποσοστά ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα.

Κεφάλαιο 5 – Ενεργειακή επιθεώρηση της εγκατάστασης

Οι κυρίαρχοι κανονισμοί που ακολουθήθηκαν για να πραγματοποιηθούν οι παρακάτω μελέτες είναι οι:

- Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Αριθμ. Δ6/Β/οικ. 5825)
- Τ.Ε.Ε. (2010). Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, Τεχνική οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701 – 1/2010)

5.1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.)

Ο Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ) αφορά τον τομέα της κατοικίας και τον τριτογενή τομέα. Ωστόσο, ορισμένα κτίρια εξαιρούνται από το πεδίο εφαρμογής των διατάξεων σχετικά με την πιστοποίηση όπως τα διατηρητέα κτήρια, όπως αναλύθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο. Αφορά όλες τις πλευρές της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, ώστε να διαμορφωθεί μια πραγματικά ολοκληρωμένη προσέγγιση. Ταυτόχρονα η οδηγία δεν προβλέπει μέτρα σχετικά με το μη μόνιμα εγκατεστημένο εξοπλισμό, όπως είναι οι οικιακές συσκευές.

Εξετάζοντας αναλυτικότερα την οδηγία, αυτή έχει υποχρεωτική εφαρμογή:

- Στην ανέγερση νέων κτιρίων κατοικίας, προσωρινής διαμονής, συνάθροισης κοινού, εκπαίδευσης, υγείας και κοινωνικής πρόνοιας, σωφρονισμού, εμπορίου, γραφείων, βιοτεχνιών και βιομηχανιών
- Στην επέκταση κτιρίων
- Στην ανακαίνιση υφιστάμενων κτιρίων, αποκατάσταση όψεων, αλλαγή χρήσης και αναβάθμιση εγκαταστάσεων
- Στην εφαρμογή επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης υφιστάμενων κτιρίων

Η οδηγία του 2002/91/ΕΚ θεσπίζει τις κάποιες απαιτήσεις από τα κράτη τις Ε.Ε. οι οποίες θα έπρεπε ήδη από τον Ιανουάριο του 2006 να έχουν εναρμονιστεί με το εθνικό μας δίκαιο. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι εξής παράγοντες, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ:

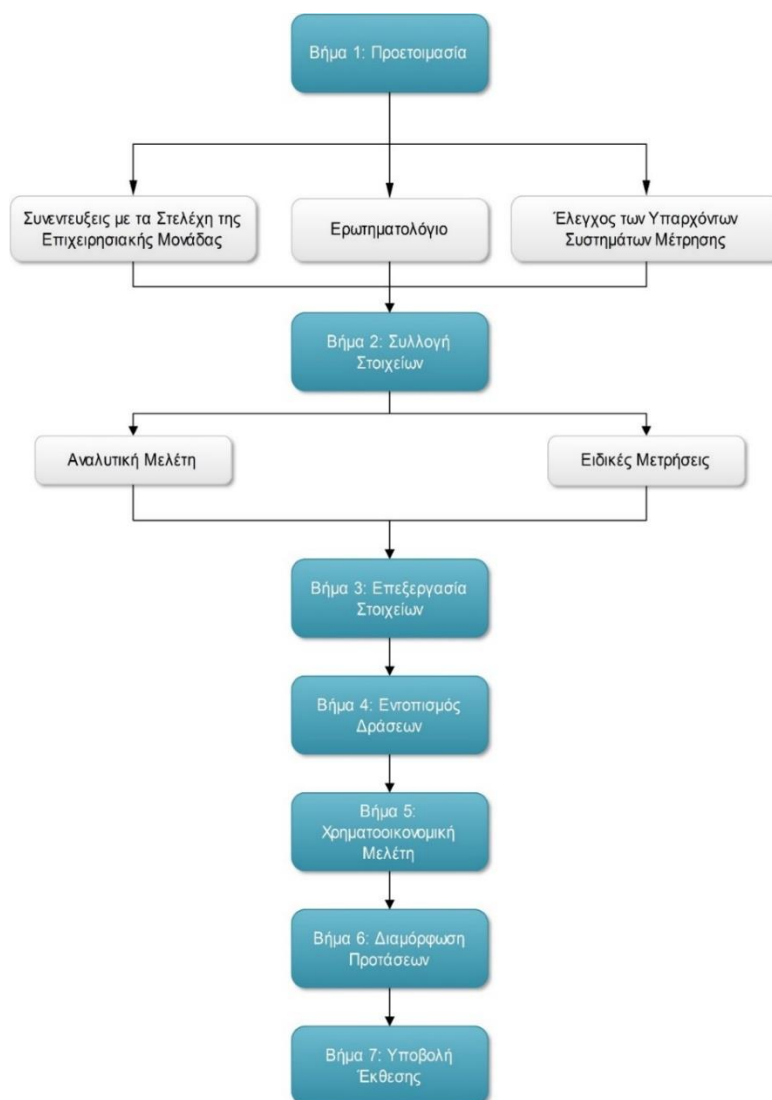
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου (κέλυφος, εσωτερικούς χώρους κλπ.) τα οποία μπορούν να συμπεριλαμβάνουν και την αεροστεγανότητα
- Η εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσίας ζεστού νερού χρήσης, συμπεριλαμβανομένων των χαρακτηριστικών των μονώσεων
- Η εγκατάσταση κλιματισμού
- Ο αερισμός
- Η ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού (κυρίως στον τομέα που δεν αφορά την κατοικία)
- Η θέση και ο προσανατολισμός του κτιρίου
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα και η ηλιακή προστασία

Στον υπολογισμό αυτό θα πρέπει να συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση τεσσάρων παραγόντων:

- Των Ενεργών ηλιακών συστημάτων, άλλων συστημάτων θέρμανσης και ηλεκτρικών συστημάτων βασιζόμενων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- Της ηλεκτρικής ενέργειας παραγόμενης με συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΠΗΘ)
- Των συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου
- Των συστημάτων φωτισμού

5.2 Μεθοδολογία ενεργειακής επιθεώρησης

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η ενεργειακή επιθεώρηση πραγματοποιήθηκε στο παραδοσιακό κτήριο και στο κτήριο «Οίκος αδελφών». Η βασική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την μελέτη περιγράφεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σχήμα 5.1: Μεθοδολογία Ενεργειακής Επιθεώρησης

Στο κτήριο «Οίκος αδελφών» πραγματοποιήθηκε μόνο η μελέτη για τη μόνωση, το φωτισμό και τη θέρμανση, καθώς τόσο τα ιδιαίτερα φορτία που στεγάζονται στο κτήριο όσο και η έλλειψη δεδομένων, κατέστησαν αδύνατη την πλήρη χρήση των εργαλείων ενεργειακής επιθεώρησης που χρησιμοποιήθηκαν για το παραδοσιακό κτήριο για την ορθή εξαγωγή των αποτελεσμάτων.

❖ Βήμα 1: Προετοιμασία

Το βασικότερο στάδιο της μελέτης είναι η σωστή και πλήρης προετοιμασία. Η προετοιμασία μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω συνεντεύξεων με τα στελέχη της επιχειρησιακής μονάδας, μέσω ερωτηματολογίων και μέσω του ελέγχου των υπάρχοντων συστημάτων μέτρησης. Στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο έχουν εγκατασταθεί ελάχιστα συστήματα μέτρησης και γι' αυτό οι βασικές πηγές πληροφοριών είναι οι Υπάλληλοι της Τεχνικής Υπηρεσίας, ο εποπτικός έλεγχος και οι λογαριασμοί του Φυσικού αερίου και της ΔΕΗ.

❖ Βήμα 2: Συλλογή στοιχείων

Στην συνέχεια πραγματοποιείται η συλλογή στοιχείων από τις πηγές που αναφέρθηκαν στο βήμα 1 και ακολουθεί η αναλυτική μελέτη των στοιχείων και η πραγματοποίηση ειδικών μετρήσεων. Στην δική μας περίπτωση δεν πραγματοποιήθηκαν ειδικές μετρήσεις αλλά αρκεστήκαμε στα στοιχεία των λογαριασμών.

❖ Βήμα 3: Επεξεργασία στοιχείων

Η επεξεργασία των στοιχείων παρουσιάζεται σε κάθε μέθοδο ξεχωριστά ανάλογα με τις ανάγκες της μελέτης. Η πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας που βρίσκεται στον ιστότοπο energymanagement.epu.ntua.gr χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των στοιχείων στο παραδοσιακό κτήριο πλήρως, ενώ για το κτήριο «οίκος αδελφών» χρησιμοποιήθηκε μόνο για την αξιολόγηση της μόνωσης του κτηρίου και τον υπολογισμό των συντελεστών θερμοπερατότητας. Η πλατφόρμα αυτή θα αναλυθεί στην επόμενη παράγραφο.

❖ Βήμα 4: Εντοπισμός Δράσεων

Ομοίως και οι δράσεις που επιλέγονται αναλύονται σε κάθε μελέτη χωριστά στην συνέχεια.

❖ Βήμα 5: Χρηματοοικονομική μελέτη

Στόχος της χρηματοοικονομικής ανάλυσης των έργων ενεργειακής βελτίωσης είναι η εξέταση της οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης που φαίνεται από την ανάλυση σύμφωνα με το διάγραμμα που παρουσιάστηκε κατάλληλη, με στόχο τον προσδιορισμό εκείνης που εξασφαλίζει το βέλτιστο όφελος με τον μικρότερο

επενδυτικό κίνδυνο. Η διαδικασία αυτή αφορά δράσεις με μέσο κόστος επένδυσης και πολύ περισσότερο εκείνες με υψηλό κόστος επένδυσης.

Επομένως κατά την χρηματοοικονομική ανάλυση εξετάζονται τα κριτήρια και οι διαδικασίες για μια συνολική αξιολόγηση και ιεράρχηση των προτεινόμενων επεμβάσεων ή γενικότερα των δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

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

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

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

Στα πιο σύνθετα μέτρα της οικονομικής απόδοσης συμπεριλαμβάνεται αυτό της Καθαρής Παρούσας Αξίας (ΚΠΑ) του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (ΕΒΑ), του λόγου οφέλους/κόστους (BCR) και της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής.

Στο στάδιο αυτό εξετάζεται επίσης η πιθανότητα χρηματοδοτικής ενίσχυσης από ευρωπαϊκά προγράμματα, καθώς και η χρήση σύγχρονων χρηματοδοτικών μηχανισμών μέσω ΕΠΕΥ.

Η χρηματοοικονομική ανάλυση πραγματοποιείται στην παρούσα εργασία ξεχωριστά σε κάθε τομέα εξοικονόμησης ενέργειας που μελετάται.

❖ Βήμα 6: Διαμόρφωση προτάσεων

Στο τέλος της εργασίας παρουσιάζονται σύμφωνα με τη χρηματοοικονομική μελέτη σε κάθε μέθοδο οι καλύτερες δράσεις, δηλαδή αυτές με την χαμηλότερη ΚΠΑ και αυτές που εφαρμόζονται πιο εύκολα στην εγκατάσταση μας.

❖ Βήμα 7: Υποβολή έκθεσης

Σε μια πλήρη μελέτη από τον μηχανικό που αναλαμβάνει την εκπόνηση της μελέτης για την ενεργειακή επιθεώρηση σε μία μονάδα, απαιτείται στο τέλος η υποβολή μιας έκθεσης που θα περιλαμβάνει αναλυτικά όλα τα στάδια της μελέτης του αλλά και των προτάσεων στις οποίες κατέληξε. Στη διπλωματική αυτή, η ίδια η διπλωματική

αποτελεί την έκθεση, η οποία και θα κατατεθεί στον προϊστάμενο της Τεχνικής Υπηρεσίας του Ιπποκρατείου Νοσοκομείου.

5.3 Πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο, καθ' όλη τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν τμήματα υπολογισμού από την πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας. Η πλατφόρμα αυτή ακολουθεί τα βασικά βήματα μελέτης διαχείρισης ενέργειας σε ένα κτήριο. Τα βήματα αυτά θα αναλυθούν στην παράγραφο αυτή και τα αποτελέσματα των υπολογισμών θα παρουσιάζονται στα διάφορα τμήματα της εργασίας στα οποία εφαρμόζονται.

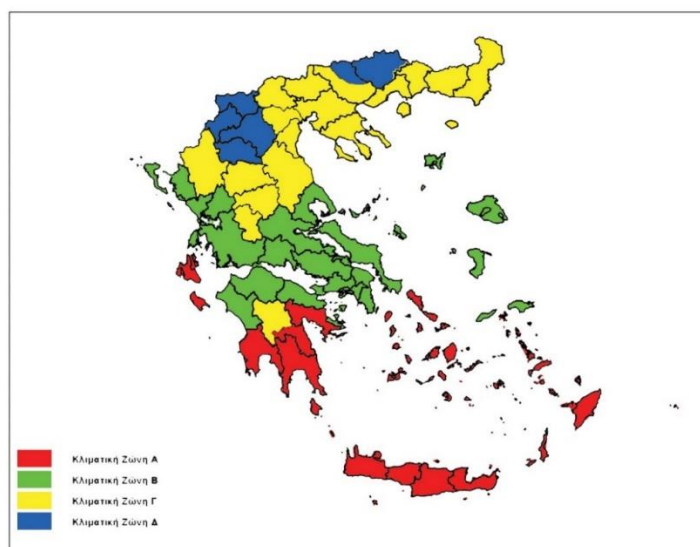
Αρχικά μας ζητείται να καταχωρήσουμε στην πλατφόρμα τα βασικά στοιχεία του κτηρίου, τις θερμικές ζώνες τις οποίες θα μελετήσουμε στην συνέχεια και τα στοιχεία επικοινωνίας του υπευθύνου. Στην παρούσα μελέτη, πραγματοποιήθηκε διαφορετική καταχώρηση για το παραδοσιακό κτήριο και για τον «Οίκο αδελφών». Ενδεικτικά αναφέρω ότι το παραδοσιακό κτήριο αποτελείται από 59 θερμικές ζώνες και θεωρήθηκε ενιαία θερμική ζώνη σε όλο το κτήριο.

Στην συνέχεια προσδιορίζεται η κλιματική ζώνη στην οποία ανήκει το κτήριο. Η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης. Στον παρακάτω πίνακα προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνιση των παραπάνω ζωνών στο σχήμα που ακολουθεί.

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ. Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.

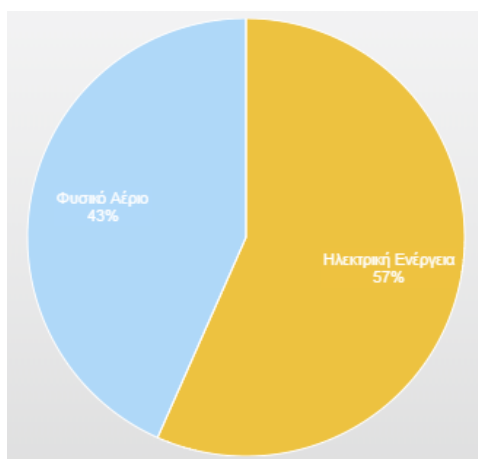
Πίνακας 5.1: Κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα



Εικόνα 5.2: Σχηματική αναπαράσταση κλιματικών ζωνών στην Ελλάδα

Προκύπτει λοιπόν ότι το Ιπποκράτειο Νοσοκομείο Αθηνών ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

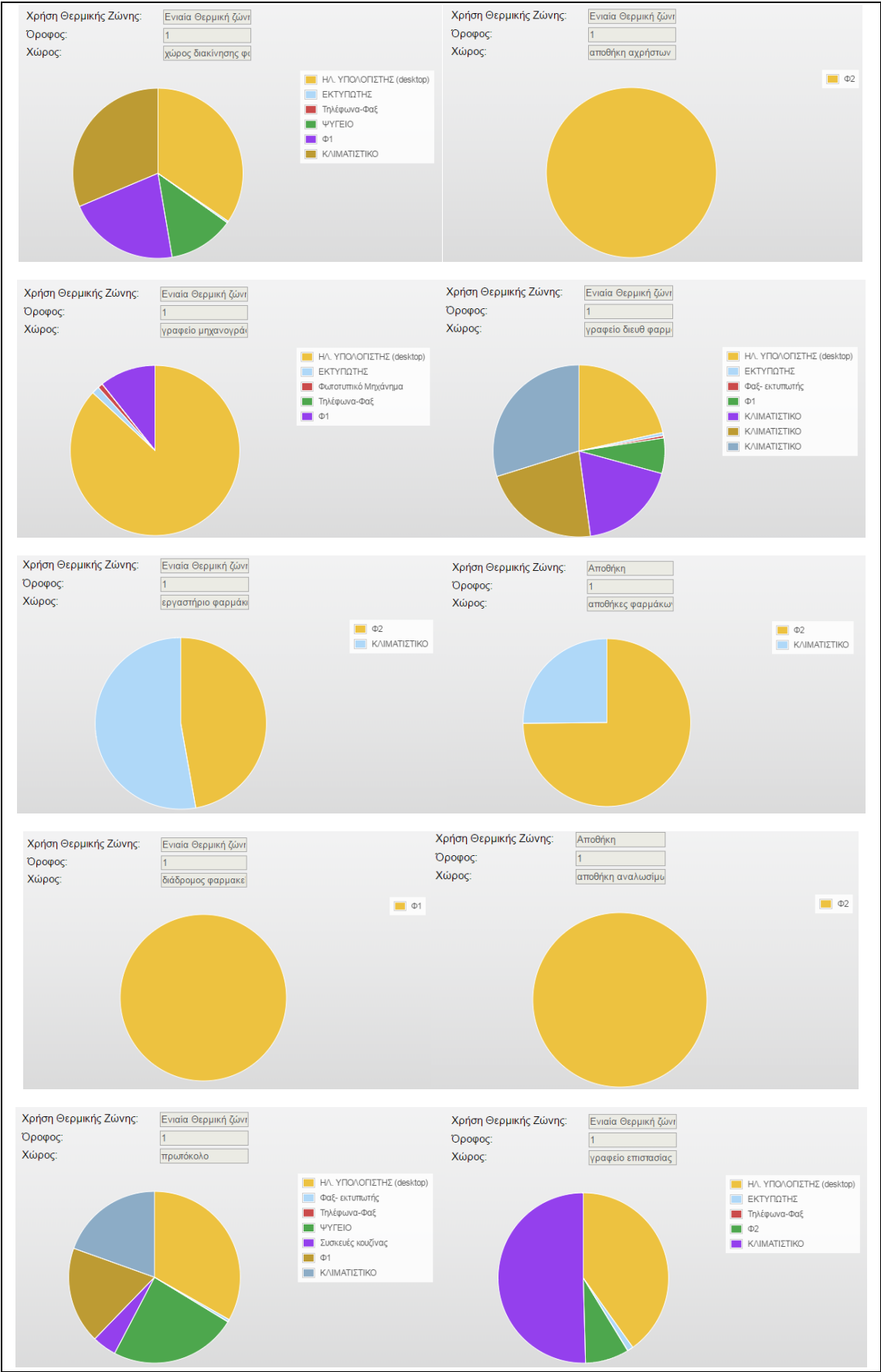
Στην συνέχεια καταχωρούνται στην πλατφόρμα οι καταναλώσεις του κτηρίου από τις διάφορες πηγές ενέργειας ο οποίες στην περίπτωση μας είναι η ηλεκτρική ενέργεια από την ΔΕΗ και το φυσικό αέριο. Έτσι προκύπτει το παρακάτω διάγραμμα.

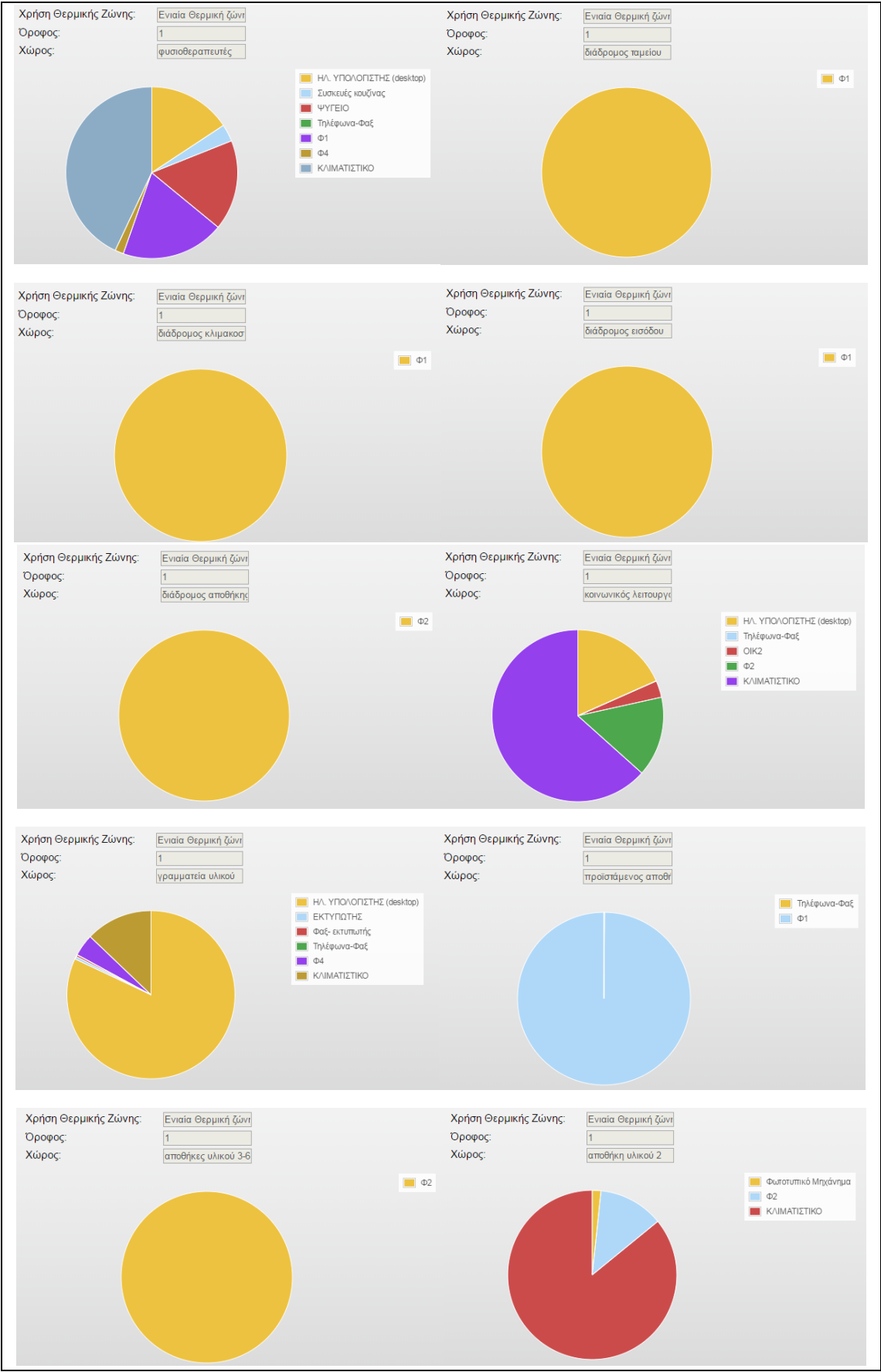


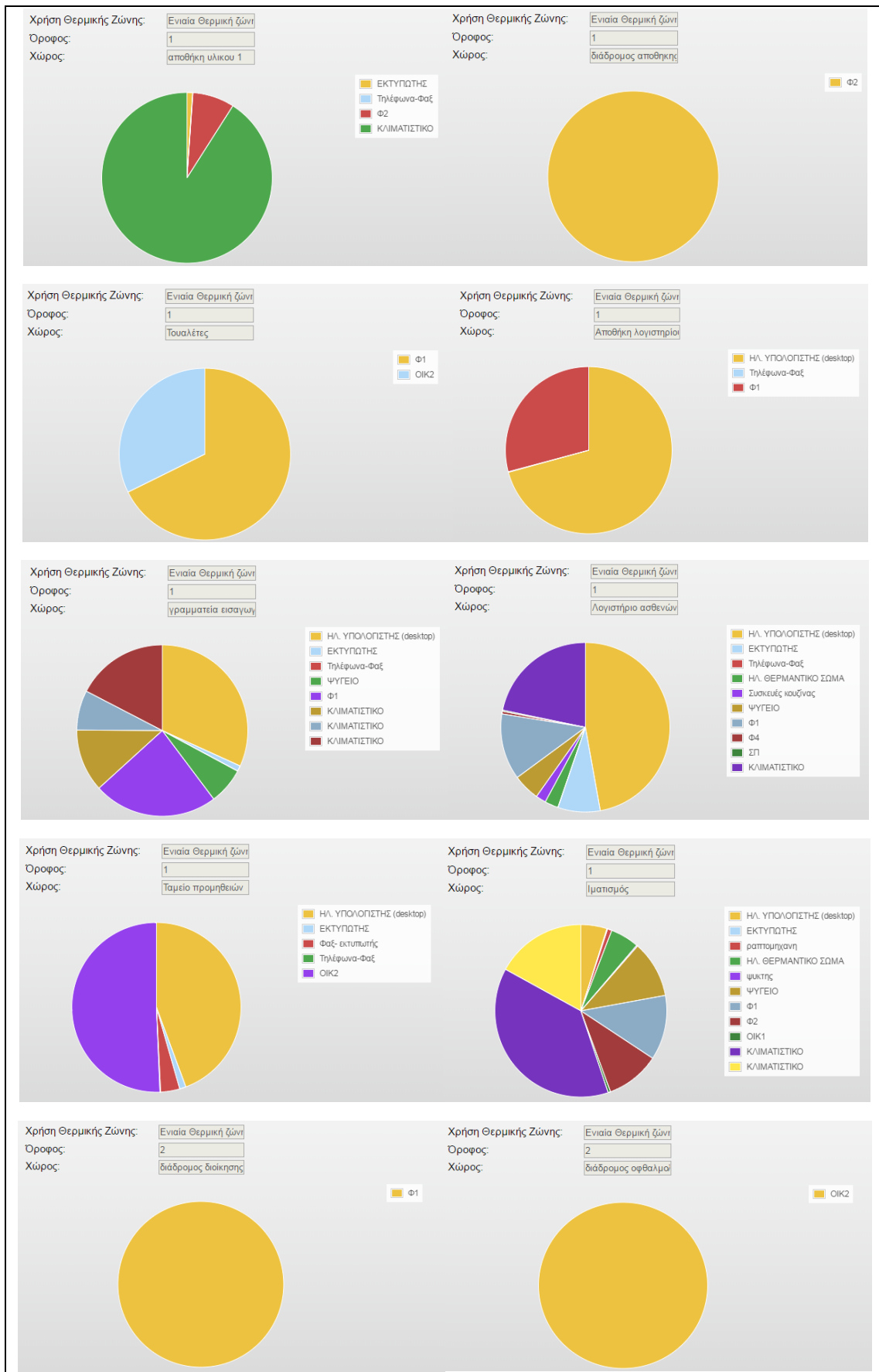
Διάγραμμα 5.1: Αναλογία κατανάλωσης ενέργειας στο παραδοσιακό κτήριο

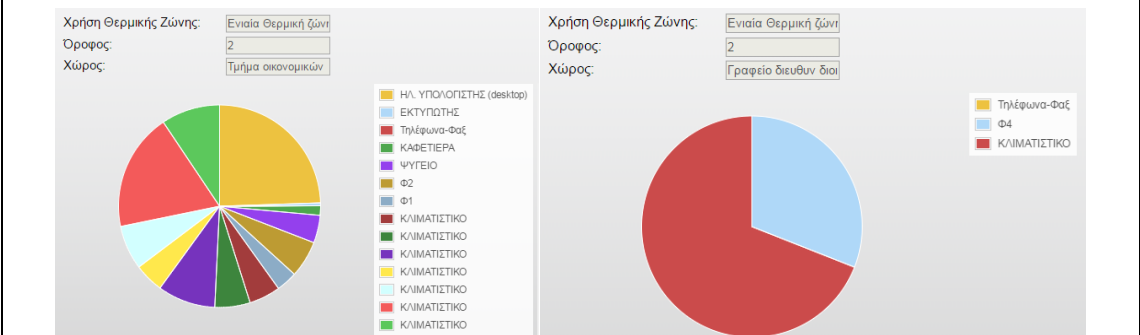
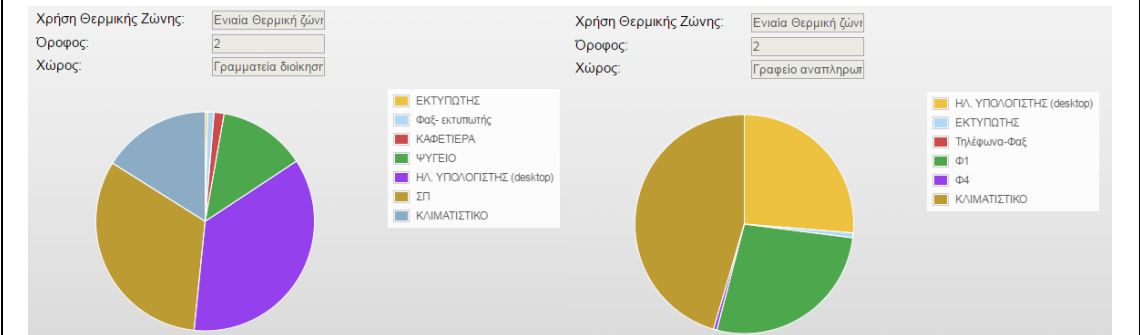
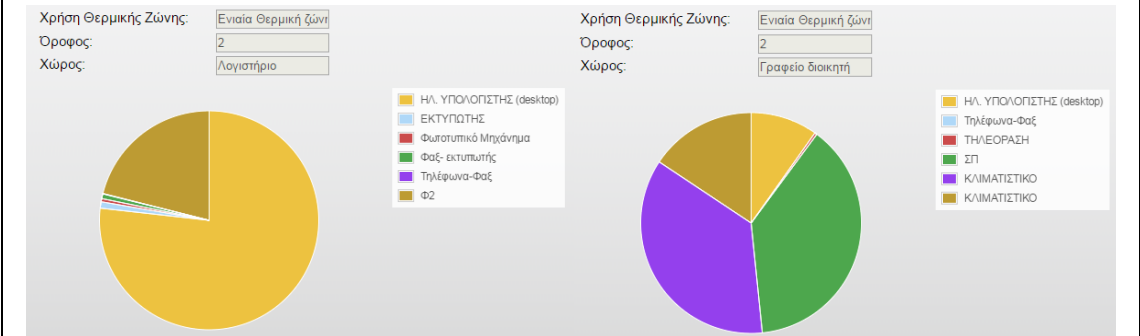
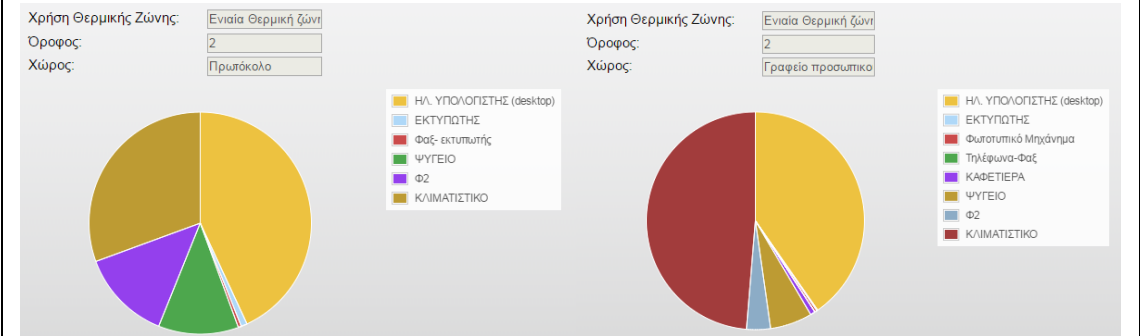
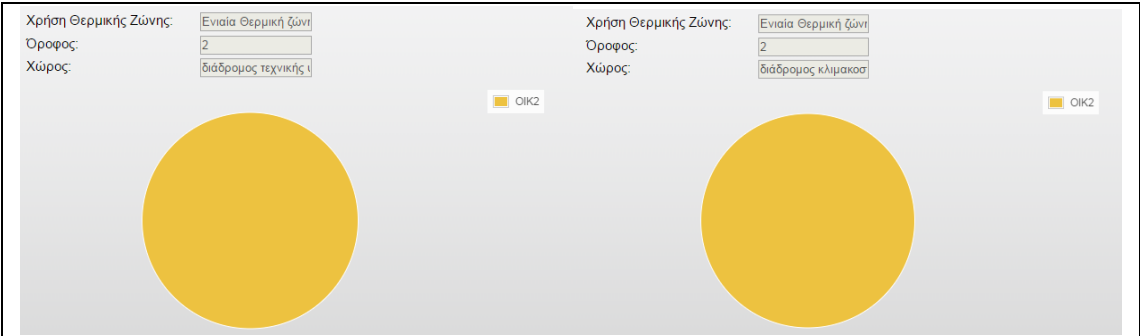
Ακολούθως μας ζητείται να καταχωρήσουμε τυχόν στοιχεία που έχουμε από καταγραφικό εξοπλισμό, το σύστημα ψύξης, το σύστημα ΖΝΧ, ηλιακούς συλλέκτες και από το σύστημα θέρμανσης. Στην παρούσα εφαρμογή πλήρη στοιχεία υπάρχουν μόνο για το σύστημα θέρμανσης από της παραπάνω κατηγορίες. Παρόλα αυτά η πλατφόρμα δεν επιτρέπει την εισαγωγή στοιχείων για περισσότερους από έναν λέβητες με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εισαχθούν τα δεδομένα που αντιστοιχούν στην παρούσα εφαρμογή.

Στο επόμενο βήμα μας ζητείται να καταχωρήσουμε τις καταναλώσεις φωτισμού, κλιματισμού και ηλεκτρικών συσκευών σε κάθε χώρο. Τα διαγράμματα που προκύπτουν φαίνονται ακολούθως. Στα διαγράμματα αυτά φαίνεται και το ποσοστό της κατανάλωσης του φωτισμού και του κλιματισμού στον κάθε χώρο.













Διάγραμμα 5.2: Διαγράμματα ηλεκτρικών καταναλώσεων στους χώρους του παραδοσιακού κτηρίου

Στα παραπάνω διαγράμματα φαίνεται στις καταναλώσεις η συσκευή «τηλέφωνο-φαξ». Παρόλο που η κατανάλωση ενός τηλεφώνου που συνδέεται στην πρίζα είναι ελάχιστη, λόγω του πλήθους των γραμμών που χρησιμοποιούνται σε κάθε χώρο και για λόγους πληρότητας παραθέτω στα αποτελέσματα και την κατανάλωση που προκύπτει από τις συσκευές αυτές. Προκύπτει προφανώς ότι ακόμα και με 20 συσκευές σε έναν χώρο η κατανάλωση είναι τόσο μικρή που δεν μπορεί καν να φανεί στα διαγράμματα.

Στο επόμενο βήμα της πλατφόρμας παρατίθενται τα συνολικά αποτελέσματα του κάθε ορόφου αλλά καθώς λόγω της πληθώρας των στοιχείων κατανάλωσης το διάγραμμα δεν μπορεί να μας δώσει τα επιθυμητά στοιχεία, πραγματοποιήθηκε η ίδια ανάλυση στο Excel και προέκυψαν τα διαγράμματα που θα παρατεθούν στην επόμενη παράγραφο.

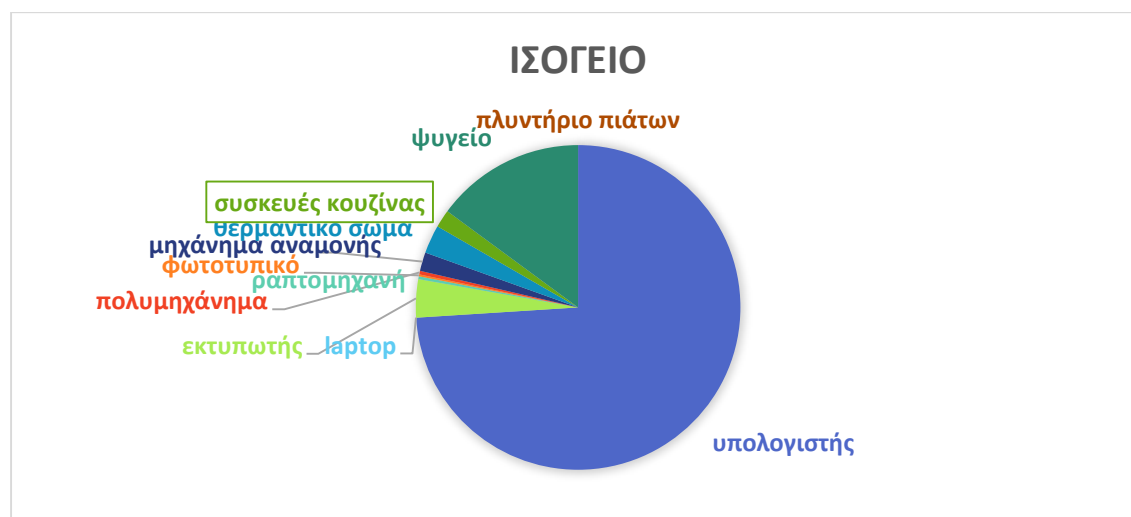
Στην συνέχεια λαμβάνει χώρα η μελέτη της μόνωσης. Εισάγοντας τα στοιχεία για τα δομικά υλικά προκύπτουν οι συντελεστές θερμοπερατότητας των διαφανών και αδιαφανών δομικών στοιχείων. Η μελέτη μόνωσης θα παρουσιαστεί στην αντίστοιχη παράγραφο.

Το τελευταίο βήμα της μελέτης διαχείρισης ενέργειας αποτελούν τα σενάρια εξοικονόμησης ενέργειας. Κάποια από αυτά όπως η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος πραγματοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ενώ κάποια άλλα δεν μπορούσαν να εφαρμοστούν είτε για λόγους οικονομίας είτε για πρακτικούς λόγους, όπως το γεγονός ότι υπάρχει ήδη εγκατεστημένο δίκτυο φυσικού αερίου. Τα σενάρια που χρησιμοποιήθηκαν αναλύονται στα αντίστοιχα πεδία.

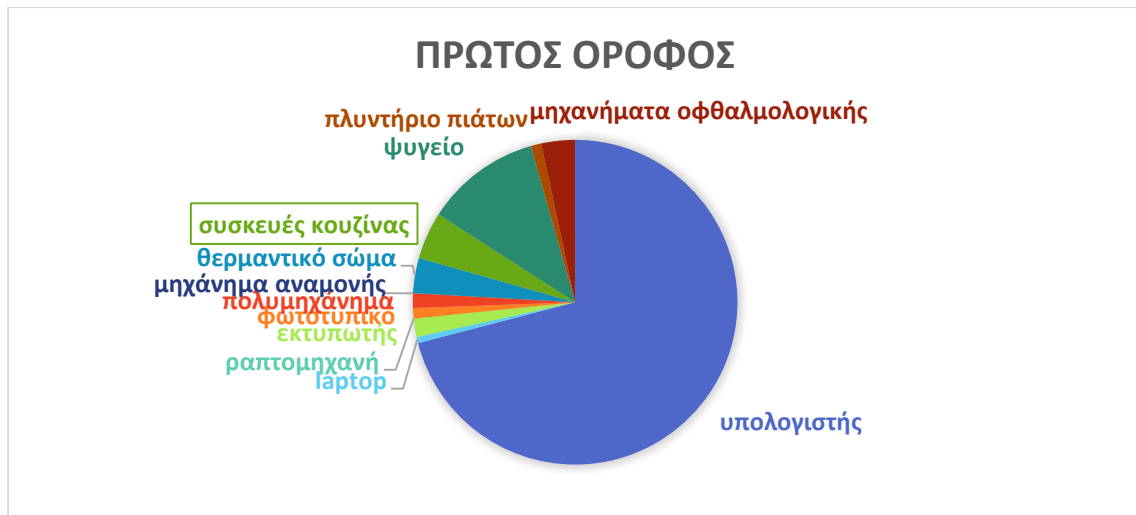
5.4 Ηλεκτρικές καταναλώσεις παραδοσιακό κτήριο

Στο σημείο αυτό παρουσιάζονται οι καταναλώσεις του παραδοσιακού κτηρίου, έτσι όπως προέκυψαν από τον εποπτικό έλεγχο των χώρων τόσο από την χρήση του excel όσο και από την πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας. Στις καταναλώσεις που αφορούν τον φωτισμό γίνεται ιδιαίτερος σχολιασμός στο κεφάλαιο «Φωτισμός», όπου αναλύεται η χρήση αλλά και το είδος των εγκατεστημένων λαμπτήρων. Παρουσιάζονται οι καταναλώσεις ανάλογα με το είδος και τον όροφο και στην συνέχεια τα συνολικά διαγράμματα. Έτσι προκύπτουν τα παρακάτω διαγράμματα:

1. Καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές



Διάγραμμα 5.3: Καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές στο ισόγειο του παραδοσιακού κτηρίου

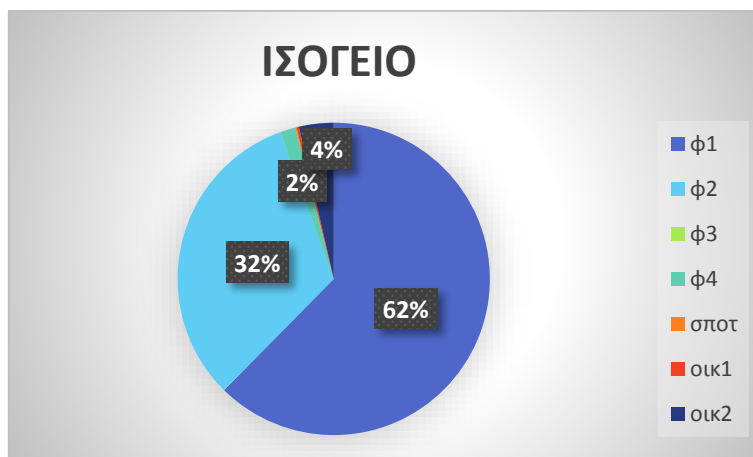


Διάγραμμα 5.4: Καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές στον πρώτο όροφο του παραδοσιακού κτηρίου



Διάγραμμα 5.5: Καταναλώσεις από ηλεκτρικές συσκευές στο σύνολο του παραδοσιακού κτηρίου

2. Καταναλώσεις φωτισμού



Διάγραμμα 5.6: Καταναλώσεις φωτισμού στο ισόγειο του παραδοσιακού κτηρίου



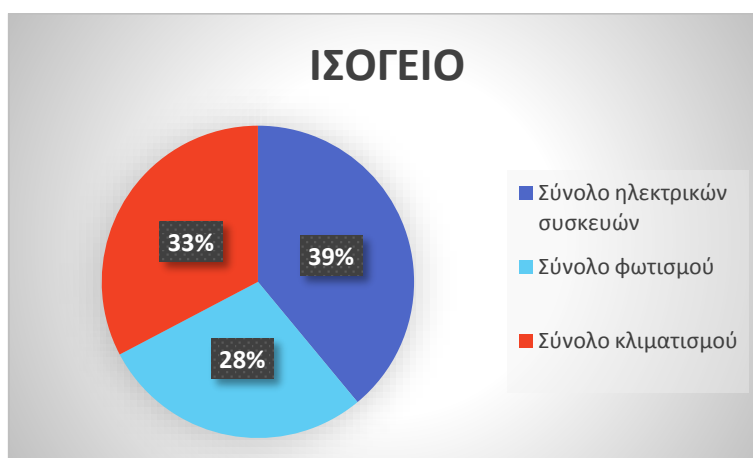
Διάγραμμα 5.7: Καταναλώσεις φωτισμού στον πρώτο όροφο του παραδοσιακού κτηρίου



Διάγραμμα 5.8: Καταναλώσεις φωτισμού στο σύνολο του παραδοσιακού κτηρίου

3. Σύγκριση καταναλώσεων Ηλεκτρικών συσκευών – Φωτισμού – Κλιματισμού

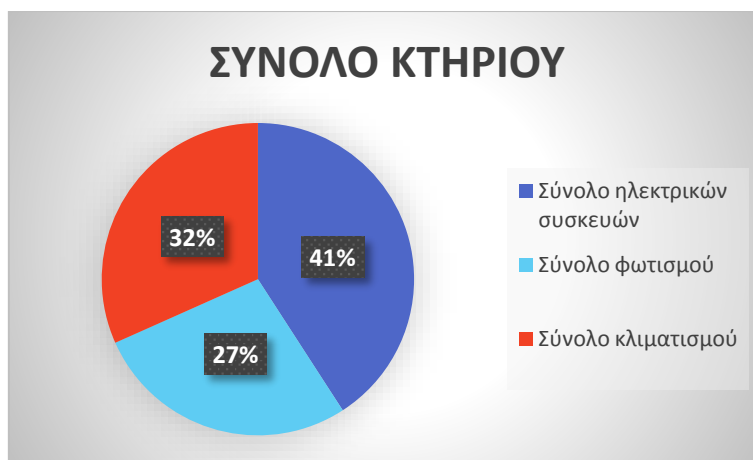
Καθώς κατά την ανάλυση παρατηρήθηκε ότι υπάρχει πολύ μεγάλη χρήση κλιματιστικών, πραγματοποιήθηκε σύγκριση μεταξύ των καταναλώσεων των συσκευών, των φωτιστικών και των κλιματιστικών. Έτσι προέκυψαν τα παρακάτω συνολικά διαγράμματα.



Διάγραμμα 5.9: Αναλογία καταναλώσεων Ηλεκτρικών συσκευών – Φωτισμού – Κλιματισμού στο ισόγειο του παραδοσιακού κτηρίου



Διάγραμμα 5.10: Αναλογία καταναλώσεων Ηλεκτρικών συσκευών – Φωτισμού – Κλιματισμού στον πρώτο όροφο του παραδοσιακού κτηρίου



Διάγραμμα 5.11: Αναλογία καταναλώσεων Ηλεκτρικών συσκευών – Φωτισμού – Κλιματισμού στο σύνολο του παραδοσιακού κτηρίου

Όπως φαίνεται από τα παραπάνω διαγράμματα τόσο οι καταναλώσεις από τον φωτισμό όσο και από τα κλιματιστικά αποτελούν πολύ βασικούς παράγοντες κατανάλωσης και γι' αυτό στην συνέχεια θα πραγματοποιηθεί εκτενής μελέτη και για τις δύο καταναλώσεις. Στον τομέα των οικιακών καταναλώσεων παρατηρείται πως η βασική κατανάλωση προέρχεται από τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και τα ψυγεία που είναι συσκευές που δεν μπορούν να μειωθούν ή να τροποποιηθούν ώστε να πραγματοποιηθεί κάποια εξοικονόμηση ενέργειας. Το μόνο που παρατηρήθηκε είναι πως αρκετοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές ενώ δεν είναι σε χρήση παραμένουν συνδεδεμένοι στο δίκτυο με αποτέλεσμα να υπάρχει κάποια κατανάλωση αναμονής. Για τον λόγο αυτό προτείνεται, αφού γίνει κάποια μελέτη για την χρήση των υπολογιστών στους χώρους, όποιοι από αυτούς δεν χρησιμοποιούνται να αποσυνδεθούν πλήρως από το δίκτυο.

5.5 Μελέτη κλιματισμού

Όπως παρουσιάστηκε και στα παραπάνω διαγράμματα, ο κλιματισμός αποτελεί βασική πηγή κατανάλωσης στην εγκατάσταση και γι' αυτό αξίζει να πραγματοποιηθεί ιδιαίτερη ανάλυση. Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται θεωρητικά οι τύποι των κλιματιστικών σωμάτων, δίνονται τα

στοιχεία που απαιτήθηκαν από τον Κ.Εν.Α.Κ και παρουσιάζεται η μελέτη εξοικονόμησης για το παραδοσιακό κτήριο.

5.5.1 Τύποι κλιματιστικών

Κατά την έρευνα αγοράς στο χώρο των κλιματιστικών μηχανημάτων, μπορούμε να παρατηρήσουμε μία μεγάλη ποικιλία σε τύπους κλιματιστικών.

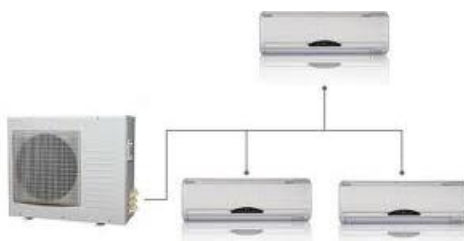
- Τοίχου



Εικόνα 5.3: Παράδειγμα κλιματιστικού τύπου «Τοίχου»

Ο πλέον αναγνωρίσιμος και δημοφιλής τύπος είναι το κλιματιστικό τοίχου. Όπως προδίδει το όνομά του, η εσωτερική μονάδα εγκαθίσταται σε έναν από τους τοίχους του δωματίου, επιλύοντας το πρόβλημα έλλειψης διαθέσιμου εσωτερικού χώρου, με το μικρότερο δυνατό κόστος εγκατάστασης. Τα κλιματιστικά τοίχου έχουν τη δυνατότητα να καλύψουν τις ανάγκες σε ευρείας κλίμακα, από πλευράς διαστάσεων και δωματίων. Λόγω του ύψους τοποθέτησής τους, έχουν τη δυνατότητα να κλιματίζουν καλύτερα το χώρο σε σχέση με μοντέλα που είναι τοποθετημένα στο δάπεδο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο θερμός αέρας είναι ελαφρύτερος από τον ψυχρό και κατ' επέκταση συναντάται σε μεγαλύτερα ύψη εντός του χώρου. Ως εκ τούτου ο ψυχρός αέρας εάν εξάγεται από χαμηλά είναι δυσκολότερο να φθάσει τα υψηλότερα στρώματα του χώρου έτσι ώστε να ψύξει το θερμό αέρα.

- Multi



Εικόνα 5.4: Παράδειγμα κλιματιστικού τύπου «Multi»

Τα multi συστήματα κλιματισμού είναι παρόμοια με τα κλιματιστικά τοίχου. Ουσιαστικά η διαφορά τους έγκειται στη δυνατότητα σύνδεσης περισσότερων του ενός εσωτερικών μονάδων σε μία εξωτερική. Με μία τέτοια επιλογή μπορούμε να μειώσουμε το κόστος αγοράς κλιματιστικών για διαφορετικά δωμάτια και εξοικονόμηση χώρου. Παρόλα αυτά θα πρέπει η εξωτερική μονάδα να είναι επαρκής από πλευράς ισχύος, έτσι ώστε να καλύψει τις ανάγκες των συνδεδεμένων εσωτερικών μονάδων για την ταυτόχρονη λειτουργία τους. Επιπλέον, η εξωτερική μονάδα θα πρέπει να τοποθετηθεί σε τέτοιο σημείο έτσι ώστε το μήκος των σωληνώσεων σύνδεσης με τις εσωτερικές μονάδες να μην ξεπερνά το μήκος που έχει οριστεί από τον κατασκευαστή.

- Καναλάτο



Εικόνα 5.5: Παράδειγμα κλιματιστικού τύπου «Καναλάτο»

Στα κλιματιστικά τύπου «καναλάτο», η εσωτερική μονάδα είναι τοποθετημένη εξ' ολοκλήρου εντός του ταβανιού του δωματίου. Ως εκ τούτου είναι υποχρεωτική η ύπαρξη ψευδοροφής. Ο ψυχρός αέρας εκχέεται στο χώρο με τη βοήθεια κατάλληλων καναλιών (εύκαμπτων σωληνώσεων). Οι εύκαμπτες αυτές σωληνώσεις καταλήγουν σε περισίδες βελτιώνοντας την αισθητική του χώρου. Η λύση του συγκεκριμένου κλιματιστικού ενδείκνυται σε περιπτώσεις όπου ο χώρος είναι αρκετά μεγάλος και είναι προτιμότερη η εξαγωγή αέρα από περισσότερα του ενός διαφορετικά σημεία. Όμως εφόσον επιλεγεί η συγκεκριμένη λύση θα πρέπει να συνυπολογιστεί στο κόστος, η αγορά των προαναφερόμενων σωληνώσεων και περισίδων.

- Δαπέδου – Οροφής



Εικόνα 5.6: Παράδειγμα κλιματιστικού τύπου «Δαπέδου-Οροφής»

Τα κλιματιστικά δαπέδου/οροφής μας δίνουν την ευχέρεια να αποφασίσουμε για το σημείο εγκατάστασής τους, αφού όπως είναι προφανές από την ονομασία τους, μπορούν να εγκατασταθούν είτε στο δάπεδο είτε στην οροφή του δωματίου. Στην πρώτη περίπτωση (δάπεδο) θα πρέπει να λάβουμε υπόψη όσα έχουν ήδη αναφερθεί περί θερμού και ψυχρού αέρα στα κλιματιστικά τοίχου. Στη δεύτερη περίπτωση (οροφή) θα πρέπει να αναλογιστούμε ότι η μονάδα δεν "χωνεύεται" εντός της οροφής, όπως στα κλιματιστικά τύπου "καναλάτο" και "κασέτα", αλλά είναι εξ' ολοκλήρου εμφανής. Ωστόσο, η τοποθέτηση της στην οροφή του δωματίου δεν απαιτεί ύπαρξη ψευδοροφής. Προς αποφυγή παρερμηνειών θα πρέπει να τονιστεί ότι υπάρχουν εσωτερικές μονάδες οι οποίες οπτικά μοιάζουν με τα κλιματιστικά δαπέδου οροφής αλλά είναι είτε μόνο δαπέδου είτε μόνο οροφής.

- Κασέτα



Εικόνα 5.7: Παράδειγμα κλιματιστικού τύπου «Κασέτα»

Στα κλιματιστικά τύπου κασέτα, η εσωτερική μονάδα είναι τοποθετημένη στο ταβάνι του δωματίου. Ως εκ τούτου και σε αυτήν την περίπτωση είναι υποχρεωτική η

ύπαρξη ψευδοροφής. Όμως σε αντίθεση με το κλιματιστικό τύπου καναλάτο, το κάτω μέρος της είναι εμφανές. Επιπρόσθετα, η εξαγωγή του αέρα γίνεται μόνο από το σημείο στο οποίο είναι εγκατεστημένη η εσωτερική μονάδα.

- Ντουλάπα



Εικόνα 5.8: Παράδειγμα κλιματιστικού τύπου «Ντουλάπα»

Ο τύπος κλιματιστικών ντουλάπα, αναφέρεται σε ογκώδη μηχανήματα που τοποθετούνται στο δάπεδο και συνηθέστερα χρησιμοποιούνται για κλιματισμό μεγάλων επαγγελματικών χώρων όπως καφετέριες και εστιατόρια.

- Φορητό



Εικόνα 5.9: Παράδειγμα κλιματιστικού τύπου «Φορητό»

Τα φορητά κλιματιστικά μπορούν να μετακινηθούν μέσα στο χώρο και είναι αρκετά φθηνότερα από τα υπόλοιπα κλιματιστικά μηχανήματα. Όμως λόγω της μικρής τους ισχύς δεν έχουν εφάμιλλες επιδόσεις. Μπορούν να διακριθούν σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την αρχή λειτουργίας τους.

- ❖ Φορητά ψυχρού αέρα

Στην κατηγορία περιλαμβάνονται τα φορητά κλιματιστικά που χρησιμοποιούν τον αέρα για την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος. Συνεπώς η αρχή λειτουργίας τους είναι παρεμφερής με τα κλιματιστικά σταθερής εγκατάστασης. Διαχωρίζονται περαιτέρω με βάση την ύπαρξη ή την απουσία εξωτερικής μονάδας. Όμως, και οι δύο περιπτώσεις κλιματιστικών αυτής της κατηγορίας, έχουν ως προαπαιτούμενο για την λειτουργία τους, την επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον.

- ❖ Φορητά air coolers

Στην κατηγορία περιλαμβάνονται τα κλιματιστικά που εξατμίζοντας νερό στο χώρο, απορροφούν ένα ποσοστό θερμότητας, δημιουργώντας μια αίσθηση δροσιάς. Η συγκεκριμένη μέθοδος δροσισμού είναι παρεμφερής με αυτή που

χρησιμοποιεί το σώμα μας μέσω της εφίδρωσης. Το βασικό πλεονέκτημα των συγκεκριμένων κλιματιστικών πηγάζει από το γεγονός ότι δεν αλληλεπιδρούν με το εξωτερικό περιβάλλον (μέσω σωλήνας), με αποτέλεσμα να είναι πλήρως φορητά και ανεξάρτητα. Όμως, τα συγκεκριμένα κλιματιστικά αυξάνουν την υγρασία στο χώρο, γεγονός που μπορεί να είναι δυσάρεστο σε υγρά κλίματα.

Inverter ή Συμβατικό (on/off)

Από πλευράς τεχνολογίας μπορούμε να διακρίνουμε τα κλιματιστικά σε inverter και συμβατικά (on/off). Τα inverter κλιματιστικά λειτουργούν με μεταβλητό ρυθμό ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο. Κατά την αρχική ενεργοποίησή τους λειτουργούν στο μέγιστο ρυθμό, έτσι ώστε ο χώρος να αποκτήσει τις συνθήκες (θερμοκρασίας και υγρασίας) που έχουμε θέσει. Όταν επικρατήσουν οι επιθυμητές συνθήκες, συνεχίζουν να λειτουργούν αλλά με αισθητά μειωμένο ρυθμό με σκοπό τη διατήρησή τους. Σε αντίθεση με τα inverter, τα συμβατικά κλιματιστικά είτε λειτουργούν με σταθερό ρυθμό είτε παύουν τη λειτουργία τους. Για το λόγο αυτό ονομάζονται και on/off. Κατά το στάδιο αρχικής λειτουργίας, δηλαδή έως ότου επικρατήσουν οι επιθυμητές συνθήκες, τα συμβατικά λειτουργούν με σταθερό ρυθμό, ο οποίος είναι μικρότερος σε σχέση με τον ρυθμό των inverter κλιματιστικών αντίστοιχης ισχύος. Ως εκ τούτου, ένα συμβατικό κλιματιστικό θα δημιουργήσει τις επιθυμητές συνθήκες σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από την έναρξη της λειτουργίας του, σε σχέση με ένα inverter αντίστοιχης ισχύος. Όταν επικρατήσουν οι επιθυμητές συνθήκες τότε παύουν να λειτουργούν, έως ότου οι συνθήκες αποκλίνουν αρκετά από αυτές. Όταν η απόκλιση γίνει αισθητή, τότε επαναλειτουργούν στον αρχικό σταθερό ρυθμό. Λόγω της προαναφερόμενης διαφοροποίησης τα inverter κλιματιστικά επιτυγχάνουν:

1. Μικρότερη κατανάλωση σε σχέση με τα αντίστοιχα σε ισχύ συμβατικά
2. Μικρότερα επίπεδα θορύβου, λόγω της συνεχόμενης λειτουργίας τους σε χαμηλές στροφές
3. Συνεχή διατήρηση της θερμοκρασίας και υγρασίας σε επίπεδα πιο κοντά στα επιθυμητά

5.5.2 Μελέτη κλιματισμού στο παραδοσιακό κτήριο

Η μελέτη κλιματισμού πραγματοποιήθηκε για το παραδοσιακό κτήριο. Το σύστημα ψύξης αποτελείται κυρίως από αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας διαιρεμένου τύπου.

Για τις κλιματιστικές μονάδες του παραδοσιακού κτηρίου υπήρχε μερική γνώση των τεχνικών στοιχείων των σωμάτων. Για τον λόγο αυτό, για να γίνει η μελέτη ενεργειακής απόδοσης, χρησιμοποίησα από τον Κ.Εν.Α.Κ τις παρακάτω παραγράφους οι οποίες αναφέρουν τι τιμές θα χρησιμοποιήσω στις μονάδες στις οποίες δεν έχω τα αντίστοιχα στοιχεία.

- Για τις τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας (διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου) για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία ο βαθμός επίδοσης COP για

τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης του προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:

- 1,7 για συστήματα 20ετίας
- 2,2 για συστήματα 10ετίας
- Για τις κεντρικές μονάδες αντλιών θερμότητας (διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου) για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία ο βαθμός επίδοσης COP για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης του προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:
 - 2,2 για συστήματα 20ετίας
 - 2,7 για συστήματα 10ετίας
- Για τις τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας (διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου) για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία ο δείκτης αποδοτικότητας EER για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης του προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:
 - 1,5 για συστήματα 20ετίας
 - 2,0 για συστήματα 10ετίας
- Για τις κεντρικές μονάδες αντλιών (διαιρούμενου ή ενιαίου τύπου) για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία ο δείκτης αποδοτικότητας EER για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης του προς επιθεώρηση κτηρίου λαμβάνεται:
 - 2,0 για συστήματα 20ετίας
 - 2,5 για συστήματα 10ετίας

Για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτηρίου λαμβάνονται συγκεκριμένες περίοδοι για την θέρμανση και ψύξη ανάλογα με την κλιματική ζώνη:

- Για την ζώνη Α και Β η περίοδος θέρμανση είναι από την 1^η Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.
- Για την ζώνη Γ και Δ η περίοδος θέρμανσης είναι από την 15 Οκτωβρίου μέχρι και τις 30 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από την 1^η Ιουνίου μέχρι και τις 31 Αυγούστου.

Τα στοιχεία των κλιματιστικών μονάδων παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1 για τον πρώτο όροφο του παραδοσιακού κτηρίου και στον Πίνακα 5.2 για το ισόγειο του παραδοσιακού κτηρίου:

▪ **1^{ος} όροφος**

ΘΕΣΗ	BTU (θέρμανσης/ ψύξης)	COP	EER	ώρες ψύξης/έτος	ώρες θέρμανσης/ έτος	kWh
K1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΘΑΛ. 1 ΟΦΘΑΛΜ.	19600/19600	3,19	2,71	300	300	1176,09
K1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΘΑΛ. 2 ΟΦΘΑΛΜ.	19600/19600	3,19	2,71	300	300	1176,09
K1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΓΡΑΦ. ΝΟΣΗΛΕΥΤΩΝ	15000/15000	3,02	2,62	1000	1000	3133,54
K1 1ος ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΔΙΟΙΚΗΤΗ	9000	2,2	2	500	500	1258,87
K1 1ος ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ	12000	2,2	2	500	500	1678,5
K1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΘΑΛ. 5 ΟΦΘΑΛΜ.	12000	2,2	2	300	300	1007,1
K1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΘΑΛ. 3 ΟΦΘΑΛΜ.	12000	2,2	2	300	300	1007,1

Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΓΡ. ΔΙΕΥΘ. ΟΦΘΑΛΜ.	9000	2,81	2,69	300	300	575,76
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΓΡΑΦ. ΝΟΣΗΛΕΥΤΩΝ	12000	3,08	2,75	1000	1000	2420,69
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΓΡΑΦ. ΝΟΣΗΛΕΥΤΩΝ	12010/9042	3,7	3,3	500	500	1008,11
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΓΡΑΦ. ΝΟΣΗΛΕΥΤΩΝ	12010/9042	3,7	3,3	500	500	1008,11
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΓΡ. ΠΡΟΙΣΤ. ΟΦΘΑΛΜ.	12010/9042	3,7	3,3	800	800	1209,73
Κ1 1ος ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΟΛΟΓΟΥ	12010/9042	3,7	3,3	500	500	840,089
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ ΟΦΘΑΛΜ.	9000	3,6	3,2	300	300	467,082
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΘΑΛ. 4 ΟΦΘΑΛΜ.	9000	3,6	3,2	300	300	467,082
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΓΡΑΦ. ΠΡΟΜΗΘΕΙΩΝ	12000	3,6	3,2	500	500	1037,96
Κ1 1ος ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ	18000	2,66	2,45	500	500	2068,18
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΕΞΕΤΑΣΤΗΡΙΟ ΟΦΘΑΛΜ.	18000	3,31	2,91	500	500	1703,27
Κ1 1ος ΓΡΑΦ. ΟΙΚ. ΠΡΟΙΣΤΑΜ.	9000	1,7	1,5	500	500	1654,99
Κ1 1ος ΓΡ. ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ ΔΙΟΙΚΗΤΗΣ	22000	2,53	2,31	500	500	2669,8
Κ1 1ος ΓΡ. ΔΙΟΙΚΗΣΕΩΣ ΔΙΟΙΚΗΤΗΣ	12000	3,25	2,83	500	500	1162,41
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΔΙΕΥΘ. ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΥΠΗΡ.	9000	3,41	2,95	500	500	833,808
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	10000	3,82	2,86	500	500	895,963
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΓΡΑΦ. ΠΡΟΜΗΘΕΙΩΝ	12000	3,21	2,83	500	500	1169,15
Κ1 1ος ΟΡΟΦΟΣ ΥΠΟΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚ.	9000	2,2	2	500	500	1258,87
Κ1 1ος ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ	9000	2,2	2	100	100	251,775
Κ1 1ος ΥΠΟΔ/ΝΣΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ	7000	2,2	2	500	500	979,124
Κ1 1ος ΓΡ. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ	24000	2,2	2	500	500	3357
Κ1 1ος ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	22000	2,2	2	500	500	3077,25
Κ1 1ος ΤΜΗΜΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	22000	2,2	2	500	500	3077,25
Σύνολο κατανάλωσης						43630,74

Πίνακας 5.2: Στοιχεία κλιματιστικών μονάδων πρώτου ορόφου παραδοσιακού κτηρίου

■ **Ισόγειο**

ΘΕΣΗ	BTU (θέρμανσης/ ψύξης)	COP	EER	ώρες ψύξης/έτος	ώρες θέρμανσης/ έτος	kWh
Κ1 ΙΣΟΓ. ΤΜΗΜΑ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΡΡΩΣΤΩΝ	24000	2,2	2	500	500	3357
Κ1 ΙΣΟΓ. ΦΑΡΜΑΚΕΙΟ ΨΥΓΕΙΑ	12000	2,2	2	100	100	335,7
Κ1 ΙΣΟΓ. ΦΑΡΜΑΚΕΙΟ	9000	2,2	2	500	500	1258,87
Κ1 ΙΣΟΓ. ΦΑΡΜΑΚΕΙΟ ΚΕΝΤΡ.	27000/23000	3,21	3,61	500	500	1983,55
Κ1 ΙΣΟΓ. ΦΑΡΜΑΚΕΙΟ ΑΠΟΘΗΚΗ	9000	2,2	2	200	200	503,549
Κ1 ΙΣΟΓ. ΦΑΡΜΑΚΕΙΟ	9000	2,2	2	600	600	1510,65
Κ1 ΙΣΟΓ. ΦΑΡΜΑΚΕΙΟ	12000	2,2	2	600	600	2014,2

Κ1 ΙΣΟΓ. ΙΜΑΤΙΟΘΗΚΗ	16719/16036	3,43	3,22	1000	1000	2823,35
Κ1 ΙΣΟΓ. ΙΜΑΤΙΟΘΗΚΗ	16719/16036	3,43	3,22	1000	1000	2823,35
Κ1 ΙΣΟΓ. ΙΜΑΤΙΟΘΗΚΗ	9000	2,2	2	1000	1000	2517,75
Κ1 ΙΣΟΓ. ΓΡΑΦ. ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΩΝ	18000	2,2	2	500	500	2517,75
Κ1 ΙΣΟΓ. ΓΡΑΦ. ΥΛΙΚΟΥ	13300/12000	3,65	3,22	500	500	1027,9
Κ1 ΙΣΟΓ. ΓΡΑΦ. ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΩΝ	18000	2,4	2,95	500	500	1993,13
Κ1 ΙΣΟΓ. ΚΟΙΝ. ΛΕΙΤΟΥΡΓΩΝ 2	9700/9700	3,31	2,93	500	500	914,542
Κ1 ΙΣΟΓ. ΓΡΑΦΕΙΟ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ	12000	2,93	2,57	500	500	1284,36
Κ1 ΙΣΟΓ. ΑΠΟΘΗΚΗ ΥΛΙΚΟΥ	8600	3,39	2,58	1000	1000	1720,4
Κ1 ΙΣΟΓ. ΑΠΟΘΗΚΗ ΥΛΙΚΟΥ	13989/12044	3,61	3,21	1000	1000	2069,8
Κ1 ΙΣΟΓ. ΓΡΑΦ. ΚΙΝΗΣΗΣ	12000	2,95	2,32	500	500	1354,02
Κ1 ΙΣΟΓ. ΕΛΕΚΤΕΣ ΕΟΠΥ	8600	3,39	2,58	500	500	860,194
Κ1 ΙΣΟΓ. ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΙΝΗΣΗΣ	18000	2,4	2,95	500	500	1993,13
Σύνολο κατανάλωσης						34863,2

Πίνακας 5.3: Στοιχεία κλιματιστικών μονάδων πρώτου ορόφου παραδοσιακού κτηρίου

Στο σημείο αυτό αξίζει να γίνει μια ανάλυση στις μονάδες που παρουσιάζονται στους παραπάνω πίνακες.

Αρχικά όπως φαίνεται από τους συντελεστές COP και EER, όλες οι συγκεκριμένες μονάδες είναι κατά βάση μονάδες θέρμανσης και όχι ψύξης, αφού οι συντελεστές COP κατηγοριοποιούν τα κλιματιστικά σε μεγαλύτερη ενεργειακή κλάση από τους συντελεστές EER και άρα οι κλιματιστικές μονάδες αυτές δεν είναι ενεργειακά κατάλληλες και για την ψύξη των χώρων.

Παρόλα αυτά στην πραγματικότητα οι μονάδες χρησιμοποιούνται τόσο για την θέρμανση του χώρου όσο και την ψύξη, όπως φαίνεται και από τις ώρες λειτουργίας των μονάδων σε λειτουργία θέρμανσης και ψύξης. Για το λόγο αυτό είναι πολύ σημαντικό οι μονάδες που θα επιλεγούν από την αντικατάσταση των παραπάνω μονάδων να έχουν ενεργειακή κλάση τουλάχιστον **A** τόσο για την θέρμανση όσο και για την ψύξη.

5.5.3 Παράγοντες αλλαγής κλιματιστικών

Υπάρχουν αρκετοί παράγοντες σύμφωνα με τους οποίους κρίνεται αναγκαία η αντικατάσταση μιας κλιματιστικής μονάδας, οι σημαντικότεροι από τους οποίους παρουσιάζονται στην συνέχεια.

1. Ενεργειακή κλάση κλιματιστικού

Όπως συμβαίνει με πολλές οικιακές συσκευές (π.χ. ψυγεία, πλυντήρια, φούρνοι κλπ.) έτσι και τα κλιματιστικά κατηγοριοποιούνται σε ενεργειακές κλάσεις προς διευκόλυνση του καταναλωτικού κοινού. Η κατηγοριοποίηση τους γίνεται με βάση την ενεργειακή τους απόδοση, δηλαδή το ωφέλιμο ποσό ενέργειας που ελευθερώνουν στο χώρο, σε σχέση με αυτό που καταναλώνουν. Οι ενεργειακές κλάσεις κυμαίνονται από A+++ έως G. Αξίζει να

σημειωθεί ότι η κλάση A+++ είναι η πιο αποδοτική, ενώ αντίθετα η κλάση G η λιγότερο αποδοτική.

Μέχρι πρότινος η κατηγοριοποίηση των κλιματιστικών μονάδων σε ενεργειακές κλάσεις γινόταν με βάση δύο δείκτες, το βαθμό ενεργειακής απόδοσης θέρμανσης (COP) και το βαθμό ενεργειακής απόδοσης ψύξης (EER). Οι δύο δείκτες υπολογίζονται εάν διαιρέσουμε την αποδιδόμενη ενέργεια (θέρμανσης ή ψύξης) προς την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Αξίζει να σημειωθεί ότι υψηλές τιμές του εκάστοτε δείκτη αντικατοπτρίζουν και καλύτερα επίπεδα απόδοσης σε κατάσταση θέρμανσης ή ψύξης του μηχανήματος.

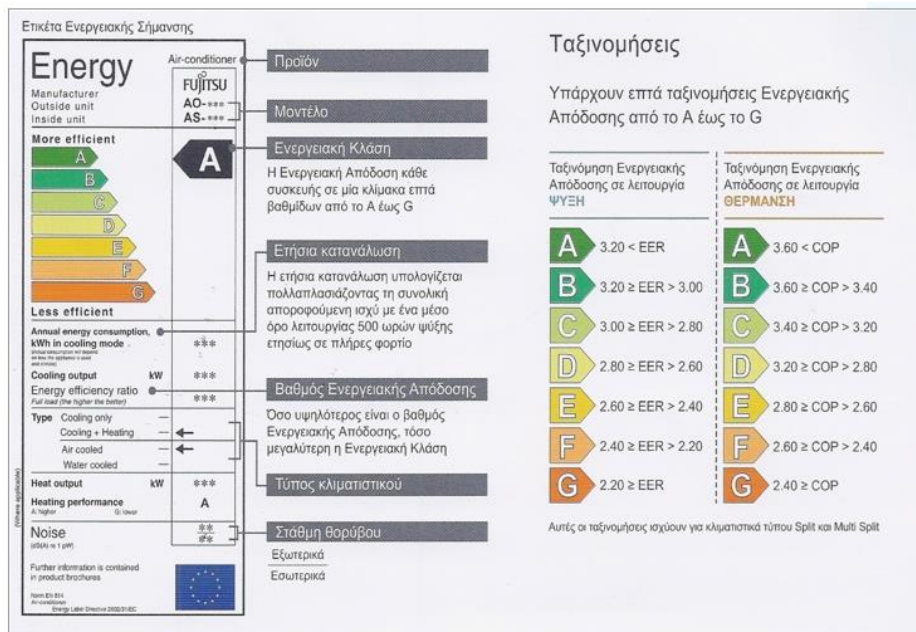
Ωστόσο, με βάση την νεότερη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία συντάχθηκε στα πλαίσια παραγωγής και χρήσης λιγότερο ενεργοβόρων και ρυπογόνων κλιματιστικών μηχανημάτων, οι παραπάνω δείκτες θεωρήθηκε ότι δεν αντιπροσωπεύουν με αντικειμενικό τρόπο τις πραγματικές αποδόσεις ορισμένων τύπων κλιματιστικών (κυρίως συσκευές Inverter). Ως εκ τούτου, εισήχθησαν δύο νέοι δείκτες (SCOP, SEER) οι οποίοι απεικονίζουν αντικειμενικότερα την πραγματική ενεργειακή απόδοση των κλιματιστικών μονάδων. Συγκεκριμένα, η βασική τους διαφορά από τους προγενέστερους είναι ότι κατά τον υπολογισμό τους λαμβάνουν την παράμετρο της ετήσια λειτουργίας του μηχανήματος.

Ο εποχιακός συντελεστής απόδοσης θέρμανσης (SCOP) και ο εποχιακός βαθμός ενεργειακής απόδοσης ψύξης (SEER) αντιπροσωπεύουν ολόκληρη την περίοδο θέρμανσης ή ψύξης αντίστοιχα. Υπολογίζονται διαιρώντας την ετήσια απαιτούμενη θέρμανση ή ψύξη με την ετήσια καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια αντίστοιχα. Ο δείκτης SCOP υπολογίζεται με κριτήριο τις ετήσιες μετρήσεις θερμοκρασίας που έχουν ληφθεί σε τρεις ξεχωριστές κλιματικές ζώνες (Ψυχρή, Μέση, Θερμή). Αντίθετα, ο συντελεστής SEER υπολογίζεται με βάση τις ετήσιες μετρήσεις θερμοκρασίας που έχουν ληφθεί μόνο στη μέση κλιματική ζώνη.



Εικόνα 5.10: Όρια ενεργειακών κλάσεων των συντελεστών SEER και SCOP

Σύμφωνα με τα όρια που φαίνονται στον παρακάτω πίνακα που δείχνει τα όρια για τον συντελεστή COP και τον EER που δίνεται για κάποια από τα παραπάνω κλιματιστικά, παρατηρούμε ότι η πλειονότητα των σωμάτων ανήκουν σε κλάση κάτω από τη C. Μόνο ένα κλιματιστικό κατηγοριοποιείται στην κλάση A και 3 στην κλάση B.



Εικόνα 5.11: Όρια ενεργειακών κλάσεων των συντελεστών EER και COP και παράδειγμα ετικέτας ενεργειακής σήμανσης

2. Ψυκτικό μέσο

Σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των κλιματιστικών που είναι εγκατεστημένα στο παραδοσιακό κτήριο παρατηρούμε ότι η πλειονότητα των κλιματιστικών χρησιμοποιούν σαν ψυκτικό μέσο το R22. Το συγκεκριμένο ψυκτικό μέσο όμως, μαζί με τα R402A, R402B, R403B, R408A, R409A, R409B, έχει απαγορευτεί πλήρως από την 1^η Ιανουαρίου 2015.

Πιο αναλυτικά, στο πλαίσιο του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2037/2000 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29^{ης} Ιουνίου 2000, για τις ουσίες που καταστρέφουν τη στιβάδα του όζοντος (Άρθρο 5 – Έλεγχος της χρήσης υδροχλωροφθορανθράκων), από 1^{ης} Ιανουαρίου 2010, απαγορεύεται η χρήση αχρησιμοποίητων (παρθένων) υδροχλωροφθορανθράκων (R-22) για τη συντήρηση και την επισκευή του υφιστάμενου ψυκτικού και κλιματιστικού εξοπλισμού.

Για την εξυπηρέτηση του υφιστάμενου εξοπλισμού μπορούν να παρέχονται ή να χρησιμοποιούνται μόνο ανακυκλωμένοι ή ανακτημένοι υδροχλωροφθοράνθρακες. Η χρήση υδροχλωροφθορανθράκων κάθε είδους **απαγορεύεται από 1^{ης} Ιανουαρίου 2015**. Σύμφωνα με την υφιστάμενη νομοθεσία, οι εταιρείες εμπορίας ψυκτικών ειδών, δεν θα μπορούν να διαθέτουν στην αγορά R-22, παρά μόνο σε ανακτημένη ή ανακυκλωμένη μορφή.

Στις περιπτώσεις που μια εγκατάσταση θα χρειαστεί συμπλήρωση με ψυκτικό υγρό λόγω πιθανής διαρροής και δεν υπάρχει η δυνατότητα χρήσης ανακτημένου ή ανακυκλωμένου R-22, τότε οι προτεινόμενες λύσεις είναι οι εξής:

- Αντικατάσταση του ψυκτικού μέσου της εγκατάστασης με R-404a, R-407, R-507 ή R-134a ανάλογα με την εφαρμογή.

Τα πλεονεκτήματα των παραπάνω ψυκτικών υγρών είναι ότι διατίθενται στην αγορά εδώ και αρκετά χρόνια, με γνωστές πλέον συμπεριφορές και σε τιμές λίγο ακριβότερες του R-22.

Τα μειονεκτήματα τους όμως είναι πως με την χρήση τους θα πρέπει να γίνεται καθαρισμός του κυκλώματος από το παλιό ψυκτικό υγρό (R-22), αλλαγή λαδιών της εγκατάστασης με εσωτερικά λάδια καθώς και αλλαγή εκτονωτικών βαλβίδων.

- Αντικατάσταση του ψυκτικού μέσου της εγκατάστασης με τα νέα ψυκτικά ρευστά που θα διατίθενται στην αγορά από τους παραγωγούς (R-422d, R-417a, R-422a, R-427a κ.α.).

Τα πλεονεκτήματα των νέων ψυκτικών υγρών είναι η μη αναγκαία αλλαγή λαδιού στις περισσότερες των περιπτώσεων καθώς και η αλλαγή των εκτονωτικών βαλβίδων δεν απαιτείται, απλώς χρειάζεται να ρυθμιστούν.

Τα μειονεκτήματα τους από την άλλη είναι πως η τιμή αγοράς τους είναι πολύ ακριβή σε σχέση με τα ψυκτικά υγρά R-404a, R-407, R-507 και R-134a και οι μη επαρκείς ποσότητες τους στο αρχικό στάδιο .

Σημαντική προσοχή όμως θα πρέπει να δοθεί στο γεγονός πως και στις δύο προαναφερθείσες περιπτώσεις απαιτείται η ολική αφαίρεση του R-22 από την ψυκτική εγκατάσταση, διότι κανένα από τα παραπάνω ψυκτικά υγρά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί **μαζί** με το R-22.

Σύμφωνα λοιπόν με τον παραπάνω κανονισμό, τα κλιματιστικά που χρησιμοποιούν σαν ψυκτικό μέσο το R22 ή θα πρέπει να αντικατασταθούν πλήρως, ή να αντικατασταθεί το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιούν.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η ιστορική εξέλιξη της απαγόρευσης του R22.



Εικόνα 5.12: ιστορική εξέλιξη της απαγόρευσης του R22

Όπως φαίνεται λοιπόν και στην παραπάνω εικόνα, το ψυκτικό αυτό μέσο έχει σταματήσει να χρησιμοποιείται στα κλιματιστικά από το 2003. Αυτό σημαίνει ότι οι κλιματιστικές μονάδες που είναι εγκατεστημένες και κατασκευασμένες με αυτό το ψυκτικό μέσον χρονολογούνται πριν το 2003. Επίσης όπως αναλύθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο τα περισσότερα κλιματιστικά δεν είναι ενεργειακά αποδοτικά. Έτσι συγκρίνοντας τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι η πλειονότητα των κλιματιστικών που χρησιμοποιούν το ψυκτικό μέσο R22 είτε έχουν ενεργειακή κλάση κάτω από D, είτε ανήκουν στα κλιματιστικά αυτά που δεν είχαμε πρόσβαση στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους και θεωρήσαμε τις τιμές του KENAK που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Σε κάθε περίπτωση προκύπτει ότι τα κλιματιστικά αυτά πρέπει να αντικατασταθούν είτε λόγω του ψυκτικού μέσου είτε λόγω της ενεργειακής τους απόδοσης.

Ο παρακάτω περιέχει τα τεχνικά συγκριτικά στοιχεία στα πιο δημοφιλή από τα ψυκτικά μέσα ανά κατηγορία: τα απαγορευμένα, τα υπό αντικατάσταση, τα πρωτογενή, τα μείγματα και τα φυσικά ψυκτικά μέσα. Στην δεύτερη στήλη ο δείκτης GWP=Global warming potential, δείκτης επίδρασης των ψυκτικών μέσων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Τύπος Ψυκτικού μέσου	ODP (ozone depletion potential)	GWP (global warming potential)
CFC Ψυκτικά (απαγορευμένα)		
R12	1	10600
HCFC Ψυκτικά (υπό αντικατάσταση)		
R22	0,055	1700
HFC Ψυκτικά (χωρίς χλώριο)		
R134a	0	1300
Τύπος Ψυκτικού μέσου	ODP (ozone depletion potential)	GWP (global warming potential)
HFC Ψυκτικά (χωρίς χλώριο, μείγματα)		
R404A	0	3800
R507A	0	3900
R407C	0	1700
R410A	0	2000
R417A (Isceon M059)	0	2200
R422D (Isceon M029)	0	2230
Φυσικά Ψυκτικά (χωρίς αλογόνα)		
NH ₃ (αμμωνία)	0	0
CO ₂ (R744)	0	1
Προπάνιο, Βουτάνιο	0	3
Νερό (H ₂ O), Γλυκόλες	0	0

Πίνακας 5.4: Δείκτες ODP και GWP των ψυκτικών μέσων

Υπάρχουν πολλές μελέτες για το ποια ψυκτικά μέσα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αντικατάσταση του R22 κάποια από τα οποία φαίνονται στον παραπάνω πίνακα. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι οι διάφορες μέθοδοι που έχουν δημοσιευθεί για την αντικατάσταση του R22 δεν έχουν αποδεδειγμένα σίγουρα αποτελέσματα και υπάρχει πιθανότητα η ψυκτική μας εγκατάσταση να παρουσιάσει “παρενέργειες”.

Η σωστή αντιμετώπιση απαιτεί υπεύθυνη μελέτη πολλών παραγόντων από εξειδικευμένους μηχανικούς σε συνδυασμό με την εύρεση λύσης με τη μεγίστη δυνατή εξοικονόμηση ενεργείας στη λειτουργία. Η υιοθέτηση σίγουρης και οικολογικής λύσης στις ψυκτικές εγκαταστάσεις είναι η χρήση των φυσικών ψυκτικών μέσων του παραπάνω πίνακά και η «απεξάρτηση», κατά το δυνατόν, από το κύριο ψυκτικό μέσο. Η απεξάρτηση αυτή γίνεται με δραστικό περιορισμό του κυρίως ψυκτικού μέσου σε ποσότητα. Επιτυγχάνεται με την έμμεση ψύξη που αποτελείται από δύο χωριστά κυκλώματα το πρωτεύον (με βασικό ψυκτικό μέσο) και το δευτερεύον κύκλωμα (coolant), στο οποίο κυκλοφορεί γλυκολούχο διάλυμα (αντιψυκτικό).

3. Επιλογή ισχύος (BTU)

Το βασικό χαρακτηριστικό που θα πρέπει να μας απασχολήσει είναι η ισχύς του κλιματιστικού. Με τον όρο “ισχύς” εννοούμε την ποσότητα θερμότητας (ενέργειας) που είτε μπορεί να απορροφήσει η κλιματιστική μονάδα σε λειτουργία ψύξης, είτε να εκλύσει σε λειτουργία θέρμανσης, έτσι ώστε η θερμοκρασία να μεταβληθεί από μία τιμή “Α” σε μία τιμή “Β”. Στο χώρο των κλιματιστικών, η ισχύς υπολογίζεται σε “BTU” (British Thermal Unit). Ο υπολογισμός της ισχύς που πρέπει να έχει το κλιματιστικό για να μπορεί να μεταβάλει τη θερμοκρασία στο χώρο, αποτελεί μία σύνθετη διαδικασία που απαιτεί επιστημονική ανάλυση, αφού πρέπει να λάβουμε υπόψη μία πλειάδα παραμέτρων. Ενδεικτικά, στη συνέχεια αναφέρονται οι πιο σημαντικοί:

- Τον όγκο του χώρου
- Τα υλικά κατασκευής του κτηρίου (ύπαρξη μόνωσης/ αλουμιένιων κουφωμάτων)
- Τον όροφο στον οποίο βρίσκεται ο υπό εξέταση χώρος (ρετιρέ ή ενδιάμεσος όροφος)
- Τον προσανατολισμό του χώρου

- Το πλήθος των ανθρώπων που υπάρχουν στο χώρο κατά τη λειτουργία του κλιματιστικού
- Την ισχύ των υπόλοιπων ηλεκτρικών συσκευών που υφίστανται στο χώρο

Στο παραδοσιακό κτήριο παρατηρήθηκε σε κάποιους χώρους ελλιπής ισχύς κλιματιστικών ενώ σε άλλους χώρους υπερδιαστασιολόγηση της ισχύος. Οι νέες επιλεγμένες ισχύς και τα κλιματιστικά που επιλέχθηκαν για την αλλαγή των παραπάνω κλιματιστικών θα αναλυθούν στη συνέχεια.

5.5.4 Βελτίωση στα συστήματα ψύξης

Τα συστήματα ψύξης χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό εσωτερικών χώρων έχοντας την ικανότητα να διατηρούν τη θερμοκρασία ενός χώρου σε προκαθορισμένο επίπεδο, αφαιρώντας θερμότητα από τον ψυχόμενο χώρο. Διακρίνονται σε δύο κατηγορίες: τα αυτόνομα κλιματιστικά συστήματα και τα κεντρικά ψυκτικά συστήματα. Τα πρώτα είναι εργοστασιακά συναρμολογημένες μονάδες που εγκαθίστανται σε κατοικίες και μικρά εμπορικά κτίρια. Εδώ ανήκουν τα ατομικά κλιματιστικά, οι αντλίες θερμότητας και οι ολοκληρωμένες κλιματιστικές μονάδες (συστήματα οροφής, κάθετα και διαιρούμενα συστήματα). Συγκριτικά με τα κεντρικά συστήματα, τα αυτόνομα έχουν μικρότερη απόδοση και διάρκεια ζωής. Η δεύτερη κατηγορία, τα κεντρικά ψυκτικά συστήματα, χρησιμοποιούνται σε μεγάλα κτίρια όπου μέσω ηλεκτρικών κινητήρων, ατμού, στροβιλοκινητήρων ή κινητήρων συμβατικών καυσίμων, ψύχουν νερό για τον κλιματισμό των χώρων.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται κάποιες από τις συνήθεις προτεινόμενες επεμβάσεις στα συστήματα ψύξης .

- *Αντικατάσταση υφιστάμενου συστήματος με σύστημα υψηλής απόδοσης*

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

- *Βελτιστοποίηση της μόνωσης*

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

- *Σχεδιασμός κτιρίου*

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

- *Εσωτερικά φορτία*

Οι απαιτήσεις για κλιματισμό εξαρτώνται από το κλίμα (ήλιος, θερμοκρασία, υγρασία), το βαθμό πληρότητας του κτιρίου, το περίβλημα του κτιρίου, το βαθμό εξαερισμού, τον τεχνικό φωτισμό και τις ηλεκτρικές συσκευές. Τα εσωτερικά φορτία είναι δύσκολο να μετρηθούν γιατί οι περισσότερες ενέργειες με σκοπό τη μείωση της ψυκτικής κατανάλωσης το καλοκαίρι έχουν αντίθετο αποτέλεσμα στη θερμική κατανάλωση το χειμώνα. Πράγματι, είναι σημαντικό να αυξηθεί ο φωτισμός και η αποδοτικότητα των πληροφοριακών συστημάτων (Η/Υ) προκειμένου να μειωθούν τα φορτία που μπορεί να είναι χρήσιμα το χειμώνα.

- *Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης κλιματισμού*

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

- *Επιλογή του συστήματος παραγωγής ψύξης*

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

- *Διαστασιολόγηση του δικτύου και επιλογή των περιφερειακών μονάδων*

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

- *Λειτουργία και συντήρηση*

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

- *Συνεχής παρακολούθηση της απόδοσης*

Η παρακολούθηση της απόδοσης βασιζόμενη στην καλή μέτρηση είναι απαραίτητη για την εγκατάσταση γιατί επιτρέπει την παρακολούθηση τεχνικών βλαβών ή ενεργειακών εξελίξεων πολύ γρήγορα. Χωρίς μετρήσεις, τα προβλήματα ανακαλύπτονται πολύ αργά, όταν το πρόβλημα ήδη έχει προκαλέσει ορατά αποτελέσματα. Η εποπτεία μπορεί να συμπεριλαμβάνεται σε ένα συνολικό σύστημα ελέγχου που ονομάζεται "σύστημα ενεργειακής διαχείρισης του κτιρίου" (BEMS) που επιτρέπει για παράδειγμα την διαχείριση των μονάδων φωτισμού, θέρμανσης, κλιματισμού και του συστήματος συμπαραγωγής.

5.5.5 Τεχνολογία VRV-VRF

Είναι η τεχνολογία στην οποία η ποσότητα του ψυκτικού υγρού που οδηγείται σε κάθε εσωτερική μονάδα κλιματισμού, είναι απόλυτα ελεγχόμενη και ανάλογη των ψυκτικών φορτίων κάθε κλιματιζόμενου χώρου. Αποτελείται από την εξωτερική κεντρική μονάδα (ή συστοιχία μονάδων), με συμπιεστή DC Inverter και τις εσωτερικές μονάδες απευθείας εκτόνωσης διαφόρων μοντέλων και ισχύος, που συνοδεύονται από ηλεκτρονικές εκτονωτικές βαλβίδες για λεπτομερέστερο έλεγχο της ροής του ψυκτικού. Το VRF/VRV σύστημα παρέχει συνθήκες άνεσης στους κλιματιζόμενους χώρους υψηλών προδιαγραφών, εξοικονομεί χώρους (εξωτερικά και εσωτερικά του κτιρίου) μιας και οι διαστάσεις των μηχανημάτων και των σωληνώσεων είναι σημαντικά μικρότερες, από όλα τα άλλα συστήματα κλιματισμού. Οι εγκαταστάσεις VRF/VRV λειτουργούν πολύ οικονομικότερα σε σύγκριση με κάθε άλλο σύστημα κεντρικού κλιματισμού. Παρόλα αυτά η μελέτη ενός τέτοιου συστήματος ξεφεύγει από τα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής και γι' αυτό δεν θα αναλυθεί περαιτέρω.

5.5.6 Δράση εξοικονόμησης ενέργειας στον κλιματισμό

Όπως αναλύθηκε στην παράγραφο για το ψυκτικό μέσο αλλά και από την επισκόπηση των χαρακτηριστικών των εγκατεστημένων κλιματιστικών παρατηρείται ότι σχεδόν όλες οι κλιματιστικές μονάδες του κτηρίου πρέπει να αντικατασταθούν με καινούριες ενεργειακής κλάσης πάνω από A όχι μόνο σε λειτουργία ψύξης αλλά και θέρμανσης.

Για τους παραπάνω λόγους και για αντικατάσταση των κλιματιστικών απαιτούνται οι παρακάτω μονάδες:

Btu	Αριθμός
9000	19
10000	1
12000	19
16000	3
18000	4
22000	2
24000	3

Πίνακας 5.5: Απαιτούμενες κλιματιστικές μονάδες για την αντικατάσταση των υπαρχόντων μονάδων

Οι υπάρχουσες κλιματιστικές μονάδες αντικαθίστανται από τις παρακάτω μονάδες. Οι τιμές λήφθηκαν από καταστήματα λιανικής και έχουν ισχύ κατά την συγγραφή της παρούσας διπλωματικής.

Btu	Εταιρία	Κωδικός κλιματιστικού	Τιμή (ευρώ)
9000	Kerosun Clima	KCG1509IV Κλιματιστικό Inverter	369
10000	Midea	MS12FU-10HRDN1-QRD Κλιματιστικό Inverter	399
12000	SINGER	12 SNG16-12IVi	439
16000	INVENTOR	Life L3VI-16	679
18000	INVENTOR	Life L3VI-18	769
22000	TOSHIBA	Suzumi Plus Inverter RAS-B22N3KV2-E	899
24000	MIDEA	MS11D-24HRDN1-QC2W	899

Πίνακας 5.6: Επιλεγμένες κλιματιστικές μονάδες για την μελέτη εξοικονόμησης ενέργειας

Και αναλυτικότερα η νέα εγκατάσταση αποτυπώνεται στα παρακάτω στοιχεία από την πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας του Πολυτεχνείου:

Νέα εγκατάσταση							
Τύπος Φορτίου	Τύπος (Btu)	COP (Συντελεστής Ισχύος Θέρμανσης)	EER (Συντελεστής Ισχύος Ψύξης)	Ώρες Λειτουργίας Ψύξης ανά έτος	Ώρες Λειτουργίας Θέρμανσης ανά έτος	>Πλήθος	Κατανάλωση (kWh)
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	9000	5.1	6.1	300	300	3	854.626
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	9000	5.1	6.1	500	500	11	5222.71
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	9000	5.1	6.1	100	100	2	189.917
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	9000	5.1	6.1	1000	1000	3	2848.75
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	10000	4	5.8	500	500	1	618.986
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	12000	5	5.8	300	300	4	1571.67
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	12000	5	5.8	100	100	1	130.972
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	12000	5	5.8	500	500	10	6548.62
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	12000	5	5.8	1000	1000	3	3929.17
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	12000	5	5.8	500	500	1	654.862
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	16000	5.1	6.1	1000	1000	3	5064.45
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	18000	5.4	6.1	500	500	4	3683.41
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	22000	4	6.5	500	500	2	2603.82
ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙ	24000	3.61	3.21	500	500	3	6209.37

Πίνακας 5.7: Στοιχεία κλιματιστικών μονάδων και κατανάλωσης της νέας εγκατάστασης, πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Από την παραπάνω καινούρια εγκατάσταση και σε σχέση με την παρούσα εγκατάσταση προκύπτει η παρακάτω οικονομοτεχνική μελέτη:

Κοστος επενδυσης (€):	24979
Διαφορά κατανάλωσης:	39370.6
Αξία ηλεκτρικής ενέργειας ανά KWh:	0.06428
Όφελος (€):	2530.75
Χρονικό διάστημα ΚΠΑ (έτη):	25
Λειτουργικά εξοδα (€):	500
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	3642.28
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	6.40977
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	13.9424

Πίνακας 5.8: Οικονομοτεχνική μελέτη νέας εγκατάστασης κλιματιστικών, πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Τα αποτελέσματα της οικονομοτεχνικής μελέτης θα αναλυθούν στο τελευταίο κεφάλαιο της διπλωματικής.

5.6 Μελέτη θέρμανσης

5.6.1 Εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση

Το κεφάλαιο της θέρμανσης αποτελεί από τα πιο σημαντικά στην ενεργειακή επιθεώρηση των κτιριακών συγκροτημάτων. Για τη βελτίωση των εγκαταστάσεων πρέπει να λάβουμε υπόψη μερικές βασικές έννοιες. Γενικά με τον όρο θέρμανση εννοούμε την παραγωγή ενέργειας για τη θέρμανση των χώρων και την παραγωγή θερμού νερού για το κτίριο.

Το σύστημα αυτό αποτελείται από ένα σύνολο αλληλοσυνδεδεμένων συσκευών και οργάνων και συγκεκριμένα από:

- ✓ Τον καυστήρα
- ✓ Το λέβητα
- ✓ Τη δεξαμενή αποθήκευσης του ζεστού νερού με τις αντλίες κυκλοφορίας.
- ✓ Το υδραυλικό σύστημα με τις βαλβίδες ανάμειξης, τι ρυθμιστικές βαλβίδες και τις αντλίες.
- ✓ Τα σώματα θέρμανσης και τις (θερμοστατικές) βαλβίδες.

Καθώς στα δύο κτήρια που γίνεται η μελέτη, η χρήση του ζεστού νερού είναι από μηδαμινή έως ανύπαρκτη δεν αναλύεται το ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ) ούτε σαν θεωρία αλλά ούτε αναλύονται οι μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας από το κομμάτι αυτό.

Η παροχή του αερίου στα σώματα γίνεται μέσω ενός δισωλήνιου κεντρικού συστήματος. Στην εγκατάσταση δεν υπάρχουν θερμοστάτες ούτε στα σώματα ούτε στους χώρους αφού το σύστημα δεν είναι αυτόνομο.

Σύμφωνα με σχετικές μελέτες, στα μεγάλα αστικά κέντρα της Ελλάδας υπάρχουν σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας. Ενώ τυπικά φαίνεται οτι ένας μεγάλος αριθμός λεβήτων περνά από συντήρηση από εγκεκριμένους τεχνίτες, παρ' όλα αυτά ο έλεγχος είναι ανεπαρκής και συνήθως ανακριβής και υποτυπώδης. Αυτό έχει διαπιστωθεί καθώς λέβητες

που ελέγχθηκαν, μετά από κατάλληλη μελέτη ξαναρυθμίστηκαν και λειτούργησαν πολύ πιο αποτελεσματικά απ' ότι πριν. Αξίζει επίσης να επισημανθεί ότι στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης δεν υπάρχει καμία υποχρέωση για τους χρήστες να τοποθετήσουν μετρητές θερμικής ενέργειας. Γίνεται λοιπόν κατανάλωση δίχως μέτρηση ενέργειας και το αποτέλεσμα είναι σπατάλη και αλόγιστη χρήση.

Στην Ελλάδα πάνω από το 35% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται ετησίως είναι στα κτίρια, και πάνω από το 50% αυτής οφείλεται στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης. Με δεδομένο το γεγονός ότι η πλειοψηφία του ελληνικού πληθυσμού κάνει χρήση κεντρικής θέρμανσης, τα περιθώρια εξοικονόμησης είναι μεγάλα. Καθώς όμως το μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων χρησιμοποιεί ενιαία συστήματα και όχι αυτόνομα, δημιουργείται μεγάλο πρόβλημα καθώς δεν υπάρχει η δυνατότητα αυτόνομης θερμικής διαχείρισης ανάλογα με τις ανάγκες καθενός νοικοκυριού, με αποτέλεσμα την προαναφερθείσα κατασπατάληση ενέργειας. Επίσης, οι λέβητες σε κεντρικά συστήματα θέρμανσης λειτουργούν με χρονοδιακόπτες και όχι με βάση τη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων με αποτέλεσμα προκειμένου να θερμανθούν περισσότερο απομακρυσμένοι και κρύοι χώροι να υπερθερμαίνονται αναγκαστικά και αυτοί που δεν έχουν τόσο μεγάλες ανάγκες ή βρίσκονται πιο κοντά στο κεντρικό σύστημα θέρμανσης.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι βαθμομέρες θέρμανσης (ΒΗΘ) σε ετήσια βάση για διάφορες ζώνες στην Ελλάδα με διαφορετικές θερμοκρασίες χώρου T_i .

Εσωτερική θερμοκρασία χώρου T_i	Βαθμομέρες θέρμανσης ($^{\circ}\text{C}$ ημέρες)					
	Ηράκλειο (Α ζώνη)	Ελληνικό (Β ζώνη)	Φιλαδέλφεια (Β ζώνη)	Μίκρα (Γ ζώνη)	Τρίπολη (Γ ζώνη)	Φλώρινα (Δ ζώνη)
16 $^{\circ}$	376	584	823	1262	1512	2076
18 $^{\circ}$	702	946	1185	1676	1967	2538
19 $^{\circ}$	883	1127	1391	1888	2210	2799
20 $^{\circ}$	1064	1320	1603	2110	2453	3072
22 $^{\circ}$	1538	1785	2077	2599	2999	3648

Πίνακας 5.9: Βαθμομέρες θέρμανσης (ΒΗΘ) σε ετήσια βάση για διάφορες ζώνες στην Ελλάδα με διαφορετικές θερμοκρασίες χώρου T_i

Παρατηρείται λοιπόν ότι τυχόν αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά 1 $^{\circ}\text{C}$ επιφέρει μία αύξηση της κατανάλωσης κατά 19,1% στην Αθήνα ενώ στο Ηράκλειο κατά 25,8%. Αντίθετα στην Βόρεια Ελλάδα η αύξηση είναι μικρότερη αλλά παραμένει σημαντική στο 12,6% στην Θεσσαλονίκη και 10,3% στην Φλώρινα. Η αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας κατά 2 $^{\circ}\text{C}$ επιφέρει διπλάσια αύξηση της κατανάλωσης έναντι της αύξησης του 1 $^{\circ}\text{C}$. Επομένως ακόμη και αύξηση μισού βαθμού Κελσίου είναι δυνατόν να συμβάλει σε σημαντική αύξηση της κατανάλωσης.

Λόγω ακριβώς αυτής της μεγάλης σπατάλης ενέργειας, είναι απαραίτητο σε κάθε περίπτωση κτιρίου να σχεδιάζεται ή και να αναβαθμίζεται προσεκτικά το σύστημα αυτοματισμών θέρμανσης.

5.6.2 Λέβητες – Στοιχεία εγκατάστασης

Το πιο σημαντικό μέρος του συστήματος θέρμανσης είναι οι λέβητες. Οι λέβητες χρησιμοποιούνται στον οικιακό καθώς και στο τριτογενή τομέα για την παραγωγή ατμού ή ζεστού νερού. Η λειτουργία των λεβήτων απαιτεί σημαντικές καταναλώσεις καυσίμων για την παραγωγή θερμικής ενέργειας υπό μορφή ατμού ή ζεστού νερού. Αυτό σημαίνει ότι η

λειτουργία τους με υψηλό βαθμό απόδοσης είναι σημαντική παράμετρος για την εξοικονόμηση ενέργειας.

Υπάρχουν δύο βασικά είδη λεβήτων: οι υδραυλωτοί και αεριαυλωτοί. Στους υδραυλωτούς το νερό κυκλοφορεί μέσα στους αυλούς και τα καυσαέρια περνούν εξωτερικά, ενώ στους αεριαυλωτούς τα καυσαέρια κινούνται μέσα στους αυλούς που βρίσκονται μέσα σε νερό.

Σημαντικός παράγοντας είναι η **θερμική απόδοση** του λέβητα. Η καύση είναι μια χημική αντίδραση άνθρακα και οξυγόνου που παράγει θερμότητα. Το οξυγόνο προέρχεται από τον αέρα που παρέχεται στον καυστήρα για τη θέρμανση του λέβητα, ο οποίος περιέχει επίσης άζωτο που είναι άχρηστο για την καύση. Για να γίνει πλήρης καύση του καυσίμου υπό ιδανικές συνθήκες απαιτείται ένα συγκεκριμένο ποσό αέρα, γνωστό ως «στοιχειομετρικός αέρας». Εντούτοις, στις πραγματικές αντιδράσεις καύσης απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα αέρα από την ιδανική για να επιτευχθεί η πλήρης καύση του καυσίμου.

Ο κύριος τρόπος για την εξασφάλιση βέλτιστων συνθηκών λειτουργίας στους λέβητες είναι η παροχή της σωστής ποσότητας περίσσειας αέρα για την καύση του καυσίμου. Είναι γενικά παραδεκτό ότι 10% περίσσεια αέρα δίνει το βέλτιστο λόγο αέρα/καυσίμου για την πλήρη καύση. Η υπερβολική περίσσεια αέρα αυξάνει τις απώλειες καπνοδόχου και απαιτείται περισσότερο καύσιμο για την ανύψωση του εξωτερικού αέρα στη θερμοκρασία των καυσαερίων. Από την άλλη, εάν η τροφοδοσία του αέρα είναι ανεπαρκής, η καύση είναι ατελής και μειώνεται η θερμοκρασία της φλόγας.

Η ολική θερμική απόδοση ενός λέβητα ορίζεται ως ο λόγος της θερμότητας εξόδου (E) προς τη θερμότητα εισόδου (Ein). Η ολική απόδοση περιλαμβάνει την απόδοση της καύσης, τις απώλειες καπνοδόχου και τις απώλειες θερμότητας από τις εξωτερικές επιφάνειες του λέβητα. Η απόδοση της καύσης σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα του καυστήρα ώστε να παρέχει το βέλτιστο λόγο καυσίμου/αέρα για την πλήρη καύση του καυσίμου.

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω γενικοί κανόνες για τη ρύθμιση της λειτουργίας του λέβητα:

- **Θερμοκρασία καμινάδας:** Όσο χαμηλότερη είναι αυτή, τόσο αποδοτικότερη είναι η καύση. Οι υψηλές θερμοκρασίες των καυσαερίων σημαίνουν ότι δε γίνεται καλή μεταφορά θερμότητας μεταξύ των θερμών καυσαερίων και του νερού. Οι θάλαμοι και οι σωλήνες μέσα στο λέβητα πρέπει να καθαρίζονται για να απομακρύνονται η αιθάλη, οι επικαθίσεις και επιστρώσεις, που μπορούν να μειώσουν τη μεταφορά της θερμότητας. Πάντως, η θερμοκρασία αυτή δεν πρέπει να είναι πολύ χαμηλή, για την αποφυγή συμπύκνωσης των υδρατμών στην καμινάδα, οι οποίοι αναμιγνύονται με θείο και μπορεί να προκαλέσουν διάβρωσή της.

- **Επίπεδο CO₂:** Όσο υψηλότερο είναι αυτό, τόσο αποδοτικότερη είναι η καύση. Τα αποδεκτά κάτω όρια για το επίπεδο του CO₂ είναι 10% για τους λέβητες αερίου και 14% για τους λέβητες πετρελαίου. Εάν τα επίπεδα του CO₂ είναι χαμηλότερα από αυτά τα όρια, πιθανότατα η καύση να είναι ατελής. Ο λόγος αέρα/καυσίμου θα πρέπει να ρυθμιστεί ώστε να παρέχεται μεγαλύτερη περίσσεια αέρα.

- **Επίπεδο CO:** Δεν πρέπει να υφίσταται CO στα καυσαέρια. Πράγματι, τυχόν ίχνος CO υποδεικνύει ότι η αντίδραση της καύσης είναι ατελής, δηλαδή ότι δεν υπάρχει αρκετή περίσσεια αέρα. Η παρουσία του CO στα καυσαέρια μπορεί να ανιχνευθεί από 50 Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων την ύπαρξη καπνού, που οδηγεί στην απόθεση αιθάλης στους σωλήνες και τους θαλάμους του λέβητα.

• **Επίπεδο O₂:** Όσο χαμηλότερο είναι το επίπεδο του O₂ τόσο πιο αποδοτική είναι η καύση. Το υψηλό επίπεδο O₂ αποτελεί ένδειξη υπερβολικής περισσειας αέρα. Το αποδεκτό άνω όριο για το O₂ είναι 10% και, όταν υφίστανται επίπεδα μεγαλύτερα από αυτό, πρέπει να μειώνεται η περισσεια αέρα.

Βελτίωση της απόδοσης του λέβητα

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

1. Η ρύθμιση του υφιστάμενου λέβητα.

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

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

Ο εξοπλισμός ανάκτησης θερμότητας από τα καυσαέρια (δηλαδή, οι εξοικονομητές και οι προθερμαντήρες αέρα) είναι συνήθως ο πιο οικονομικά αποδοτικός βοηθητικός εξοπλισμός που μπορεί να προστεθεί για τη βελτίωση της ολικής θερμικής απόδοσης του συστήματος του λέβητα.

2. Η αντικατάσταση του υφιστάμενου λέβητα με άλλον λέβητα υψηλής απόδοσης.

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

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

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

3. Η χρήση λεβήτων με υπομονάδες.

Σχεδόν όλα τα συστήματα θέρμανσης είναι πιο αποδοτικά όταν λειτουργούν σε πλήρη ισχύ. Βελτιώσεις της απόδοσης στα φορτία αιχμής έχουν ως αποτέλεσμα τη μικρότερη κατανάλωση καυσίμου. Πάντως, η μείωση στην κατανάλωση καυσίμου δεν είναι απαραίτητα ανάλογη με τη βελτίωση της απόδοσης του συστήματος θέρμανσης.

Εξάλλου, στις εγκαταστάσεις αυτές σπανίως υφίστανται φορτία αιχμής και ο λέβητας συνηθέστερα λειτουργεί υπό συνθήκες μερικού φορτίου. Μερικοί λέβητες μπορεί να λειτουργούν αναγκαστικά με κυκλικό ρυθμό εκκίνησης διακοπής, που είναι όμως μια μη αποδοτική μορφή λειτουργίας, αφού όταν διακόπτεται χάνεται θερμότητα μέσω των καμινάδας προς το περιβάλλον και ψύχεται το νερό στους σωλήνες διανομής.

Αυτές οι απώλειες πρέπει να αναπληρωθούν κατά την επανεκκίνηση του λέβητα. Εάν η δυναμικότητα του λέβητα είναι υψηλότερη από το φορτίο, η κυκλική αυτή λειτουργία μπορεί να είναι συχνή και οι απώλειες σημαντικές, μειώνοντας έτσι την εποχιακή απόδοση του συστήματος θέρμανσης. Αντί της λειτουργίας του λέβητα με εκκίνηση διακοπή, μπορούν να καθορισθούν έλεγχοι που χρησιμοποιούν βηματικούς (υψηλός/ χαμηλός/μηδενικός) ή μεταβλητούς ρυθμούς καύσης (από 100 μέχρι 15%). Ένα άλλο αποτελεσματικό μέτρο για την αποφυγή της κυκλικής λειτουργίας των λεβήτων είναι η εγκατάσταση ενός αριθμού μικρότερων λεβήτων ή λεβήτων με υπομονάδες.

Σε μια εγκατάσταση λέβητα με υπομονάδες, αρχικά εκκινεί ένας λέβητας για την κάλυψη των μικρών θερμικών φορτίων. Κατόπιν, καθώς αυξάνεται το φορτίο, νέοι λέβητες εκκινούν και

μπαίνουν σε σειρά ώστε να αυξηθεί σταδιακά το δυναμικό του συστήματος θέρμανσης. Αντίστοιχα, καθώς μειώνεται το φορτίο, οι λέβητες βγαίνουν εκτός ο ένας μετά τον άλλον. Οι λέβητες αυτοί μπορούν να αυξήσουν την ολική εποχιακή απόδοση του συστήματος θέρμανσης κατά 15 έως 30%.

Στοιχεία εγκατάστασης

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα στοιχεία από τους καυστήρες που χρησιμοποιούνται στο Νοσοκομείο. Οι καυστήρες αυτοί χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία ολόκληρης της εγκατάστασης και όχι μόνο των δύο κτηρίων που θα παρουσιαστεί η μελέτη.

ονομαστική ισχύς λέβητα (kW)	2093	2093	2093	2093	1395	1395
περιοχή ισχύος καυστήρα (kW)	1100-2150	1100-2150	1100-2150	1100-2150	930-1840	930-1840
τύπος λέβητα	ατμολέβητας	ατμολέβητας	ατμολέβητας	ατμολέβητας	ατμολέβητας	ατμολέβητας
τύπος καυστήρα	RIELLO RLS 190 M/μz	RIELLO RLS 190 M/μz	RIELLO RLS 190 M/μz	RIELLO RLS 190 M/μz	RIELLO RLS 160 M/μz	RIELLO RLS 160 M/μz
είδος καυσίμου	πετρέλαιο	φυσικό αέριο	πετρέλαιο	φυσικό αέριο	πετρέλαιο	φυσικό αέριο
ημερομηνία ελέγχου	5/3/2015	5/3/2015	5/3/2015	5/3/2015	5/3/2015	5/3/2015
θερμοκρασία καυσαερίου C	149	155	172	170	124	156
θερμοκρασία χώρου λεβητοστασίου C	31,9	32,6	29	28	34,3	33,2
μονοξείδιο του άνθρακα ppm	3	16	3	2	12	3
οξείδια του αζώτου ppm	4	2	2	1	0	2
οξυγόνο %	5,6	3,1	4,9	3,5	5,3	3,2
διοξείδιο του άνθρακα %	11,3	10,1	11,9	9,9	11,6	10,1
δείκτης αιθάλης	0	0	0	0	0	0
πίεση αντλίας πετρελαίου bar	12		12		12	
πίεση ηρεμίας αερίου mbar		70		70		70
πίεση λειτουργίας αερίου mbar		50		30		40
πίεση μπεκ αερίου mbar		18		18		11
εσωτερικός βαθμός απόδοσης %	94,7	95,3	93,9	94,4	96,1	95,3
απώλειες καυσαερίου %	5,3	4,7	6,1	5,6	3,9	4,7
παροχή καυσίμου m ³ /h	170	180	170	180	95	65
θερμική φόρτιση λέβητα %	90	90	90	90	90	90

Πίνακας 5.10: Στοιχεία καυστήρων από την τελευταία μέτρηση, Ιανουάριος 2016

Όπως φαίνεται και από τα στοιχεία της τελευταίας μέτρησης στους λέβητες, οι λέβητες που έχουν εγκατασταθεί, έχουν πολύ καλό βαθμό απόδοσης (πάνω από 90%) ενώ ταυτόχρονα όλα τους τα χαρακτηριστικά είναι εντός ορίων (καυσαέρια).

Αυτό συμβαίνει κυρίως διότι η αντικατάσταση των παλιών μονάδων έγινε πριν λίγα χρόνια, ενώ ταυτόχρονα οι καυστήρες που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι άριστης ποιότητας. Πιο συγκεκριμένα η σειρά καυστήρων RLS / M MZ καυστήρων καλύπτει ένα πεδίο 550-2150 kW, και έχει σχεδιαστεί για χρήση σε λέβητες ζεστού ή υπέρθερμου ατμού, ζεστού αέρα ή ατμολέβητες και διαθερμικούς λέβητες πετρελαίου. Η λειτουργία είναι «δύο βαθμίδων» στην πλευρά του πετρελαίου και «διαμόρφωσης» στην πλευρά του φυσικού αερίου. Η σειρά RLS / M MZ εγγυάται υψηλά επίπεδα απόδοσης σε όλες τις διάφορες εφαρμογές, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση καυσίμου και το κόστος λειτουργίας. Ταυτόχρονα λόγω της ειδικής σχεδίασης του κυκλώματος αναρρόφησης αέρα και της χρήσης ηχομονωτικού παρέχει πολύ χαμηλές εκπομπές θορύβου.



Εικόνα 5.13: Καυστήρας Riello σειράς RLS / M MZ

Στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο πρακτικά χρησιμοποιείται μόνο η λειτουργία με φυσικό αέριο και γι' αυτό το λόγο δεν περιλαμβάνεται η κατανάλωση του πετρελαίου στην παράγραφο που παρουσιάστηκαν οι καταναλώσεις της εγκατάστασης. Προκύπτει λοιπόν ότι οι καυστήρες δεν υπάρχει λόγος να αντικατασταθούν. Όσο για την διαστασιολόγηση των μονάδων παρατηρείται ότι μπορούν να παράξουν πολύ μεγαλύτερη ισχύ από την καταναλισκόμενη, αλλά λόγω της ιδιομορφίας της εγκατάστασης και της απαίτησης εφεδρικού συστήματος δεν αναλύεται το σενάριο αλλαγής των μονάδων λόγω αυξημένης παροχής.

5.6.3 Δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην θέρμανση

Όπως αναλύσαμε και στην προηγούμενη παράγραφο, η αλλαγή των καυστήρων δεν αποτελεί δράση εξοικονόμησης ενέργειας στην περίπτωση μας. Παρόλα αυτά υπάρχουν άλλες δράσεις που αφορούν είτε στην χρήση των σωμάτων από τους υπαλλήλους είτε σε διορθώσεις στην ίδια την εγκατάσταση που πολύ γρήγορα μπορούν να αποφέρουν πολύ σημαντικά αποτελέσματα στην μείωση της κατανάλωσης φυσικού αερίου.

Σε σχέση με την χρήση των σωμάτων από τους υπαλλήλους:

- Δεν πρέπει να τοποθετούνται κουρτίνες, έπιπλα ή άλλα αντικείμενα πάνω ή γύρω από τα σώματα.
- Τα θερμαντικά σώματα πρέπει να καθαρίζονται περιοδικά με ειδική βούρτσα.
- Τα θερμαντικά σώματα πρέπει να εξαερώνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα

Σε σχέση με τις αλλαγές στην εγκατάσταση αρχικά μπορούμε να κάνουμε τις εξής παρατηρήσεις γύρω από την εξοικονόμηση ενέργειας:

- Μια μείωση της προκαθορισμένης θερμοκρασίας αναφοράς κατά ένα βαθμό συμβάλει σε πάνω από 19% λιγότερα καύσιμα όπως αναλύθηκε και προηγουμένως Τυχόν χαραμάδες στο λέβητα επιτρέπουν την είσοδο κρύου αέρα στο εσωτερικό του μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την απόδοσή του.
- Με δεδομένη την κλίμακα απόδοσης που δίνουν οι κατασκευαστές σε ένα λέβητα (80%-110%) ένας λέβητας θεωρείται ικανοποιητικά αποδοτικός από 90% και πάνω. Εδώ πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη ότι μεγάλο ρόλο παίζει και ο «ετήσιος βαθμός απόδοσης» μιας εγκατάστασης, ο οποίος εκφράζει την ενέργεια που παράγει ένας λέβητας, μείον τις απώλειες των καυσαερίων που προκύπτουν, τις απώλειες διακοπής λειτουργίας της εγκατάστασης και τις θερμικές απώλειες του λέβητα.
- Οι σωληνώσεις που περνούν μέσα από μη θερμαινόμενους χώρους θα πρέπει να μονώνονται επιμελώς. Επίσης θα πρέπει να επιλέγονται σωληνώσεις με τις κατάλληλες διαμέτρους σε σχέση με τα διάφορα τμήματα ενός δικτύου κεντρικής θέρμανσης.
- Προτείνεται η χρήση θερμοστάτη στα θερμαντικά σώματα καθώς έτσι μόνο επιτυγχάνεται η απαραίτητη και επιθυμητή θερμοκρασία σε έναν χώρο. Καλό είναι, όταν ένα σώμα βρίσκεται τοποθετημένο δίπλα σε εξωτερικό τοίχο να τοποθετείται μονωτικό υλικό μεταξύ των δύο και επίσης να μην τοποθετούνται καλύμματα στα σώματα, όπως συνηθίζεται.
- Για να αποφευχθεί κατασπατάληση ενέργειας όταν θερμαίνονται χώροι δίχως αυτό να είναι αναγκαίο υπάρχουν τρόποι ώστε ο λέβητας να ρυθμίζεται με ειδικά συστήματα και ανάλογα να ανταποκρίνεται στην εξωτερική θερμοκρασία (αντιστάθμιση). Αυτές οι ρυθμίσεις μπορούν να εφαρμοστούν ανάλογα με τον τύπο της εγκατάστασης και ο βαθμός ακριβείας τους εξαρτάται από τον αυτοματισμό που επιλέγεται.

Από τα παραπάνω θα γίνει αναλυτική μελέτη της εγκατάστασης θερμοστατικών κεφαλών στα σώματα και η εγκατάσταση ρυθμιστών διαφορικής πίεσης. Τέλος στην εγκατάσταση δεν υπάρχει αντιστάθμιση της θερμοκρασίας νερού, δράση που είναι πολύ σημαντική για την εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση. Αξίζει να αναφερθεί πως σύμφωνα με την τεχνική υπηρεσία του νοσοκομείου οι σωληνώσεις είναι μονωμένες κατά 80% οπότε η μελέτη μόνωσης σωληνώσεων παραλείπεται.

▪ Θερμοστάτες

Οι θερμοστάτες αποτελούν τη βασική διάταξη ελέγχου της θερμοκρασίας ενός χώρου ή μιας θερμικής ζώνης. Με τη λειτουργία τους γίνεται έναρξη της θέρμανσης ή ψύξης της ζώνης ή του χώρου όταν υπάρχει σχετική ανάγκη, ενώ όταν ο χώρος είναι επαρκώς ζεστός ή ψυχρός σταματά η λειτουργία του συστήματος. Είναι βασική διάταξη αυτοματισμού των εγκαταστάσεων θέρμανσης ή και ψύξης και οι σωστές ρυθμίσεις σε αυτούς μπορούν να επιφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας. Στον οικιακό τομέα συνήθως τοποθετείται ένας θερμοστάτης χώρου ανά διαμέρισμα, ενώ στον τριτογενή τομέα συνήθως υπάρχει ένας θερμοστάτης ανά ιδιοκτησία και θερμική ζώνη καθώς και όροφο του κτηρίου.

Μια άλλη διάταξη με την οποία επιτυγχάνεται ο έλεγχος της εγκατάστασης θέρμανσης είναι ο θερμοστατικός διακόπτης, ο οποίος είναι μηχανοκίνητη βαλβίδα που ελέγχεται από θερμοστατική κεφαλή. Οι θερμοστατικοί διακόπτες χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις θέρμανσης ζεστού νερού για τοπικό έλεγχο της θερμοκρασίας σε επίπεδο θερμαντικών σωμάτων. Χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με θερμοστατικές κεφαλές και πιο σπάνια με ηλεκτρικούς κινητήρες που ελέγχονται από θερμοστάτες. Οι θερμοστατικές κεφαλές είναι διατάξεις με αισθητήριο θερμοκρασίας το οποίο ανταποκρίνεται στις αποκλίσεις από την επιθυμητή τιμή της θερμοκρασίας χώρου. Όταν η θερμοκρασία χώρου ανεβαίνει, η κεφαλή ενεργοποιείται αναγκάζοντας τη βάννα να είναι συνεχώς κλειστή, οπότε και μειώνεται η απόδοση θερμότητας του σώματος. Όταν η θερμοκρασία χώρου πέσει, ανοίγει και πάλι τη βάννα, οπότε και η απόδοση του σώματος μεγαλώνει πάλι. Αυτός ο σχεδιασμός επιτρέπει τη συνεχή λειτουργία της βάννας και επιτυγχάνει ομαλή ρύθμιση της προσαγωγής του νερού θέρμανσης προς το θερμαντικό σώμα, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία χώρου και σύμφωνη με την επιθυμητή τιμή της.

Μία εκ των υστέρων αντιμετώπιση του προβλήματος της έλλειψης θερμοστατικού ελέγχου ανά ζώνη είναι η εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων ή κεφαλών ανά θερμαντικό σώμα σε όλους τους χώρους του συγκροτήματος. Η θερμοστατική βαλβίδα τοποθετείται σε κάθε σώμα και δύναται να διακόψει την παροχή του ζεστού νερού στο εν λόγω σώμα. Η λειτουργία της βαλβίδας ελέγχεται από αισθητήριο-θερμοστάτη το οποίο διαθέτει επιλογέα θερμοκρασίας για την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου (π.χ. 18 °C). Ο χρήστης μπορεί να καθορίζει να καθορίζει την επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου ή και να διακόπτει την λειτουργία του σώματος, με μία απλή περιστροφή του επιλογέα.

Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας την οποία μπορεί να επιφέρει αυτή η επένδυση είναι ανάλογη του τρόπου χρήσεως ενός κτιρίου και της διακύμανσης των απαιτήσεων θέρμανσης. Επίσης η εξοικονόμηση εξαρτάται από την συνείδηση των χρηστών του χώρου ώστε να εφαρμόζουν τους κανόνες της κοινής λογικής για την επίτευξη της οικονομίας. Πάντως και κατά κανόνα η ζωνοποίηση της θέρμανσης μπορεί να φέρει εξοικονόμηση η οποία συχνά φθάνει στο 15% της κατανάλωσης.



Εικόνα 5.14: Θερμοστατική κεφαλή Siemens



Εικόνα 5.15: Θερμοστατικός διακόπτης Siemens

Στην παρακάτω μελέτη εγκαταστάθηκαν θερμοστατικές κεφαλές και θερμοστατικοί διακόπτες της Siemens συνολικής αξίας 40 ευρώ. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε και για τα δύο κτήρια στα οποία είναι εγκατεστημένα 57 θερμαντικά σώματα στο παραδοσιακό κτήριο και 40 θερμαντικά σώματα στον «Οίκο αδελφών». Άρα συνολικά έχουν εγκατασταθεί 97 σώματα και αρα απαιτούνται 97 θερμοστατικές κεφαλές και 97 θερμοστατικοί διακόπτες. Θεώρησα ότι με την μέθοδο αυτή έχω εξοικονόμηση ενέργειας 10%. Έτσι προέκυψε η παρακάτω οικονομοτεχνική μελέτη.

Κοστος επενδυσης (€):	3880
Όφελος (€):	5595
Χρονικό διάστημα:	30
Λειτουργικά εξοδα (€):	0
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	82128.9
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	144.201
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	0.723286

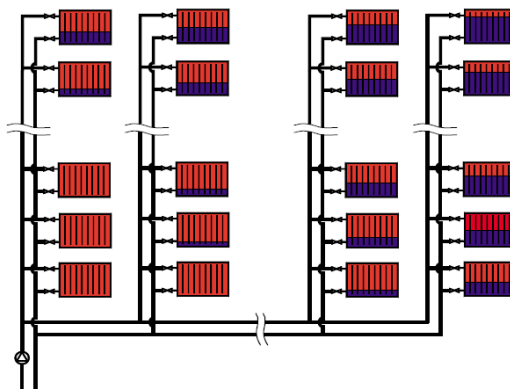
Πίνακας 5.11: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης θερμοστατικών κεφαλών και θερμοστατικών διακοπών, πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Όπως προκύπτει και από τα παραπάνω στοιχεία η μελέτη αυτή είναι πολύ αποδοτική και συμφέρουσα δράση γεγονός που θα αναλυθεί στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

- Ρυθμιστές διαφορικής πίεσης

Όσο μεγαλύτερο είναι το δίκτυο διανομής από το σημείο παραγωγής της θέρμανσης μέχρι την τερματική μονάδα, τόσο μεγαλύτερη αντίσταση συναντά το νερό. Η αντίσταση μεγαλώνει επιπλέον, όσο περισσότερες διακλαδώσεις, βάνες, γωνίες κλπ. έχει αυτή η διαδρομή. Οι σωλήνες, οι θερμοστάτες, οι βαλβίδες, τα σώματα και άλλα στοιχεία του δικτύου θέρμανσης θεωρούνται ως αντιστάσεις σε σειρά. Το νερό, θερμό ή ψυχρό, θα κινηθεί ευκολότερα μέσα από τη διαδρομή με τη μικρότερη αντίσταση. Έτσι, τα δωμάτια που είναι πιο μακριά από τον λέβητα δέχονται (αν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα) λιγότερο ζεστό νερό από ότι αυτά που είναι κοντά του.

Η υδραυλική βελτιστοποίηση (εξισορρόπηση) επιτυγχάνεται με το στραγγαλισμό της ροής κυρίως στα κοντινά (πρώτα στο κύκλωμα) σώματα για να αυξηθεί η αντίστασή τους, έτσι ώστε η ροή του νερού να είναι η βέλτιστη προκειμένου να αποδίδεται η απαιτούμενη θερμική ισχύ από κάθε σώμα. Η μείωση της ροής του νερού, έχει ως συνέπεια και την μείωση των θερμικών απωλειών κατά την παραγωγή και διανομή της θερμότητας. Σε ένα υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα, οι κυκλοφορητές καταναλώνουν χαμηλότερη ηλεκτρική ενέργεια, κυρίως λόγω της μειωμένης ροής (παροχής) νερού.



Εικόνα 5.16: Υδραυλική κατάσταση της εγκατάστασης χωρίς ρυθμιστές πίεσης

Τα υδραυλικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την υδραυλική εξισορρόπηση είναι οι στραγγαλιστικές βαλβίδες ελεγχόμενης ΔP , οι αναλογικές ηλεκτροβάνες και οι διαφορικοί υδραυλικοί ελεγκτές. Τα πρώτο στοιχείο απαιτεί χειροκίνητο έλεγχο και είναι κατάλληλο μόνο για στατική ρύθμιση. Τα υπόλοιπα δύο στοιχεία είτε είναι ηλεκτροκίνητα είτε κινούμενα μέσω σερβομηχανισμών (ελατήριο – μεμβράνη). Είναι δε κατάλληλα και για στατική και για δυναμική ρύθμιση. Στην περίπτωση της στατικής ρύθμισης θα ακολουθήσουν αυτόνομα μία επαναληπτική διαδικασία στραγγαλισμού εωσότου επιτύχουν τις ζητούμενες παροχές. Στην περίπτωση της δυναμικής ρύθμισης δηλαδή της απαίτησης να προσαρμόζουν στραγγαλισμούς τους στα μεταβαλλόμενα υδραυλικά χαρακτηριστικά του δικτύου, ακολουθούν μεν μία αυτόνομη διαδικασία συνεχούς στραγγαλισμού, αλλά είναι πλέον σχετικό εάν θα επιτευχθούν ποτέ οι ζητούμενες παροχές. Και αυτό γιατί τα στραγγαλιστικά στοιχεία έχουν ένα εύρος ΔP , στο οποίο συμπεριφέρονται αναλογικά και ουσιαστικά λειτουργούν. Εκτός αυτού του ορίου δεν μπορούν να ανταποκριθούν. Τελικά παρουσιάζεται το φαινόμενο, όλα τα δυναμικά ρυθμιστικά στοιχεία να βρίσκονται σε συνεχή επαναληπτική διαδικασία στραγγαλισμού.

Η υδραυλική εξισορρόπηση των δικτύων θέρμανσης επιτυγχάνεται με την χρήση ρυθμιστών διαφορικής πίεσης στη αρχή των επιμέρους κατακόρυφων κλάδων διανομής. Ο ρυθμιστής διαφορικής πίεσης σταθεροποιεί το ρυθμό του κυκλοφορούντος νερού καθώς επίσης και την διαφορική πίεση σε εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης που ρυθμίζουν τη θερμοκρασία δωματίου συνήθως μέσω μίας θερμοστατικής βαλβίδας. Ελαχιστοποιεί την διακύμανση της ποσότητας του κυκλοφορούντος νερού ανάλογα με τις απαιτήσεις θερμότητας μεταξύ μηδέν και μέγιστης αξίας, καθώς επίσης την απ' αυτό εξαρτώμενη αλλαγή πίεσης του κυκλοφορητή. Με την επιφόρτιση συστήματος και το ρυθμό κυκλοφορίας να έχουν μειωθεί, αυξάνεται η διαφορική πίεση ανάλογα με τις προδιαγραφές της αντλίας έως και την πίεση ανοίγματος του ρυθμιστή διαφορικής πίεσης. Έτσι, ο ρυθμιστής διατηρεί μια καθορισμένη ποσότητα νερού κυκλοφορίας στο κύκλωμα του λέβητα και αποτρέπει την άνοδο της διαφορικής πίεσης έως την μέγιστη πίεση για τον κυκλοφορητή. Πλεονεκτήματα: για λέβητες με χαμηλό περιεχόμενο νερού, αλλά μεγάλη επιβάρυνση των θερμαντικών επιφανειών, εξαλείφεται ο κίνδυνος τοπικής υπερθέρμανσης. Δεν απαιτείται πλέον επιπρόσθετος κυκλοφορητής. Στους χαλύβδινους λέβητες, αποτρέπεται λόγω της ανάμειξης νερού, η φθορά που προκαλείται από το υπερβολικά κρύο νερό στην επιστροφή. Καθώς η διαφορική πίεση μπορεί να ανέβει ελάχιστα πάνω από την απαιτούμενη πίεση, οι ρυθμιστικές βαλβίδες και ο κυκλοφορητής δεν παράγουν πλέον ενοχλητικό θόρυβο. Η απαιτούμενη δαπάνη σε ρυθμιστικές βαλβίδες διαφορικής πίεσης είναι μικρή και η απόσβεση της δαπάνης συνήθως επέρχεται εντός της επομένης περιόδου θέρμανσης.



Εικόνα 5.17: Βαλβίδα διαφορικής πίεσης

Για την παρακάτω μελέτη χρησιμοποιήθηκε βαλβίδα διαφορικής πίεσης της Siemens με τιμή 361 ευρώ. Οι ρυθμιστές διαφορικής πίεσης τοποθετούνται στην αρχή των επιμέρους κλάδων διανομής και γ' αυτό στην μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 2 ρυθμιστές αφού δύο είναι και οι

κλάδοι διανομής, ένας για κάθε κτήριο. Θεώρησα ότι προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας 10% και έτσι προέκυψαν τα παρακάτω δεδομένα.

Κόστος επένδυσης (€):	722
Όφελος (€):	5596
Χρονικό διάστημα:	30
Λειτουργικά εξοδα (€):	0
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	85302.2
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	775.069
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	0.132648

Πίνακας 5.12: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης ρυθμιστικών βαλβίδων, πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Από την παραπάνω μελέτη προκύπτει ότι η εγκατάσταση των ρυθμιστών διαφορικής πίεσης είναι πολύ συμφέρουσα δράση, γεγονός που θα αναλυθεί και στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

- Κεντρική αντιστάθμιση της θερμοκρασίας του νερού θέρμανσης

Για εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης οι οποίες είναι παλαιότερης τεχνολογίας και δεν διαθέτουν κάποιο είδους θερμοστατικό έλεγχο στον χώρο (π.χ. δισωλήνια συστήματα) είναι υποχρεωτικό να διαθέτουν αντιστάθμιση της θερμοκρασίας του νερού κεντρικής θέρμανσης με βάση την εξωτερική θερμοκρασία. (Υπουργική Απόφαση Αριθ. 20840/1296 της 5/13 Απρ. 1979, ΦΕΚ Β' 366). Η αντιστάθμιση αυτή καλείται επίσης και καιρική αντιστάθμιση και αποτελεί ένα από τα πλέον αποδοτικά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στην κεντρική θέρμανση.

Σε μία αντισταθμισμένη εγκατάσταση η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής (δηλαδή του νερού που αποστέλλεται στα θερμαντικά σώματα) ρυθμίζεται ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, έτσι ώστε όταν έχει "πολύ κρύο" η θερμοκρασία στα σώματα να είναι υψηλή ενώ όταν έχει "καλό καιρό" η θερμοκρασία στα σώματα είναι σχετικά χαμηλή (κυκλοφορεί χλιαρό νερό). Εργαστηριακές μετρήσεις επιβεβαιώνουν οικονομία έως 35% με την εγκατάσταση αντιστάθμισης, με την προϋπόθεση ότι είναι σωστά ρυθμισμένη.

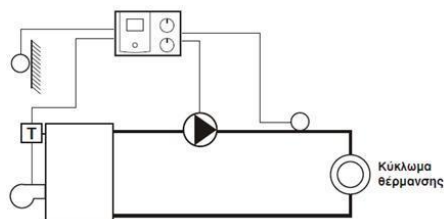
Η μονάδα αντιστάθμισης μπορεί να είναι ψηφιακή ή αναλογική και αποτελείται τουλάχιστον από τα εξής τμήματα:

- ❖ Αισθητήριο θερμοκρασίας περιβάλλοντος (εξωτερικού χώρου)
- ❖ Αισθητήριο θερμοκρασίας νερού προσαγωγής
- ❖ Βάνα ανάμιξης, ρυθμιστής παροχής καυσίμου ή άλλο σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας νερού προσαγωγής
- ❖ Αναλογικός ή ψηφιακός ελεγκτής αντιστάθμισης όπου συνδέονται τα παραπάνω.

Είδη συστημάτων αντιστάθμισης

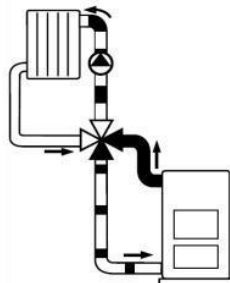
- Έλεγχος της λειτουργίας του καυστήρα, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία του νερού που θα τροφοδοτήσει τα σώματα. Με τις αντισταθμίσεις αυτές το νερό στο λέβητα

μπορεί να έχει θερμοκρασία η οποία επιτρέπει τη δημιουργία συμπυκνωμάτων, άρα και την έναρξη αντιδράσεων διάβρωσης. Για την αποφυγή των φαινομένων αυτών, θα πρέπει το είδος αυτής της αντιστάθμισης να χρησιμοποιείται μόνο με λέβητα χαμηλών θερμοκρασιών.



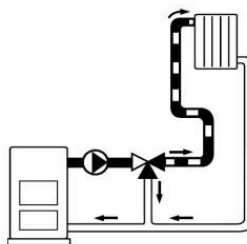
Εικόνα 5.18: Έλεγχος λειτουργία καυστήρα

- Έλεγχος τετράοδης βάνας με σερβοκινητήρα, ρυθμίζοντας την θερμοκρασία του νερού προς τα σώματα, αναμειγνύοντας το νερό που θερμαίνεται στο λέβητα με το νερό που επιστρέφει από τα σώματα. Το ποσοστό της ανάμειξης καθορίζει και τη θερμοκρασία που θα έχει το νερό που θα πάει στα σώματα.



Εικόνα 5.19: Έλεγχος τετράοδης βάνας με σερβοκινητήρα

- Έλεγχος τρίοδης βάνας με σερβοκινητήρα. Στα συστήματα αυτά ο έλεγχος της θερμοκρασίας του σώματος επιτυγχάνεται με την αυξομείωση παροχής νερού προς τα σώματα.



Εικόνα 5.20: Έλεγχος τρίοδης βάνας με σερβοκινητήρα

Για την παρακάτω μελέτη χρησιμοποιήθηκε ελεγκτής θέρμανσης αξίας 1155 ευρώ. Στην τιμή συμπεριλαμβάνεται και ο αισθητήρας περιβάλλοντος. Ο ελεγκτής αυτός παρέχει έλεγχο της θερμοκρασίας προσαγωγής με αντιστάθμιση, με ή χωρίς επιρροή από τη θερμοκρασία του χώρου, με συνεχή έλεγχο αντιστάθμισης (βάσει ζήτησης) στο λέβητα και το ΖΝΧ και 21 προ-προγραμματισμένες εφαρμογές που μπορούν να επιλεγθούν από ένα συνδυασμό με 5 εφαρμογές θέρμανσης και 4 εφαρμογές ΖΝΧ. Ο ελεγκτής αυτός είναι κατάλληλος για τους παρακάτω τύπους εγκαταστάσεων κυκλωμάτων θέρμανσης και ΖΝΧ.



Εικόνα 5.21: Ελεγκτής θέρμανσης Siemens

Τύποι εγκαταστάσεων κυκλωμάτων θέρμανσης

- Έλεγχος μίας βάνας μίξης κυκλώματος θέρμανσης (θέρμανση χώρου)
- Θέρμανση χώρου με έλεγχο βάνας μίξης και συνεχή έλεγχο της θερμοκρασίας του λέβητα βάσει της ζήτησης
- Θέρμανση χώρου με έλεγχο βάνας μίξης και λέβητα και επιπλέον έλεγχο της θερμοκρασίας επιστροφής του λέβητα με ξεχωριστή βάνα μίξης
- Έλεγχος βάσει ζήτησης (προέλεγχος) της θερμοκρασίας του λέβητα (σήμα ζήτησης θέρμανσης μέσω bus)
- Έλεγχος βάσει ζήτησης (προέλεγχος) της θερμοκρασίας του λέβητα και επιπλέον έλεγχο της θερμοκρασίας επιστροφής του λέβητα με ξεχωριστή βάνα μίξης (σήμα ζήτησης θέρμανσης μέσω bus)

Τύποι εγκατάστασης ZNX

- Φόρτιση δοχείου ZNX με έλεγχο κυκλοφορητή.
- Φόρτιση δοχείου ZNX με έλεγχο βάνας μίξης
- Θέρμανση ZNX μέσω εναλλάκτη με έλεγχο 2οδης βάνας στην επιστροφή του πρωτεύοντος
- Θέρμανση ZNX μόνο με ηλεκτρική αντίσταση
- Θέρμανση ZNX μέσω ηλιακών συλλεκτών

Καθώς στο νοσοκομείο είναι εγκατεστημένοι 3 λέβητες θεώρησα ότι θα συνδεθεί ένα σύστημα αντιστάθμισης σε κάθε λέβητα. Ειδικά στον λέβητα ισχύος 1395kW μπορεί να χρησιμοποιηθεί και πιο οικονομικό μοντέλο ελεγκτή αντιστάθμισης. Επίσης θεώρησα ότι η μέθοδος αυτή θα επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας 25%. Έτσι προέκυψε η παρακάτω μελέτη για το σύνολο της εγκατάστασης.

Κόστος επένδυσης (€):	3465
Όφελος (€):	46625
Χρονικό διάστημα:	30
Λειτουργικά εξοδα (€):	0
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	713276
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	1345.6
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	0.076301

Πίνακας 5.13: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης ελεγκτή θέρμανσης, πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Όπως προκύπτει και από τα παραπάνω στοιχεία η εγκατάσταση των ελεγκτών καιρικής αντιστάθμισης είναι πολύ αποδοτική και συμφέρουσα δράση γεγονός που θα αναλυθεί στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

5.7 Μελέτη μόνωσης

5.7.1 Εξοικονόμηση ενέργειας στο κτηριακό κέλυφος

Με τη θερμομονωτική προστασία των δομικών στοιχείων των κτηριακών κατασκευών επιδιώκεται ο περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος και η επίτευξη ενός ευχάριστου εσωκλίματος στο εσωτερικό των κτιρίων με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας. Έτσι, κατά μεν τη χειμερινή (ψυχρή) περίοδο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον, κατά δε τη θερινή (θερμή) περίοδο περιορίζεται η υπερθέρμανση λόγω θερμικών προσόδων από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ταυτόχρονα με τη θερμομονωτική προστασία των κτιρίων ελαχιστοποιείται και ο κίνδυνος εκδήλωσης του φαινομένου της επιφανειακής συμπύκνωσης των υδρατμών (δρόσου) και προστατεύονται οι κατασκευές από φαινόμενα υγρασίας εσωτερικού χώρου. Σε γενικότερο επίπεδο περιορίζεται η απαίτηση για κατανάλωση ενέργειας και κατά συνέπεια μειώνεται η κατανάλωση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων και η ρύπανση του περιβάλλοντος από την παραγωγή αέριων ρύπων.

Η απαίτηση για θερμομονωτική προστασία των κτηριακών κατασκευών που επιβάλει ο Κ.Εν.Α.Κ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων) συμβάλει προς αυτή την κατεύθυνση, αξιολογώντας την επάρκεια της θερμομονωτικής προστασίας του κτηρίου διττώς:

- Με τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας των επί μέρους δομικών στοιχείων Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{\text{εξετ}}$ αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων.

- Με τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηριακού κελύφους στο σύνολό του Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του κτηρίου U_{m} να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτήριο U_{max} αυτού εντασσόμενου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου των εξωτερικών επιφανειών του κτηρίου (κατακόρυφων και οριζόντιων) προς τον όγκο του (A/V).

Για να πραγματοποιηθεί η μελέτη της μόνωσης θα πρέπει πρώτα να γίνει μια αναφορά στις ιδιότητες του κτηριακού κελύφους και των δομικών υλικών που στελεχώνουν το κτήριο σήμερα. Η μελέτη της μόνωσης πραγματοποιείται και για τον «οίκο αδελφών» και για το παραδοσιακό κτήριο. Ειδικά για το παραδοσιακό κτήριο θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή καθώς ανήκει στην ειδική κατηγορία των διατηρητέων κτηρίων.

Κτιριακό κέλυφος

Είναι το πρώτο βήμα αλλά ιδιαίτερα βαρύνουσας σημασίας, για την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου, διότι άπτεται της χωροθέτησης και του συνολικού σχεδιασμού του κτιρίου καθώς και της θωράκισης του κτιριακού κελύφους του.

Οι βασικότερες παράμετροι που απαιτούνται για τους υπολογισμούς αφορούν κυρίως στις θερμοφυσικές ιδιότητες και στις παραμέτρους των δομικών υλικών και στοιχείων (διαφανών ή αδιαφανών) του κτιρίου καθώς και στις σκιάσεις και στο αερισμό του.

Γραμμικές διαστάσεις δομικών στοιχείων

Τα γεωμετρικά στοιχεία του κτιρίου λαμβάνονται από τα αρχιτεκτονικά σχέδια της μελέτης, η ακρίβεια των οποίων επιβεβαιώθηκε από τον υπεύθυνο πολιτικό μηχανικό του νοσοκομείου.

Για τους υπολογισμούς γίνεται χρήση μόνον των εξωτερικών διαστάσεων για όλα τα δομικά στοιχεία που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και τα μήκη των δομικών στοιχείων (οριζόντιες διαστάσεις) μετρώνται στις κατόψεις κάθε στάθμης.

Το ύψος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (κατακόρυφες διαστάσεις) μετράται από τα σχέδια των τομών της αρχιτεκτονικής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω:

- Στον όροφο, το ύψος ορόφου ορίζεται μεταξύ της στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας δαπέδου του ορόφου και της στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας οροφής.
- Στο ισόγειο, το ύψος ορόφου μετράται από τη στάθμη της κάτω επιφάνειας της πλάκας δαπέδου, που έρχεται σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο (υπόγειο) και της στάθμης της άνω επιφάνειας της πλάκας οροφής.

Επιφάνειες δομικών στοιχείων

Η επιφάνεια των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (π.χ. τοιχοποιίες, κατακόρυφα φέροντα δομικά στοιχεία κ.ά.) προσδιορίζεται από τις γραμμικές διαστάσεις τους (μήκος, ύψος), οι οποίες λαμβάνονται από τα αρχιτεκτονικά σχέδια, σύμφωνα με τις παραπάνω διευκρινίσεις.

Η συνολική μεικτή επιφάνεια δαπέδου ή οροφής του κτιρίου προσδιορίζεται από τις πλευρικές διαστάσεις των οριζόντιων δομικών στοιχείων όπως ορίστηκαν.

Επεμβάσεις στο κτηριακό κέλυφος

Γενικά, τα μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιριακού κελύφους είναι δαπανηρά, αφού απαιτούν επεμβάσεις έντασης εργασίας (π.χ. η προσθήκη θερμικής μόνωσης ή η αντικατάσταση παραθύρων). Έτσι, οι περίοδοι αποπληρωμής των περισσότερων επεμβάσεων στα κτιριακά κελύφη είναι μάλλον μεγάλης διάρκειας, που και πάλι μπορούν να αιτιολογηθούν.

Αναλυτικότερα έχουμε:

☞ Μόνωση των ελλειπώς μονωμένων στοιχείων του

Όταν ένα στοιχείο του κτιριακού κελύφους δεν είναι μονωμένο ή δεν επαρκεί η μόνωσή του μπορεί να είναι οικονομικά αποδοτική η προσθήκη μόνωσης με στόχο τη μείωση των απωλειών θερμότητας λόγω μετάδοσης. Όπως για παράδειγμα θερμομόνωση σε εξωτερικούς τοίχους και σε θερμογέφυρες όπως δοκοί και υποστυλώματα.

☞ Βελτιώσεις στα ανοίγματα

Οι σημαντικότερες βελτιώσεις στα παράθυρα είναι:

- Αντικατάσταση υφιστάμενων ανοιγμάτων με νέα, που έχουν βελτιωμένες θερμικές και οπτικές ιδιότητες.
- Κατάργηση περιττών ανοιγμάτων.
- Εγκατάσταση πολλαπλής επίστρωσης ή ταινιών για τη μείωση της μεταφοράς θερμότητας μέσω ακτινοβολίας.
- Εισαγωγή αερίου αργού ή κρυπτού στο διάκενο μεταξύ των υαλοπινάκων, που μπορεί να μειώσει τη μεταφορά θερμότητας μέσω συναγωγής.
- Εφαρμογή εξωτερικών, σταθερών ή κινητών διατάξεων σκίασης (τέντες, παντζούρια, σκίαστρα)

Οι βελτιώσεις στα παράθυρα, όπως είναι η τοποθέτηση υαλοπινάκων υψηλής απόδοσης, ταινιών και επιστρώσεων στα παράθυρα ή τα παράθυρα θυέλλης, μπορεί να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας στα θερμικά και ψυκτικά φορτία του κτιρίου. Οι βελτιώσεις αυτές μπορούν να επηρεάσουν τόσο τη μεταφορά θερμότητας όσο και τα ηλιακά κέρδη. Εξάλλου, τα ενεργειακά αποδοτικά παράθυρα δημιουργούν πιο άνετο περιβάλλον, με ομοιόμορφη κατανομή θερμοκρασιών και καλή ποιότητα φωτισμού.

☞ Ελάττωση διήθησης του αέρα.

Η βελτίωση της στεγανότητας του κτιριακού κελύφους ως προς τον αέρα εξασφαλίζεται με τις παρακάτω τεχνικές:

- Σφράγισμα των διαφόρων χαραμάδων γύρω από τα πλαίσια των παραθύρων καθώς και κάθε διάβασης μέσω των τοίχων, όπως είναι οι οπές των σωληνώσεων του νερού, με θερμομονωτικές ταινίες και στεγανοποιητικά υλικά.
- Τη διαμόρφωση του εξωτερικού χώρου με το φύτευμα δένδρων γύρω από το κτίριο για την ελάττωση των επιδράσεων του ανέμου και της διήθησης του αέρα.
- Τοποθέτηση στοιχείων αδιαπέραστων από τον αέρα που εγκαθίστανται στο εξωτερικό του κτιρίου ώστε να σχηματιστεί ένα συνεχές στρώμα γύρω από τους τοίχους του κτιρίου. Τα στοιχεία αυτά λέγονται ανεμοθραύστες και κατασκευάζονται από υγρή άσφαλτο, υγρό καουτσούκ, φύλλα πλαστικού.

Σε αρκετά μικρά κτίρια, τα θερμικά φορτία λόγω της διήθησης του αέρα μπορεί να είναι σημαντικά. Υπολογίζεται ότι σε καλά μονωμένα κτίρια κατοικιών, η διήθηση μπορεί να συνεισφέρει έως και 40% στο συνολικό φορτίο του κτιρίου.

5.7.2 Δράσεις μόνωσης σε διατηρητέα

Με τη διατήρηση της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς, εξασφαλίζεται η διατήρηση της ιστορικής μνήμης κάθε λαού και η βελτίωση της ποιότητας ζωής. Σήμερα, ενώ οι κίνδυνοι για την πολιτιστική κληρονομιά παραμένουν σοβαροί (αλλοίωση του χώρου (κτιστού και φυσικού), λανθασμένη τουριστική αξιοποίηση, εγκατάλειψη, φυσική φθορά κλπ.), η κοινωνική αντίληψη για την αξία της είναι αυξημένη. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί ότι η διάσωση των παραδοσιακών κτιρίων βοηθά στην εξοικονόμηση των φυσικών πόρων και την καταπολέμηση της σπατάλης καθώς και στον έλεγχο του σφετερισμού της αγροτικής γης και στη μείωση των μετακινήσεων του πληθυσμού προς επίτευξη αειφόρου ανάπτυξης.

...Η προστασία της αρχιτεκτονικής κληρονομιάς είναι ευθύνη όλων μας και για την εφαρμογή της θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η συνέχεια της υφιστάμενης κοινωνικής και φυσικής πραγματικότητας στις κοινότητες, αγροτικές και αστικές. Το μέλλον δεν μπορεί και δεν πρέπει να κτίζεται σε βάρος του παρελθόντος...

(Διακήρυξη του Άμστερνταμ, 1975)

Η διατήρηση και συντήρηση μιας παραδοσιακής οικοδομής βασίζεται στις ακόλουθες αρχές:

- Η συντήρηση ενός κτιρίου συνεπάγεται τη συντήρηση όλων των στοιχείων του (αρχικά παραδοσιακά υλικά, κατασκευαστικές λεπτομέρειες, «τελειώματα», ζωγραφικά/ διακοσμητικά στοιχεία, κλπ.), καθώς και του άμεσου περιβάλλοντος και της κλίμακάς του. Κατά συνέπεια, θα αποκλείεται κάθε αλλοίωση που θα μπορούσε να αλλάξει τις σχέσεις των όγκων, της μορφής, των υλικών και των χρωμάτων του.

- Οι νέες προσθήκες πρέπει να σέβονται όλα τα μέρη του κτιρίου, το παραδοσιακό του πλαίσιο, την ισορροπία της σύνθεσής του, τις σχέσεις του με τον περιβάλλοντα χώρο και ταυτόχρονα πρέπει να διαχωρίζονται από τα αυθεντικά μέρη του, φέροντας τη σφραγίδα της εποχής τους. Επιπλέον οι προσθήκες να είναι κατά το δυνατόν αναστρέψιμες έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα επαναφοράς του κτιρίου στην κατάσταση που βρισκόταν πριν την επέμβαση (αρχή αναστρεψιμότητας).
- Να γίνεται, γενικά, χρήση παραδοσιακών υλικών και μεθόδων δόμησης και μόνο όπου αυτές κρίνονται ανεπαρκείς, να εφαρμόζονται σύγχρονες τεχνικές, των οποίων όμως η αποτελεσματικότητα και η συνεργασία (συμβατότητα) με τα παραδοσιακά υλικά να έχει αποδειχθεί επιστημονικά και εμπειρικά.
- Στα διατηρητέα κτίρια μπορούν να προσδοθούν όλες οι επιτρεπόμενες χρήσεις, σύμφωνα με τις ισχύουσες πολεοδομικές ζώνες, εφόσον σέβονται τον ιδιαίτερο χαρακτήρα των κτιρίων (τυπολογία και μορφολογία) και δεν αλλοιώνουν τη διάρθρωσή τους.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται κάποιες γενικές οδηγίες για την κατασκευή και μορφολογία της διατηρητέας οικοδομής.

- Δομικό σύστημα

Για την αντιμετώπιση τυχόν στατικών προβλημάτων και ανεπαρκειών στις τοιχοποιίες των παραδοσιακών οικοδομών, όπως συρραφή ρωγμών, σύνδεση γωνιών, τοποθέτηση περιμετρικής δοκού κλπ., συστήνεται η αποκατάσταση των αρχικών ξύλινων κατασκευών (π.χ. ξυλοδεσιές, γωνιές, μαντωσιές). Η επιδιόρθωση του παραδοσιακού φέροντος οργανισμού δεν πρέπει να αλλοιώνει τη στατική λειτουργία του, γι' αυτό και η ενίσχυσή του, όπου είναι αναγκαίο, συστήνεται να γίνεται με πρόσθετα στοιχεία στήριξης (π.χ. ξύλινα ή μεταλλικά), νοουμένου ότι αυτά εντάσσονται αρμονικά, τόσο στατικά όσο και αρχιτεκτονικά, στην υφιστάμενη αυθεντική κατασκευή, παραμένοντας όμως εμφανή ώστε να αναγνωρίζεται η σχετική επέμβαση.

Δεν συστήνεται η χρήση σκελετού από οπλισμένο σκυρόδεμα που αποτελεί διαφορετικό δομικό σύστημα σε σχέση με τις παραδοσιακές φέρουσες τοιχοποιίες και επειδή το οπλισμένο σκυρόδεμα σαν υλικό δεν είναι συμβατό με τα παραδοσιακά υλικά και έχει σαφώς μικρότερο χρόνο ζωής.

- Τοιχοποιία

- ☞ Εμφανής πέτρινη τοιχοποιία με χαλίκωμα

- Η επιδιόρθωση και συμπλήρωση της εξωτερικής πέτρινης τοιχοποιίας, αφού καθαριστεί από τυχόν επιχρίσματα, θα γίνεται με τον παραδοσιακό τρόπο και υλικά, ώστε η τελική εικόνα να είναι η ίδια με την αρχική αυθεντική (κατασκευή με «ράμματα» κλπ.).

Ιδιαίτερη προσοχή να δίνεται στην αρμολόγηση, το χαλίκωμα, τα μεγέθη και την πυκνότητα των πετρών και των χαλικιών, ενώ σε καμιά περίπτωση να μην βάφονται ούτε να τσιμεντώνονται οι αρμοί. Το συνδετικό κονίαμα να είναι στο χρώμα της τοπικής γης και να τοποθετείται σε εσοχή ώστε να είναι σχεδόν αθέατο.

☞ Εμφανής λαξευτή πέτρινη τοιχοποιία

Η εξωτερική επεξεργασμένη λιθοδομή, καθώς και όλα τα λαξευτά πέτρινα στοιχεία της οικοδομής, όπως πλαίσια κουφωμάτων, γείσα, ακμές τοίχων κλπ., θα αποκαθίστανται στην αυθεντική τους μορφή, αφού καθαριστούν από βαφές κι επιχρίσματα και συντηρηθούν κατάλληλα, ώστε η πέτρα να παραμείνει εμφανής.

Για την επισκευή της λιθοδομής (τμήματα πέτρας με μικρές φθορές) να χρησιμοποιείται φαρσάνι (κονίαμα με βάση κονιορτοποιημένη πέτρα) στην ίδια χρωματική απόχρωση με την πέτρα, ενώ τα πολύ φθαρμένα τμήματά της θα αντικαθίστανται με ιδίου τύπου πέτρα, κατάλληλα λαξευμένη. Νοείται ότι με κανένα τρόπο δεν θα βάφονται, ούτε θα τσιμεντώνονται οι αρμοί, ενώ το συνδετικό κονίαμα θα είναι στο χρώμα της πέτρας.

☞ Εμφανής οπτοπλινθοδομή

Η επιδιόρθωση και συμπλήρωση της υφιστάμενης οπτοπλινθοδομής (συμπαγές τουβλάκι) να γίνει με τον παραδοσιακό τρόπο και υλικά αφού αυτή καθαριστεί από μεταγενέστερα επιχρίσματα και συντηρηθεί κατάλληλα, ώστε να αποκατασταθεί η αρχική αυθεντική της μορφή.

Ιδιαίτερη προσοχή να δοθεί στη διατήρηση των χαρακτηριστικών δόμησης του τούβλου (ακμές τοιχοποιίας, ανώφλια, πλαίσια κουφωμάτων κλπ.). Νοείται ότι σε καμιά περίπτωση δεν θα βάφονται οι αρμοί ενώ το συνδετικό κονίαμα θα είναι στο χρώμα του τούβλου και θα τοποθετείται σε εσοχή.

☞ Επιχρισμένη τοιχοποιία

Η επιδιόρθωση της επιχρισμένης τοιχοποιίας, σε περίπτωση που αποκαλυφθεί πλήρως με την αφαίρεση των υφιστάμενων επιχρισμάτων, θα γίνεται με τον παραδοσιακό τρόπο και τα αρχικά παραδοσιακά υλικά της κάθε οικοδομής (πέτρα, πλιθάρι ή ντολμά). Το επίχρισμα πρέπει να συντηρείται ή να ανακατασκευάζεται στη αρχική του μορφή (ασπρόγιασμα, ασβέστωμα, γύψωμα κλπ.) με τον παραδοσιακό τρόπο και υλικά, ενώ δεν θα διατηρούνται ή κατασκευάζονται επιχρίσματα με υλικά ασύμβατα με τα παραδοσιακά (π.χ. τσιμεντοσουβάς, σπρίτς, χρήση μεταλλικών ή άλλων πλεγμάτων για στήριξη επιχρίσματος), ώστε η τελική εικόνα να είναι ίδια με την αρχική αυθεντική και ταυτόχρονα να επιτρέπεται η διαπνοή της τοιχοποιίας. Θα διατηρείται πάντοτε η αυθεντική σχέση επιχρισμένων επιφανειών και επιφανειών με εμφανή πέτρα.

- Οροφές

Η αυθεντική κατασκευή των οροφών (στέγαση) των οικοδομών θα διατηρείται και αποκαθίσταται αφού γίνει η κατάλληλη συντήρηση, ενώ όπου αυτό είναι αναγκαίο θα

χρησιμοποιούνται νέα στοιχεία πανομοιότυπα με τα υφιστάμενα (ξύλινη κατασκευή με βολιτζία ή τσάπες πάνω στα οποία τοποθετούνται πλατιά σανίδια, καλαμωτές, ψαθαρκές ή κλαδιά (σχιδάτζια) με κάλυψη από κεραμίδι χωλετρωτό ή γαλλικού τύπου ή ελαφρομπετόν στη θέση που παραδοσιακά υπήρχε χώμα) και θα διατηρούνται οι αρχικές κλίσεις και μορφές. Οι απολήξεις των οροφών (καρκάνια, κροδώματα κλπ.) θα αποκαθίστανται στις αυθεντικές τους μορφές ή, όπου αυτό είναι αναγκαίο, θα ανακατασκευάζονται σύμφωνα με την αρχική λεπτομέρεια και τα παραδοσιακά πρότυπα που επικρατούν στη κάθε περιοχή. Η στέγαση ενδεχόμενης προσθήκης θα πρέπει να έχει ξεκάθαρη μορφή και αρμονική σχέση με τη διατηρητέα οικοδομή ενώ σε καμία περίπτωση δεν θα επηρεάζει στοιχεία της αυθεντικής στέγης. Επιπλέον πρέπει να τηρεί την παραδοσιακή κλίμακα.

- Δάπεδα

Τα αυθεντικά δάπεδα των οικοδομών (παραδοσιακά πλακάκια με έγχρωμα διακοσμητικά μοτίβα, γυψομάρμαρα, πήλινες πλάκες, σανιδωτά) να διατηρούνται και σε περίπτωση αποκατάστασής τους, τα νέα δάπεδα να είναι πανομοιότυπα με τα αυθεντικά. Μόνο σε ειδικές περιπτώσεις να γίνεται χρήση νέων υλικών (π.χ. χώροι υγιεινής).

Ιδιαίτερη προσοχή να δίνεται στην αποκατάσταση των κατωφλιών στην αυθεντική τους μορφή (χρήση συμπαγών λίθινων τεμαχίων κλπ.) ενώ σε καμία περίπτωση να μην επενδύονται με πλάκες.

- Κουφώματα

Τα αυθεντικά παραδοσιακά κουφώματα των οικοδομών θα πρέπει να διατηρούνται, συντηρούνται ή να αποκαθίστανται στην αρχική τους μορφή (μέγεθος, αναλογίες, θέση) και όχι να αντικαθίστανται με νέα εκτός και αν έχουν υποστεί ανεπανόρθωτη ζημιά, οπότε θα αντικαθίστανται με όμοια με τα αυθεντικά παραδοσιακά της οικοδομής. Όπου σχεδιάζεται η διάνοιξη νέων ανοιγμάτων θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η συνολική όψη ώστε να μην διαταράσσεται η ισορροπία στη σχέση κενού/πλήρους της τοιχοποιίας. Δεν είναι αποδεκτή κατά κανόνα η διάνοιξη ανοιγμάτων ή η τροποποίηση της θέσης και μορφής υφιστάμενων αυθεντικών ανοιγμάτων στις προσόψεις των οικοδομών και ιδιαίτερα στις οικοδομές με αστικές επιρροές όπου τα ανοίγματα είναι αυστηρά διατεταγμένα.

Τυχόν νέα ανοίγματα να σχηματίζονται με ξύλινο ανώφλι στο πάνω μέρος, που παραμένει εμφανές εξωτερικά στην περίπτωση των ανεπίχριστων τοιχοποιιών. Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να κατασκευάζονται ψεύτικα πλαίσια από σουβά ή νέα πλαίσια από πέτρα γύρω από τα ανοίγματα, ή να τοποθετούνται εξωτερικές πατούδες ή μπετονένια ανώφλια σε αυτά. Όσα κουφώματα τυχόν χρειαστεί να αντικατασταθούν, να τοποθετούνται στην αρχική /αυθεντική τους θέση, δηλαδή να τοποθετούνται σε επαφή με την εξωτερική πλευρά των τοίχων εκτός στην περίπτωση κουφωμάτων που περιβάλλονται με πέτρινα πλαίσια και να διατηρούνται όλα τα αυθεντικά ξύλινα ανώφλια και μεταλλικά στοιχεία των αρχικών κατασκευών (π.χ. σύρτες, μηχανισμοί ασφαλείας, κλειδαριές, πόμολα, μεντεσέδες, μεταλλικά εξαρτήματα κλπ.).

Σε περίπτωση νέων προσθηκών, η χρήση σύγχρονων υλικών/μορφών μέσα στα πλαίσια αναζητήσεων σύγχρονων αρχιτεκτονικών ρευμάτων είναι ευπρόσδεκτη, νοουμένου ότι παρουσιάζεται μια ολοκληρωμένη και τεκμηριωμένη μελέτη που δείχνει τη συσχέτιση με το παλιό και τη συμβατότητα των υλικών.

Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί με την εξωτερική θερμομόνωση. Συνήθως όπως προκύπτει και από την προηγούμενη ανάλυση δεν επιτρέπεται η εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης σε όψεις κτιρίων που έχουν χαρακτηριστεί ως διατηρητέα. Επίσης το μέγεθος των κουφωμάτων και το ύψος των κτιρίων περιορίζουν αρκετές φορές τον αριθμό των επιλογών, ενώ τα υλικά που εφαρμόζονται θα πρέπει να είναι χημικά και φυσικά συμβατά με τα υπάρχοντα υλικά. Για παράδειγμα μόνωση κυτταρίνης με αλουμίνιο ή θειικό αμμώνιο ως επιβραδυντικό πρέπει να αποφεύγεται, καθώς το θειικό μπορεί να αντιδράσει με την υγρασία και σχηματίζοντας θειικό οξύ να αποσυνθέσει το δομικό υλικό.

Στην περίπτωση που η εξωτερική μόνωση δεν επιτρέπεται, με μία ειδική τεχνική είναι δυνατή η μόνωση της όψης. Πιο συγκεκριμένα αρχικά αποτυπώνεται σε σχέδια η αρχική δομή της όψης, καταγράφονται όλες οι διαστάσεις και έπειτα αφαιρούνται τα δομικά στοιχεία προσεχτικά. Στη συνέχεια αφού η όψη μονωθεί, επανατοποθετούνται τα δομικά στοιχεία. Είναι μια τεχνική περίπλοκη όμως που απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή.

Η διογκωμένη πολυστερίνη και ο ορυκτοβάμβακας είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα υλικά. Ο ορυκτοβάμβακας είναι άκαυστος, βελτιώνει την ακουστική απόδοση του τοιχώματος και με τη χρήση του μειώνεται ο κίνδυνος εμφάνισης υδρατμών. Κατά την τοποθέτησή του το μονωτικό στρώμα του υλικού δε θα πρέπει να αφήνει κενά στην ένωση του με τα κουφώματα, καθώς θα δημιουργηθεί θερμογέφυρα.

5.7.3 Θερμοκάμερα

Για να δούμε την ακτινοβολούμενη θερμική ενέργεια ενός αντικειμένου και να την μετρήσουμε από απόσταση χρησιμοποιούμε ένα μηχάνημα που ονομάζεται θερμοκάμερα. Η μέθοδος μέτρησης ονομάζεται θερμογραφία. Η θερμογραφία ή υπέρυθρη φωτογράφιση, ανιχνεύει την εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας και προκύπτει οπτική απεικόνιση του θερμικού σήματος (θερμογράφημα).

Με την θερμογραφία εντοπίζουμε θερμικές γέφυρες στο κέλυφος του κτιρίου, σημεία διαφυγής θερμού αέρα από το κτίριο, αγωγούς θερμού κρύου νερού ή αέρα μέσα στην κατασκευή ενός κτιρίου, διαφορετικά υλικά μέσα σε μία κατασκευή, ύπαρξη νερού μέσα στα υλικά και υποεπιφανειακές ανωμαλίες στα υλικά.

Κάποιες από τις τυπικές εφαρμογές χρήσης θερμοκάμερας είναι οι εξής:

- Έλεγχος για έλλειψη και ζημιές μόνωσης
- Αναγνώριση διαρροών αέρα, από παράθυρα, πόρτες, οροφές, σωληνώσεις (π.χ. αεραγωγοί)
- Εντοπισμός θερμογεφυρών, ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό των τοίχων

- Έλεγχος και εντοπισμός περιοχών υγρασίας, που δυνητικά προκαλούν κατασκευαστικές φθορές και προβλήματα υγείας – έλεγχος για εισροή υδάτων σε δώματα / τοιχοποιίες
- Αναγνώριση πιθανών περιοχών εισβολής εντόμων, σε οροφές ή κάτω από το δάπεδο
- Έλεγχος των ηλεκτρολογικών πινάκων, καλωδίων, συνδέσεων, κινητήρων, αντλιών
- Έλεγχος των συστημάτων ψύξης & θέρμανσης
- Εντοπισμός προβλημάτων σε ενδοδαπέδια θέρμανση
- Έλεγχος μηχανολογικού εξοπλισμού
- Εντοπισμός και έλεγχος εγκιβωτισμένων σωληνώσεων
- Εκτίμηση εξοικονόμησης ενέργειας μετά από επισκευή φθορών που εντοπίστηκαν ή μετά από θερμομόνωση ή θερμοπρόσοψη

Για να πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις θα πρέπει να ισχύουν κάποιες συγκεκριμένες συνθήκες ανάλογα με το κλίμα που επικρατεί στην περιοχή του κτηρίου. Οι συνθήκες αυτές συνοψίζονται στην συνέχεια:

- Σε Ψυχρά κλίματα
 - ✓ Απαραίτητη η ύπαρξη υψηλής διαφοράς θερμοκρασίας (άνω των 10ο C) ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό του κτιρίου → προτιμώνται ώρες θερμοκρασιακών μεταβολών (π.χ. νωρίς το πρωί)
 - ✓ Αποφεύγονται οι μέρες με βροχόπτωση
 - ✓ Χαμηλή ταχύτητα ανέμου (<2 m/s)
 - ✓ Τα κτίρια πρέπει να θερμαίνονται σταθερά
 - ✓ Σε περίπτωση νυχτερινής λήψης, απαραίτητη η ύπαρξη καθαρού ουρανού (τα σύννεφα αντανακλούν την υπέρυθη ακτινοβολία)
- Σε Θερμά κλίματα
 - ✓ Απαραίτητη η ύπαρξη υψηλής διαφοράς θερμοκρασίας (άνω των 10ο C) ανάμεσα στο εσωτερικό και το εξωτερικό του κτιρίου → προτιμώνται ώρες θερμοκρασιακών μεταβολών (π.χ. νωρίς το απόγευμα)
 - ✓ Προτιμώνται οι ζεστές ηλιόλουστες μέρες
 - ✓ Χαμηλή ταχύτητα ανέμου (<2 m/s)
 - ✓ Τα κτίρια πρέπει να ψύχονται σταθερά
 - ✓ Σε περίπτωση νυχτερινής λήψης, απαραίτητη η ύπαρξη καθαρού ουρανού (τα σύννεφα αντανακλούν την υπέρυθη ακτινοβολία)

Όπως προκύπτει και από τα παραπάνω δεδομένα πρέπει να υπάρχουν ειδικές συνθήκες για να προκύψουν αξιοποιήσιμα αποτελέσματα από την θερμογραφία. Στην παρούσα εργασία δεν χρησιμοποιήθηκε η θερμοκάμερα λόγω των καιρικών συνθηκών που επικρατούσαν κατά την διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής.

5.7.4 Δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στη μόνωση

Με τη θερμομονωτική μελέτη των δομικών στοιχείων των κτηριακών κατασκευών επιδιώκεται ο περιορισμός των ανταλλαγών θερμότητας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος και ταυτόχρονα η επίτευξη ενός ευχάριστου εσωκλίματος στο εσωτερικό των κτηρίων με την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ η επάρκεια της θερμομονωτικής προστασίας του κτηρίου αξιολογείται διττώς:

- ☞ Με τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας των επί μέρους δομικών στοιχείων. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας θα πρέπει η τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας $U_{\text{εξετ}}$ αυτού του δομικού στοιχείου να μην υπερβαίνει την τιμή του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας U_{max} που ορίζει ο κανονισμός, ανά κλιματική ζώνη για κάθε κατηγορία δομικών στοιχείων. Τα όρια αυτά ορίζονται στον πίνακα 6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 για κάθε κλιματική ζώνη του Ελλαδικού χώρου. Ο νομός Αττικής όπου βρίσκεται το εξεταζόμενο κτίριο εντάσσεται στην Β κλιματική ζώνη.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m ² .K)]			
		Κλιματική ζώνη			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές).	$U_{V,D}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.	$U_{V,W}$	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή).	$U_{V,DL}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους.	$U_{V,G}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Τοίχοι σε επαφή με το έδαφος ή με μη θερμαινόμενους χώρους.	$U_{V,WE}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες κ.ά.)	$U_{V,F}$	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες.	$U_{V,GF}$	2,20	2,00	1,80	1,80

Πίνακας 5.14: Όρια συντελεστών θερμοπερατότητας ανάλογα με το δομικό στοιχείο και την κλιματική ζώνη, Πίνακας 6 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί πως δεν δίνονται άλλα στοιχεία θεωρίας για τον υπολογισμό των συντελεστών θερμοπερατότητας καθώς στην εργασία αυτή υπολογίζονται από την πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας. Ταυτόχρονα στην πλατφόρμα εκτός από τα αποτελέσματα παρουσιάζονται και τα όρια ανάλογα με το είδος του δομικού στοιχείου ώστε να είναι πιο εύκολη και γρήγορη η αξιολόγηση της τοιχοποιίας. Τα όρια την πλατφόρμας ταυτίζονται με αυτά που ορίζει η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

- ☞ Με τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηριακού κελύφους στο σύνολό του. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του κτηρίου U_m να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτήριο $U_{m,max}$ αυτού εντασσόμενου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας υπολογίζεται λαμβανομένου υπόψη του λόγου του συνόλου των εξωτερικών επιφανειών του κτηρίου (κατακόρυφων και οριζόντιων) προς τον όγκο του (A/V).

Ο ευρισκόμενος συντελεστής U_m συγκρίνεται με αυτό που ορίζεται ως μέγιστο επιτρεπόμενο $U_{m,max}$ από το λόγο A/V του πίνακα 7 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010 και πρέπει να ισχύει $U_m \leq U_{m,max}$.

A/V (m^{-1})	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (U_m) σε [$W/m^2 \cdot K$]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
$\leq 0,2$	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
$\geq 1,0$	0,81	0,73	0,66	0,60

Πίνακας 5.15: Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας περιβλήματος ανάλογα με την κλιματική ζώνη και τον λόγο A/V , Πίνακας 7 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010

Για τον υπολογισμό του εμβαδού A υπεισέρχονται στον υπολογισμό οι εξωτερικές επιφάνειες του κελύφους στο σύνολό τους που διαμορφώνουν το κέλυφος του κτιρίου είτε έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, είτε έρχονται σε επαφή με το έδαφος, είτε με χώρο χαμηλότερης θερμοκρασίας, είτε με εξωτερική επιφάνεια άλλου κτιρίου είτε αυτό βρίσκεται εντός του ίδιου οικοπέδου είτε στο όμορο παρακολουθώντας απόλυτα τη γεωμετρία του κτιρίου. Αντίστοιχα ο όγκος V είναι ο όγκος του κτιρίου που περικλείεται από όλες αυτές τις επιφάνειες. Στο συνολικό όγκο συνυπολογίζονται οι χώροι που είναι θερμαινόμενοι.

Στην συνέχεια υπολογίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας περιβλήματος για τα δύο κτήρια.

- Παραδοσιακό κτήριο
Αρχικά υπολογίζεται ο λόγος A/V για το κτήριο.

$$\frac{A}{V} = \frac{3881}{12622} = 0.307 \text{ m}^{-1}$$

Και από τον πίνακα 7 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε προκύπτει από γραμμική παρεμβολή ότι για τη ζώνη Β ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής U_m είναι $1,085 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.

- Κτήριο «Οίκος αδελφών»
Αρχικά υπολογίζεται ο λόγος A/V για το κτήριο.

$$\frac{A}{V} = \frac{2725}{11288} = 0.24 \text{ m}^{-1}$$

Και από τον πίνακα 7 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε προκύπτει από γραμμική παρεμβολή ότι για τη ζώνη Β ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής U_m είναι $1,12 \frac{W}{m^2 \cdot K}$.

Ένας από τους πιο βασικούς τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας που συμπεριλαμβάνεται στην μελέτη του κελύφους του κτηρίου αποτελεί η αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλά όπως προαναφέρθηκε. Στα δύο κτήρια όμως που πραγματοποιείται η παρούσα μελέτη, έχει πραγματοποιηθεί ήδη αντικατάσταση των μονών υαλοπινάκων με διπλούς κατά 90%. Στους μόνους χώρους που έχει γίνει μερικώς ή καθόλου η αντικατάσταση των υαλοπινάκων δεν θεωρείται απαραίτητη η μελέτη καθώς οι χώροι αυτοί είτε είναι κάποιοι διάδρομοι που ούτως ή άλλως συνδέονται με ανοιχτούς χώρους και αρα έχουν απώλειες, είτε είναι κάποιες κλίνες γιατρών όπου οι υαλοπίνακες είναι πολύ μικροί και πολύ λίγοι σε αριθμό. Τέλος ο πίνακας 5.15 παρουσιάζει την μελέτη της μόνωσης των υαλοπινάκων στον «οίκο αδελφών» και προκύπτει ότι οι διπλοί υαλοπίνακες είναι περισσότερο από αρκετοί για την σωστή μόνωση του κτηρίου ως προς τα κουφώματα ανοιγμάτων.

Δομικά υλικά	Πάχος στρώσεως d	Σ. θερμικής αγωγ/τας(λ) (W/mk)	Εμβαδόν επιφάνειας	Θερμική αντίσταση (m ² *k/W)
Κουφώματα ανοιγμάτων				
τζάμια				
2 υαλοπλάισια, χωρίς επίστρωση χαμ. Εκπομπής, διάκενο αέρα (4-12-4)	<input type="text" value="0"/>	2.800	<input type="text" value="179"/>	0.3571
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)(m ² *K/W)=0.13				
Αντίσταση θερμοδιαφυγής (d=20cm) (m ² *K/W)=0.3571				
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά) (m ² *K/W)=0.04				
Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/U) (m ² *K/W)=0.5271				
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U) (W/m ² *K)=1.897				
με μέγιστο επιτρεπτο=3.00				

Πίνακας 5.16: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας των κουφωμάτων ανοιγμάτων, πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι μελέτες της εξωτερικής μόνωσης των δύο κτηρίων όπως αυτές πραγματοποιήθηκαν στην πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας. Αρχικά παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία των τοίχων και των οροφών των κτηρίων και στην συνέχεια τα αποτελέσματα από την εφαρμογή θερμομόνωσης. Σαν θερμομονωτικό υλικό χρησιμοποιήθηκε διογκωμένη πολυστερίνη σε πάχος κατάλληλο για την αντίστοιχη εφαρμογή. Ο τρόπος εφαρμογής στο διατηρητέο κτήριο έχει παρουσιαστεί σε προηγούμενη παράγραφο.

5.7.4.1 Παραδοσιακό κτήριο

Η εξωτερική τοιχοποιία στο παραδοσιακό κτήριο πάχους 80cm έχει σαν βασικό δομικό υλικό την πέτρα ενώ δεν υπάρχει οποιασδήποτε μορφής μόνωση. Έτσι προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα.

Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα				
		εξωτερικός τοίχος		
Ασβεστοκονίαμα	0.03	0.870	1081	0.0345
Τεχνητοί λίθοι	0.72	1.300	1081	0.5538
Ασβεστοκονίαμα	0.03	0.870	1081	0.0345
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά) (m ² *K/W)=0.13				
Αντίσταση θερμοδιαφυγής (d=20cm) (m ² *K/W)=0.6228				
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά) (m ² *K/W)=0.04				
Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/U) (m ² *K/W)=0.7928				
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U) (W/m ² *K)=1.2613				
με μέγιστο επιτρεπτό=0.50				

Πίνακας 5.17: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας του εξωτερικού τοίχου του παραδοσιακού κτηρίου, πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Προκύπτει λοιπόν από τα αποτελέσματα του προγράμματος ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι εκτός ορίων ($U = 1,2613 > \frac{0.50W}{m^2 \cdot K}$) και άρα θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί επιπλέον μόνωση.

Η οροφή του κτηρίου έχει διατηρηθεί από την αρχική της κατασκευή με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται ιδιαίτερες τεχνικές στις οποίες δεν υπήρχε πρόσβαση για να παρατηρηθούν. Παρόλα αυτά, σύμφωνα με τον πολιτικό μηχανικό της τεχνικής υπηρεσίας του νοσοκομείου, η οροφή του κτηρίου αποτελείται από τα παρακάτω δομικά υλικά.

Δομικά υλικά	Πάχος στρώσεως d	Σ. θερμικής αγωγότητας(λ) (W/mk)	Εμβαδόν επιφάνειας	Θερμική αντίσταση (m ² *k/W)
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)				
		Οροφή		
Κεραμίδια	0.2	0.400	1400	0.5
ΞΥΛΑ	0.2	0.050	1400	4
Ασφαλτικά φύλλα (ασφαλτόπανα)	0.02	0.230	1400	0.087
Ασβεστοκονίαμα	0.02	0.870	1400	0.023
Επίχρησμα εξωτερικό ασβεστοκονίαμα	0.02	0.870	1400	0.023
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά) (m ² *K/W)=0.10				
Αντίσταση θερμοδιαφυγής (d=20cm) (m ² *K/W)=4.6329				
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά) (m ² *K/W)=0.10				
Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/U) (m ² *K/W)=4.8329				
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U) (W/m ² *K)=0.2069				
με μέγιστο επιτρεπτό=0.45				

Πίνακας 5.18: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής του παραδοσιακού κτηρίου, πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Προκύπτει λοιπόν από τα αποτελέσματα του προγράμματος ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι εντός ορίων ($U = 0,2069 < \frac{0.45W}{m^2 \cdot K}$) και άρα δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί επιπλέον μόνωση.

Ομοίως υπολογίζεται για τα δομικά υλικά που απαρτίζουν το δάπεδο ο συντελεστής θερμοπερατότητας:

Δομικά υλικά	Πάχος στρώσεως d	Σ. θερμικής αγωγ/τας(λ) (W/mk)	Εμβαδόν επιφάνειας	Θερμική αντίσταση (m ² *k/W)
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος				
		δαπέδο		
Ασβεστοκονίαμα	0.02	0.870	1400	0.023
Μάρμαρο	0.2	3.500	1400	0.0571
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.4	2.030	1400	0.197
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)(m ² *K/W)=0.17				
Αντίσταση θερμοδιαφυγής (d=20cm) (m ² *K/W)=0.2772				
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά) (m ² *K/W)=0.00				
Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/U) (m ² *K/W)=0.4472				
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U) (W/m ² *K)=2.2363				
με μέγιστο επιτρεπτο=0.90				

Πίνακας 5.19: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας του δαπέδου του παραδοσιακού κτηρίου, πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Προκύπτει λοιπόν από τα αποτελέσματα του προγράμματος ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι εκτός ορίων ($U = 2,2363 > \frac{0.9W}{m^2 \cdot K}$) και άρα απαιτείται να χρησιμοποιηθεί επιπλέον μόνωση.

Σύμφωνα με τα δομικά υλικά που προαναφέρθηκαν, μπορεί να υπολογιστεί ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του περιβλήματος. Ο υπολογισμός αυτός πραγματοποιείται στην πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας απ' όπου προκύπτει ότι $Um = 1.2465 \frac{W}{m^2 \cdot K}$, καθώς σύμφωνα με τους υπολογισμούς ισχύει:

$$\sum [Aj * Uj] \text{ Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων} = 4783,941$$

$$\sum [Aj] \text{ Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων} = 3881$$

$$\sum [Aj * Uj] \text{ Διαφανών Δομικών Στοιχείων} = 280,691$$

$$\sum [Aj] \text{ Διαφανών Δομικών Στοιχείων} = 182$$

Από την ανάλυση όμως προέκυψε ότι για το κτήριο αυτό ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του περιβλήματος είναι $Um = 1,085 \frac{W}{m^2 \cdot K} < 1,2465 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ και άρα απαιτείται η εγκατάσταση επιπλέον μόνωσης στο κτηριακό κέλυφος.

Χρησιμοποιώντας διογκωμένη πολυστερίνη πάχους κατάλληλου για την αντίστοιχη εφαρμογή στην μόνωση των εξωτερικών τοίχων αλλά και του δαπέδου, παρατηρούμε ότι αλλάζει ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του περιβλήματος, καθώς πλέον ισχύει:

$$\sum [Aj * Uj] \text{ Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων} = 1878,479$$

$$\sum [Aj] \text{Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων} = 3881$$

Προκύπτει λοιπόν ότι ο νέος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του περιβλήματος είναι $Um = 0,5261 \frac{W}{m^2 \cdot K} < 1,085 \frac{W}{m^2 \cdot K}$ και αρα πλέον βρισκόμαστε εντός των ορίων που καθορίζονται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στην συνέχεια πραγματοποιείται για τον νέο μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας του περιβλήματος, οικονομική ανάλυση με σκοπό την αξιολόγηση της δράσης. Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται η ενεργειακή εξοικονόμηση από την δράση αυτή και στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής παρουσιάζονται οι οικονομικοί δείκτες και ο σχολιασμός της δράσης ως συμφέρουσας ή μη.

Παραδοσιακό κτήριο	Απώλειες πριν	Απώλειες μετά	Κέρδος σε kWh	ευρώ/kWh	Κέρδος σε ευρώ
Χειμερινοί μήνες	58002,95	20505,05	37497,9	0,055	2062,384
Θερινοί μήνες	9444,693	3338,868	6105,825	0,06428	392,4824
Σύνολο	67447,64	23843,92	43603,72		2454,867

Πίνακας 5.20: Υπολογισμός κέρδους/χρόνο με την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης στο παραδοσιακό κτήριο, πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Προκύπτει λοιπόν ετήσιο κέρδος της τάξης των 43603kWh ενώ σε ευρώ προκύπτει κέρδος της τάξης των 2454,9 ευρώ/χρόνο. Το ποσό αυτό φαίνεται σημαντικό κάτι που θα αναλυθεί στην παράγραφο αξιολόγησης των δράσεων.

5.7.4.2 Κτήριο «οίκου αδελφών»

Η εξωτερική τοιχοποιία του κτηρίου αυτού αποτελείται από δύο σειρές μπατικών τοιχοποιιών. Μπατική είναι η τοιχοποιία στην οποία ο τοίχος έχει πάχος όσο το μήκος του τούβλου, 19εκατοστά. Παλαιότερα υπήρχαν διάφοροι τρόποι κτισίματός της. Σήμερα έχει επικρατήσει αυτός με την ονομασία «ντάμα», γιατί η εμφάνιση του τοίχου θυμίζει το ταμπλό πάνω στο οποίο παίζεται το ομώνυμο παιχνίδι.



Εικόνα 5.22: α) Παράδειγμα μπατικής τοιχοποιίας, β) Φωτογραφία από την εξωτερική τοιχοποιία του κτηρίου «Οίκος αδελφών», δεύτερος όροφος

Δομικά υλικά	Πάχος στρώσεως d	Σ. θερμικής αγωγ/τας(λ) (W/mk)	Εμβαδόν επιφάνειας	Θερμική αντίσταση (m ² *k/W)
εξωτερικός τοίχος ορόφου				
Ασβεστοκονίαμα	0.02	0.870	1062	0.023
Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	0.19	0.510	1062	0.3725
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.08	2.030	1062	0.0394
Οπτοπλινθοδομή με διάτρητες οπτοπλίνθους	0.19	0.510	1062	0.3725
Ασβεστοκονίαμα	0.02	0.870	1062	0.023

Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)(m ² *K/W)=0.13
Αντίσταση θερμοδιαφυγής (d=20cm) (m ² *K/W)=0.8305
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά) (m ² *K/W)=0.04
Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/U) (m ² *K/W)=1.0005
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U) (W/m ² *K)=0.9995
με μέγιστο επιτρεπτό=0.50

Πίνακας 5.21: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας του εξωτερικού τοίχου των ορόφων του «οίκου αδελφών», πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Προκύπτει λοιπόν από τα αποτελέσματα του προγράμματος ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι εκτός ορίων ($U = 0.9995 > \frac{0.50W}{m^2 \cdot K}$) και άρα θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί επιπλέον μόνωση.

Για το δώμα δεν έχει χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε οπτοπλινθοδομή καθώς προστέθηκε πολύ αργότερα σαν κατασκευή και υπήρχαν φόβοι στατικότητας του κτηρίου λόγω της παλαιότητας του. Έτσι έχει κατασκευαστεί κυρίως από γυψοσανίδα.

Δομικά υλικά	Πάχος στρώσεως d	Σ. θερμικής αγωγ/τας(λ) (W/mk)	Εμβαδόν επιφάνειας	Θερμική αντίσταση (m ² *k/W)
δώμα				
Γυψοσανίδες	0.03	0.210	125	0.1429
Πετροβάμβακας σε μορφή παπλώματος	0.06	0.035	125	1.7143
Γυψοσανίδες	0.03	0.210	125	0.1429

Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)(m ² *K/W)=0.13
Αντίσταση θερμοδιαφυγής (d=20cm) (m ² *K/W)=2
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά) (m ² *K/W)=0.04
Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/U) (m ² *K/W)=2.17
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U) (W/m ² *K)=0.4608
με μέγιστο επιτρεπτό=0.50

Πίνακας 5.22: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας του εξωτερικού τοίχου του δώματος του «οίκου αδελφών», πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Προκύπτει λοιπόν από τα αποτελέσματα του προγράμματος ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι εντός ορίων ($U = 0.4608 < \frac{0.50W}{m^2 \cdot K}$) και άρα δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί επιπλέον μόνωση.

Οροφές συναντώνται στο κτήριο τόσο στον δεύτερο όπου θα πραγματοποιηθεί στη συνέχεια η μελέτη των φωτοβολταϊκών τόσο και στο ισόγειο. Παρόλο που τα δομικά τους στοιχεία είναι ίδια παρουσιάζονται χωριστά στη συνέχεια.

Δομικά υλικά	Πάχος στρώσεως d	Σ. θερμικής αγωγιμότητας(λ) (W/mk) οροφή στον 2ο	Εμβαδόν επιφάνειας	Θερμική αντίσταση (m ² *k/W)
Ασβεστοκονίαμα	0.03	0.870	560	0.0345
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.44	2.030	560	0.2167
Ασβεστοκονίαμα	0.03	0.870	560	0.0345
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)(m ² *K/W)=0.10				
Αντίσταση θερμοδιαφυγής (d=20cm) (m ² *K/W)=0.2857				
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά) (m ² *K/W)=0.10				
Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/U) (m ² *K/W)=0.4857				
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U) (W/m ² *K)=2.0588				
με μέγιστο επιτρεπτο=0.45				

Πίνακας 5.23: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής του δεύτερου ορόφου του «οίκου αδελφών», πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Προκύπτει λοιπόν από τα αποτελέσματα του προγράμματος ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι εκτός ορίων ($U = 2,0588 > \frac{0.45W}{m^2 \cdot K}$) και άρα θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί επιπλέον μόνωση.

οροφή στο ισόγειο				
Δομικά υλικά	Πάχος στρώσεως d	Σ. θερμικής αγωγιμότητας(λ) (W/mk)	Εμβαδόν επιφάνειας	Θερμική αντίσταση (m ² *k/W)
Ασβεστοκονίαμα	0.03	0.870	96	0.0345
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.44	2.030	96	0.2167
Ασβεστοκονίαμα	0.03	0.870	96	0.0345
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)(m ² *K/W)=0.10				
Αντίσταση θερμοδιαφυγής (d=20cm) (m ² *K/W)=0.2857				
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά) (m ² *K/W)=0.10				
Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/U) (m ² *K/W)=0.4857				
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U) (W/m ² *K)=2.0588				
με μέγιστο επιτρεπτο=0.45				

Πίνακας 5.24: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής του ισόγειου του «οίκου αδελφών», πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Ομοίως προκύπτει από τα αποτελέσματα του προγράμματος ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι εκτός ορίων ($U = 2,0588 > \frac{0.45W}{m^2 \cdot K}$) και άρα θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί επιπλέον μόνωση.

Ταυτόχρονα στο δώμα υπάρχει διαφορετική οροφή η οποία αποτελείται από τα παρακάτω δομικά στοιχεία:

Δομικά υλικά	Πάχος στρώσεως d	Σ. θερμικής αγωγιμότητας(λ) (W/mk)	Εμβαδόν επιφάνειας	Θερμική αντίσταση (m ² *k/W)
οροφή στο δώμα				
Κεραμίδια	0.28	0.400	176	0.7
Γυψοσανίδες	0.06	0.210	176	0.2857
Διογκωμένη πολυστερίνη	0.05	0.036	176	1.3889
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)(m ² *K/W)=0.10				
Αντίσταση θερμοδιαφυγής (d=20cm) (m ² *K/W)=2.3746				
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά) (m ² *K/W)=0.10				
Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/U) (m ² *K/W)=2.5746				
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U) (W/m ² *K)=0.3884				
με μέγιστο επιτρεπτο=0.45				

Πίνακας 5.25: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας της οροφής του δώματος του «οίκου αδελφών», πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Προκύπτει από τα αποτελέσματα του προγράμματος ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι εντός ορίων ($U = 0,3884 < \frac{0.45W}{m^2 \cdot K}$) και άρα δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί επιπλέον μόνωση.

Τέλος παρατίθενται τα δομικά στοιχεία του δαπέδου:

Δομικά υλικά	Πάχος στρώσεως d	Σ. θερμικής αγωγιμότητας(λ) (W/mk)	Εμβαδόν επιφάνειας	Θερμική αντίσταση (m ² *k/W)
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος				
δαπέδο				
Μάρμαρο	0.2	3.500	706	0.0571
Οπλισμένο σκυρόδεμα	0.4	2.030	706	0.197
Ασβεστοκονίαμα	0.02	0.870	706	0.023
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)(m ² *K/W)=0.17				
Αντίσταση θερμοδιαφυγής (d=20cm) (m ² *K/W)=0.2772				
Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά) (m ² *K/W)=0.00				
Αντίσταση θερμοπερατότητας (1/U) (m ² *K/W)=0.4472				
Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U) (W/m ² *K)=2.2363				
με μέγιστο επιτρεπτο=0.90				

Πίνακας 5.26: Υπολογισμός συντελεστή θερμοπερατότητας του δαπέδου του «οίκου αδελφών», πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Προκύπτει από τα αποτελέσματα του προγράμματος ότι ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι εκτός ορίων ($U = 2,2363 > \frac{0.90W}{m^2 \cdot K}$) και άρα απαιτείται να χρησιμοποιηθεί επιπλέον μόνωση.

Σύμφωνα με τα δομικά υλικά που προαναφέρθηκαν, μπορεί να υπολογιστεί ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του περιβλήματος. Ο υπολογισμός αυτός πραγματοποιείται στην πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας απ' όπου προκύπτει ότι $U_m = 1,53977 \frac{W}{m^2 \cdot K}$, καθώς ισχύει:

$$\sum [A_j * U_j] \text{ Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων} = 4131,94$$

$$\sum [A_j] \text{ Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων} = 2725$$

$$\sum [A_j * U_j] \text{ Διαφανών Δομικών Στοιχείων} = 339,563$$

$$\sum [A_j] \text{ Διαφανών Δομικών Στοιχείων} = 179$$

Από την ανάλυση όμως προέκυψε ότι για το κτήριο αυτό ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του περιβλήματος είναι $U_m = 1,12 \frac{W}{m^2 * K} < 1,53977 \frac{W}{m^2 * K}$ και άρα απαιτείται η εγκατάσταση επιπλέον μόνωσης στο κτηριακό κέλυφος.

Χρησιμοποιώντας διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 0,05m για την μόνωση των εξωτερικών τοίχων, της οροφής των ορόφων αλλά και του δαπέδου που βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος, παρατηρούμε ότι αλλάζει ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του περιβλήματος, καθώς πλέον ισχύει ότι:

$$\sum [A_j * U_j] \text{ Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων} = 1391,716$$

$$\sum [A_j] \text{ Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων} = 2725$$

Προκύπτει λοιπόν ότι ο νέος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας του περιβλήματος είναι $U_m = 0,5962 \frac{W}{m^2 * K} < 1,12 \frac{W}{m^2 * K}$ και άρα πλέον βρισκόμαστε εντός των ορίων που καθορίζονται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στην συνέχεια πραγματοποιείται για τον νέο μέσο συντελεστής θερμοπερατότητας του περιβλήματος, οικονομική ανάλυση με σκοπό την αξιολόγηση της δράσης. Στο σημείο αυτό παρουσιάζεται η ενεργειακή εξοικονόμηση από την δράση αυτή και στο τελευταίο κεφάλαιο της παρούσας διπλωματικής παρουσιάζονται οι οικονομική δείκτες και ο σχολιασμός της δράσης ως συμφέρουσας ή μη.

Κτήριο αδελφών	Απώλειες πριν	Απώλειες μετά	Κέρδος σε kWh	ευρώ/kWh	Κέρδος σε ευρώ
Χειμερινοί μήνες	51701,13	16335,8	35365,33	0,055	1945,093
Θερινοί μήνες	8418,559	2659,979	5758,58	0,06428	370,1615
Σύνολο	60119,69	18995,78	41123,91		2315,255

Πίνακας 5.27: Υπολογισμός κέρδους/χρόνο με την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης στον «οίκο αδελφών», πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας

Προκύπτει λοιπόν ετήσιο κέρδος της τάξης των 41123,91Wh ενώ σε ευρώ προκύπτει κέρδος της τάξης των 2315,55 ευρώ/χρόνο. Το ποσό αυτό φαίνεται σημαντικό κάτι που θα αναλυθεί στην παράγραφο αξιολόγησης των δράσεων.

Κεφάλαιο 6 – Μελέτη Φωτισμού

6.1 Εισαγωγή

Η μελέτη του φωτισμού πραγματοποιήθηκε τόσο στο παραδοσιακό κτήριο όσο και στο κτήριο «οίκος αδελφών». Σύμφωνα με τα διαγράμματα που παρουσιάστηκαν προηγουμένως, ο φωτισμός αποτελεί το 30% της κατανάλωσης του παραδοσιακού κτηρίου και για τον λόγο αυτό αποτελεί ένα πολύ σημαντικό μέσο εξοικονόμησης ενέργειας. Στην συνέχεια παρουσιάζονται οι απαιτήσεις από τον Κ.Εν.Α.Κ., η αναλυτική μελέτη και τα αποτελέσματα από το Relux και τέλος η οικονομοτεχνική μελέτη και οι δράσεις που επιλέχθηκαν για εφαρμοστούν στα κτήρια. Ταυτόχρονα τα κριτήρια φωτισμού που τηρήθηκαν για τους παρακάτω χώρους βρίσκονται στο πρότυπο:

ΕΛΟΤ EN 12464.1, «Φως και φωτισμός – Φωτισμός χώρων εργασίας – Μέρος 1 : Εσωτερικοί χώροι εργασίας», Αθήνα, Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης

6.2 Κ.Εν.Α.Κ

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ σε κάθε χώρο πρέπει να παρέχεται ο φωτισμός που εξασφαλίζει στους χρήστες οπτική άνεση, δηλαδή ένα περιβάλλον με την απαιτούμενη ποσότητα και ποιότητα φωτισμού, που επιτρέπει την ευχάριστη διαμονή και την άσκηση της προβλεπόμενης δραστηριότητά τους, χωρίς φαινόμενα που να οδηγούν στην οπτική δυσφορία ή/και κόπωση. Για τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό, ο Κ.Εν.Α.Κ. καθορίζει για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια του τριτογενούς τομέα, καθώς και για τα αντίστοιχα κτήρια αναφοράς, ως ελάχιστη φωτιστική απόδοση (φωτεινή δραστηριότητα) των συστημάτων γενικού φωτισμού τα 55 (lm/W).

Στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 12464.1:2002 δίνονται λεπτομερώς τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού ανά χρήση χώρου, καθώς και επιπρόσθετες πληροφορίες που σχετίζονται με το σχεδιασμό του συστήματος φωτισμού. Με βάση - κατά κύριο λόγο - τις προτεινόμενες τιμές του προτύπου για τα συνιστώμενα επίπεδα φωτισμού, δίνονται στον πίνακα 2.4. οι τιμές για τη μέση ελάχιστη στάθμη γενικού φωτισμού (lx) ανά χρήση χώρου και οι τιμές για την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού (W/m² δομημένης επιφάνειας) του κτηρίου αναφοράς τριτογενούς τομέα, για το οποίο η φωτιστική απόδοση(φωτεινή δραστηριότητα) καθορίστηκε στα 55 (lm/W). Αυτές οι τιμές, της εγκατεστημένης ισχύος των φωτιστικών ανά μονάδα δομημένης επιφάνειας (W/m²) του κτηρίου αναφοράς είναι οι μέγιστες επιτρεπόμενες για την κάλυψη της μέσης ελάχιστης στάθμης (lx) γενικού φωτισμού, για ύψος τοποθέτησης των φωτιστικών στο χώρο τα 2,6 m, καθορίστηκαν με βάση τις προτεινόμενες τιμές ανά χρήση χώρων όπως δίνονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15193:2007 και λαμβάνονται υπόψη για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων του τριτογενούς τομέα.

Έτσι σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. ισχύουν για τα είδη των χώρων στα κτήρια μελέτης, τα παρακάτω όρια εγκατεστημένης ισχύος.






Χρήση χώρου	Ισχύς για κτήριο αναφοράς W/m ²
γραφείο	16
αναμονή ασθενών	9,6
χειρουργεία	32
ασθενείς	3,2
εξωτερικά ιατρεία	16
νοσοκομείο (γενικοί χώροι)	9,6
κοιτώνες γιατρών	6,4
εργαστήρια	16
αποθήκες	6,4
διάδρομος	6,4
θάλαμοι αναμονής	9,6
αποδυτήρια	9,6

Πίνακας 6.1: Όρια εγκατεστημένης ισχύος ανάλογα με τη χρήση του χώρου

6.3 Εγκατεστημένα φωτιστικά

Κάποια από τα φωτιστικά που χρησιμοποιούνται στα κτήρια όπου πραγματοποιήθηκε η μελέτη παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Όνομασία	W	lm	K	Όνομασία σε εργασία
Osram T8 lumilux 18W	18	1300	cool daylight	Φ1
Osram T8 lumilux 36W	36	3250	cool daylight	Φ2
Osram Dulux L 18W 830 4P Lumilux	18	1215	cool white	Φ3
Extra Low Voltage Dichroic 50 Cover Glass	35		2925	ΣΠ

Λάμπα Αλογόνου Ιωδίνης ECO J118 230V 120W	120	2250	3000		A1
Λάμπα Οικονομίας Σπирάλ 20W Ψυχρό E27	20	1200	6400		OIK2
Λάμπα Αλογόνου 28w B22 Αχλάδι Οικονομίας 230v Lumen	28	370			A2
Λαμπτήρας Σπирάλ Με Βάση E27 11w	11	530	6400		OIK1
SA LYNX-DE 18W/840 G24Q-2 SLV	18	1200	3000		Φ4

Πίνακας 6.2: Εγκατεστημένα φωτιστικά

6.4 Γιατί LED

Ακόμα και αν δεν είχαν επιλεγθεί λαμπτήρες LED αξίζει να αναφέρουμε την σημασία των ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών πηνίων σε σχέση με τα συμβατικά. Η κατανάλωση ενέργειας στον λαμπτήρα είναι χαμηλότερη όταν αυτός λειτουργεί με ηλεκτρονικό στραγγαλιστικό πηνίο πχ ο λαμπτήρας ονομαστικής ισχύος 36W καταναλώνει 32 W ενώ με συμβατικό πηνίο η κατανάλωση του θα ήταν ίση με την ονομαστική (36W). Επιπροσθέτως οι απώλειες του ηλεκτρονικού στραγγαλιστικού πηνίου είναι μικρότερες του συμβατικού πχ σε ένα τυπικό φωτιστικό 2*36W απαιτείται ένα ηλεκτρονικό στραγγαλιστικό πηνίο με απώλειες 10W ενώ στη συμβατική λειτουργία απαιτούνται 2 ηλεκτρομαγνητικά στραγγαλιστικά πηνία με απώλειες 2*8W, άρα το φωτιστικό με την ηλεκτρονική λειτουργία θα καταναλώνει $2*32+10=74W$, ενώ με την συμβατική $2*(36+8)=88 W$. Το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας εξαρτάται από τον τύπο του συμβατικού φωτιστικού που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της κατανάλωσης αναφοράς.

Το πλεονέκτημα αυτό των ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών πηνίων είναι αξιοποιήσιμο στις νέες αλλά και στις υφιστάμενες εγκαταστάσεις. Τα φωτιστικά σώματα που λειτουργούν με λαμπτήρες φθορισμού T8 (ή μεγαλύτερης διαμέτρου) επιδέχονται την αλλαγή αυτή με την προϋπόθεση ότι υπάρχει ο απαιτούμενος χώρος στο εσωτερικό τους για την τοποθέτηση του ηλεκτρονικού στραγγαλιστικού πηνίου και αφού γίνουν οι απαραίτητες αλλαγές στην εσωτερική καλωδίωση. Να σημειωθεί επίσης ότι το ηλεκτρονικό στραγγαλιστικό πηνίο

υποκαθιστά επίσης τη λειτουργία του εκκινήτη του συμβατικού φωτιστικού, άρα ο εκκινήτης και η καλωδίωση του καταργούνται στο τροποποιημένο φωτιστικό.

Σε αρκετές περιπτώσεις το εργατικό κόστος για τις επεμβάσεις στο εσωτερικό των υφιστάμενων φωτιστικών (μαζί με το κόστος των υλικών) είναι υψηλότερο του κόστους της συνολικής αντικατάστασης των φωτιστικών με καινούρια που φέρουν ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία. Ακόμα και σε αυτή την περίπτωση ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης είναι πολύ μικρός (εως 5 χρόνια). Ένας επιπλέον λόγος για μια τέτοια ριζική επέμβαση είναι τι η απόδοση των υφιστάμενων φωτιστικών μειώνεται με το χρόνο με αποτέλεσμα να απαιτούνται εργασίες συντήρησης τους για να φωτίζουν επαρκώς.

Τα φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες T5 εξαιρούνται εκ των πραγμάτων από μια τέτοια παρέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας (αντικατάσταση στραγγαλιστικών πηνίων) διότι οι λαμπτήρες αυτοί λειτουργούν μόνο με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία. Αυτό σημαίνει ότι η χρήση φωτιστικών με λαμπτήρες T5 ενδείκνυται σε νέες εγκαταστάσεις ή σε περιπτώσεις αντικατάστασης των ίδιων φωτιστικών.

Στους χώρους που γίνεται η μελέτη έχουν εγκατασταθεί λαμπτήρες T8. Η αρχική σκέψη από την τεχνική υπηρεσία του νοσοκομείου ήταν οι λαμπτήρες αυτοί να αντικατασταθούν από λαμπτήρες T5. Οι λαμπτήρες αυτοί αποτελούν τη νέα γενιά λαμπτήρων φθορισμού. Οι διαστάσεις όμως των λαμπτήρων T5 είναι διαφορετικές από αυτές των T8 αλλά και των T12 με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατόν να τους αντικαταστήσουν σε υφιστάμενα φωτιστικά. Για τον λόγο αυτό και από την στιγμή που θα γίνει ούτως ή άλλως καινούρια εγκατάσταση φωτιστικών αποφασίστηκε να γίνει μελέτη για λαμπτήρες LED. Επιπλέον στην συνέχεια θα γίνει αναφορά και για το οικονομικό όφελος από μια εγκατάσταση LED σε σχέση με μια εγκατάσταση με T5 φωτιστικό.

Παρόλα αυτά αξίζει να αναφέρουμε ότι επειδή είχε γίνει και μερική αντικατάσταση των εγκατεστημένων συμβατικών στραγγαλιστικών πηνίων με ηλεκτρονικά, η αντικατάστασή τους από φωτιστικά T5 θα ήταν οικονομικά ασύμφορη καθώς δεν θα απέφερε σημαντικά ενεργειακά οφέλη και θα είχε μεγάλο χρόνο απόσβεσης.

6.5 Θερμοκρασία χρώματος

Η θερμοκρασία χρώματος (K, Kelvin), είναι το μέτρο για να περιγραφεί το χρώμα των φωτεινών πηγών. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία χρώματος, τόσο ψυχρότερη είναι η απόχρωση της φωτεινής πηγής.

Θερμοκρασία	Απόχρωση
Κάτω από 3300 K	Ζεστή
3300 ... 5300 K	Ενδιάμεση
Πάνω από 5300 K	Ψυχρή

Πίνακας 6.3: Θερμοκρασίες χρώματος και αντίστοιχη απόχρωση φωτεινής πηγής

Η επίδραση του χρώματος του φωτός στην συναισθηματική διάθεση του ανθρώπου είναι αναμφίβολα πολύ σημαντική. Τα συναισθήματα που δημιουργούνται από ένα περιβάλλον με συγκεκριμένη κατηγορία συσχετισμένης θερμοκρασίας χρώματος εξαρτάται από την

ένταση φωτισμού του χώρου. Όσο υψηλότερος είναι ο φωτισμός τόσο πιο άνετα αισθάνεται ο άνθρωπος με τις ψυχρές θερμοκρασίες χρώματος. Το χρώμα δεν συμβάλει μόνο στην εμφάνιση των αντικειμένων και επιφανειών του εσωτερικού του κτηρίου αλλά επιπλέον επηρεάζει την ανθρώπινη διάθεση.

Στους χώρους που μελετήθηκαν στην εργασία, η ένταση φωτισμού είναι της τάξης των 500lx ενώ σε κάποιους χώρους είναι ακόμα μικρότερη. Αυτό σημαίνει πως σύμφωνα με τον πίνακα οι αποχρώσεις των λαμπτήρων πρέπει να είναι είτε θερμές (κάτω από 3300K) είτε ουδέτερες (3300-5300 K). Με αυτά τα κριτήρια επιλέχθηκαν και οι αποχρώσεις των λαμπτήρων LED στην εγκατάσταση.

Ένταση φωτισμού (lux)	Χρώμα φωτεινής πηγής		
	ζεστό	ουδέτερο	ψυχρό
	Συναισθηματική αντίδραση		
κάτω από 500	ευχάριστη	ουδέτερη	ψυχρή
500 ... 1000			
1000 ... 2000	διεγερτική	ευχάριστη	ουδέτερη
2000 ... 3000			
πάνω από 3000	μη φυσική	διεγερτική	ευχάριστη

Πίνακας 6.4: Συναισθηματική αντίδραση εξαρτώμενη από το περιβάλλον φωτισμού

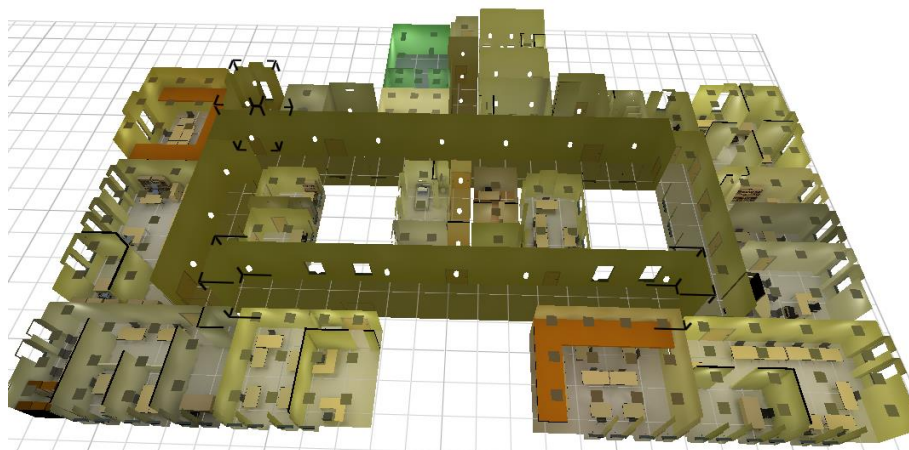
6.6 Αποτελέσματα Relux

Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αναλυτικά αποτελέσματα από το πρόγραμμα ReluxPro. Στις παρακάτω εικόνες φαίνονται σε κάθε χώρο η μέση ένταση φωτισμού, η θάμβωση και η εγκατεστημένη ισχύς. Επιπλέον σημειώνονται οι ονομαστικές τιμές των μεγεθών αυτών ανάλογα με το χώρο. Οι χώροι οι οποίοι πληρούν τις ονομαστικές τιμές σημειώνονται στις εικόνες πράσινοι. Έτσι προκύπτει ότι όλοι οι χώροι πληρούν τις ονομαστικές τιμές και στα δύο κτήρια.

6.6.1 Παραδοσιακό κτήριο

Αρχικά παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για το παραδοσιακό κτήριο.


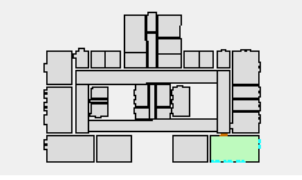
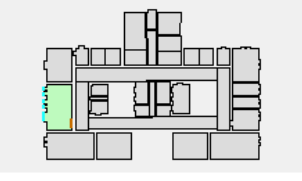
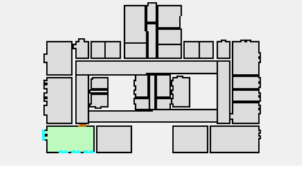

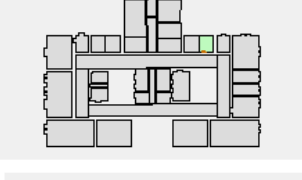
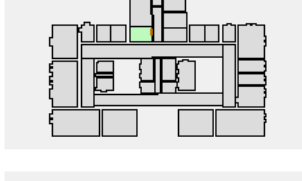
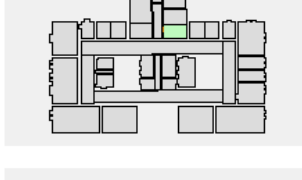

❖ 1^{ος} όροφος



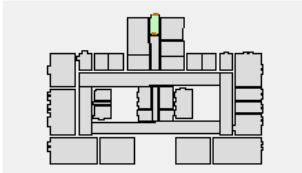



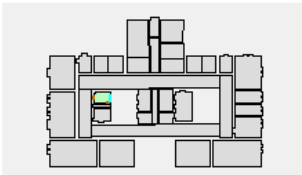

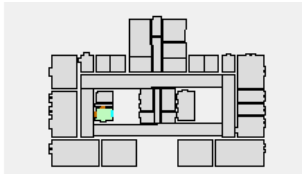
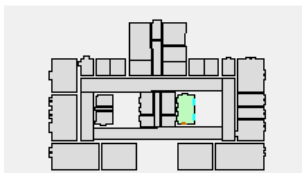

Εικόνα 6.1: Πρώτος όροφος παραδοσιακού κτηρίου, φωταγωγημένος από το ReluxPro

γραφείο μισθοδοσίας	15 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	56580 lm	
Total power	687 W	
Total power per area (47 m ²)	14.56 W/m ²	
E _m	513 lx	(≥ 500 lx)
E _{min}	319 lx	
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.62	(≥ 0.60)
UGR	---	
κουζίνα	2 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	2110 lm	
Total power	29 W	
Total power per area (13 m ²)	2.31 W/m ²	
E _m	131 lx	(≥ 100 lx)
E _{min}	103 lx	
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.78	(≥ 0.40)
UGR	<10.0	(< 22.00)
γραφείο διευθ διοικ υπηρ	2 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	7240 lm	
Total power	78 W	
Total power per area (12 m ²)	6.60 W/m ²	
E _m	441 lx	(≥ 300 lx)
E _{min}	311 lx	
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.71	(≥ 0.40)
UGR	<=14.5	(< 19.00)
οικονομικών	12 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	43440 lm	
Total power	468 W	
Total power per area (47 m ²)	9.99 W/m ²	
E _m	673 lx	(≥ 500 lx)
E _{min}	472 lx	
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.70	(≥ 0.60)
UGR	<=14.9	(< 19.00)
γραφείο αναπληρωτη διοικητη	4 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	12860 lm	
Total power	143 W	
Total power per area (18 m ²)	8.04 W/m ²	
E _m	606 lx	(≥ 500 lx)
E _{min}	430 lx	
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.71	(≥ 0.60)
UGR	---	
γραμματεία διοικησης	2 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	7240 lm	
Total power	78 W	
Total power per area (17 m ²)	4.49 W/m ²	
E _m	342 lx	(≥ 300 lx)
E _{min}	243 lx	
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.71	(≥ 0.40)
UGR	<=14.8	(< 19.00)

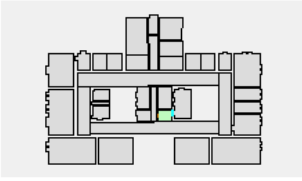
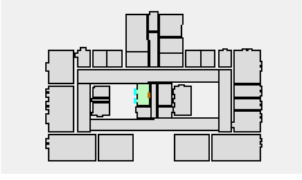
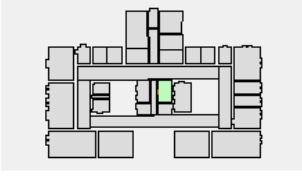
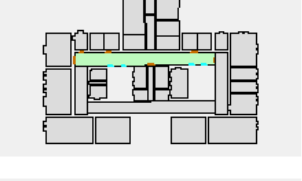
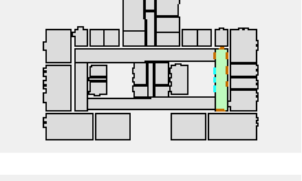
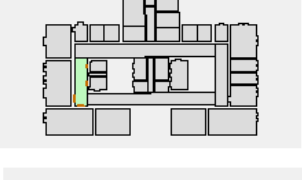
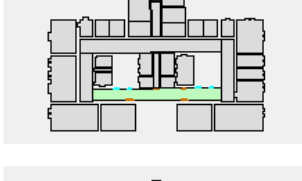

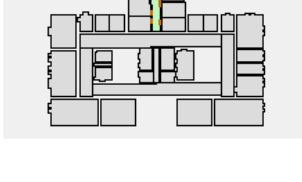
Εικόνα 6.2: Αποτελέσματα Relux, Παραδοσιακό κτήριο, Πρώτος όροφος, Μέρος 1^ο

γραφείο διοικητή Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (29 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	7 x Luminaires 22530 lm 247 W 8.55 W/m ² 655 lx (>= 500 lx) 570 lx (>= 0.60) 0.87 (>= 0.60) ---	
λογιστήριο Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (68 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	16 x Luminaires 57920 lm 624 W 9.24 W/m ² 782 lx (>= 500 lx) 567 lx (>= 0.60) 0.72 (>= 0.60) <=15.5 (< 19.00)	
τεχνική υπηρεσία Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (64 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	12 x Luminaires 43440 lm 468 W 7.26 W/m ² 577 lx (>= 500 lx) 386 lx (>= 0.60) 0.67 (>= 0.60) <=15.6 (< 19.00)	
διευθύνση νοσηλευτικής υπηρεσίας Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (68 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	14 x Luminaires 46250 lm 507 W 7.43 W/m ² 521 lx (>= 300 lx) 318 lx (>= 0.60) 0.61 (>= 0.60) ---	
θαλαμος οφθ 4 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (14 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	4 x Luminaires 3485 lm 53.5 W 3.87 W/m ² 208 lx (>= 200 lx) 157 lx (>= 0.60) 0.75 (>= 0.60) ---	
τουαλετες Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (13 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	7 x Luminaires 3437 lm 56 W 4.33 W/m ² 231 lx (>= 200 lx) 157 lx (>= 0.40) 0.68 (>= 0.40) <=21.3 (< 25.00)	
γραφείο οφθαλμιατρων Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (19 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	6 x Luminaires 21720 lm 234 W 12.51 W/m ² 1209 lx (>= 1000 lx) 1013 lx (>= 0.60) 0.84 (>= 0.60) <=15.2	
θαλαμος οφθ 3 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (18 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	6 x Luminaires 10110 lm 133 W 7.47 W/m ² 373 lx (>= 200 lx) 225 lx (>= 0.60) 0.60 (>= 0.60) ---	
θαλαμος οφθ 2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (19 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	5 x Luminaires 8110 lm 107 W 5.51 W/m ² 394 lx (>= 200 lx) 307 lx (>= 0.60) 0.78 (>= 0.60) ---	

Εικόνα 6.3: Αποτελέσματα Relux, Παραδοσιακό κτήριο, Πρώτος όροφος, Μέρος 2^ο

γραφείο ιατρών Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (11 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 7240 lm 78 W 7.08 W/m ² 634 lx (>= 500 lx) 523 lx (>= 0.60) 0.83 (>= 0.60) <=15.0 (< 19.00)	
θαλαμός οφθ 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (27 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	9 x Luminaires 14220 lm 188 W 6.95 W/m ² 401 lx (>= 200 lx) 242 lx (>= 0.60) 0.61 (>= 0.60) ---	
γραφείο προσωπικού Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (49 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	15 x Luminaires 55440 lm 636 W 12.95 W/m ² 553 lx (>= 500 lx) 336 lx (>= 0.60) 0.61 (>= 0.60) ---	
γραφείο προμηθειών Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (50 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	12 x Luminaires 43440 lm 468 W 9.43 W/m ² 830 lx (>= 500 lx) 526 lx (>= 0.60) 0.63 (>= 0.60) <=15.8 (< 19.00)	
γραφείο συμβ. επιστ. προσωπ Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (10 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 7240 lm 78 W 7.89 W/m ² 565 lx (>= 500 lx) 395 lx (>= 0.60) 0.70 (>= 0.60) <=14.6 (< 19.00)	
τουαλέτες γραφείων Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (4 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 1476 lm 20 W 5.35 W/m ² 370 lx (>= 200 lx) 239 lx (>= 0.40) 0.65 (>= 0.40) <=17.4 (< 25.00)	
γραφείο νομικού συμβούλου Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (12 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 7240 lm 78 W 6.66 W/m ² 620 lx (>= 500 lx) 500 lx (>= 0.60) 0.81 (>= 0.60) <=14.6 (< 19.00)	
γραφείο πρωτοκόλου Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (27 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	4 x Luminaires 14480 lm 156 W 5.77 W/m ² 527 lx (>= 500 lx) 410 lx (>= 0.60) 0.78 (>= 0.60) <=15.4 (< 19.00)	
υποδ/ντρια διοικ. προσωπικού Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (9 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 7240 lm 78 W 9.05 W/m ² 601 lx (>= 500 lx) 460 lx (>= 0.60) 0.77 (>= 0.60) <=14.5 (< 19.00)	

Εικόνα 6.4: Αποτελέσματα Relux, Παραδοσιακό κτήριο, Πρώτος όροφος, Μέρος 3^ο

ΦΩΤΟΤΥΠΙΚΟ Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (9 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	1 x Luminaires 3620 lm 39 W 4.58 W/m ² 369 lx (>= 100 lx) 278 lx 0.76 (>= 0.40) <=14.5 (< 25.00)	
θαλαμος οφθ 5 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (17 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	6 x Luminaires 11670 lm 143 W 8.51 W/m ² 591 lx (>= 200 lx) 384 lx 0.65 (>= 0.60) ---	
διοικηση οφθαλμολογικου Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (16 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 7240 lm 78 W 5.01 W/m ² 481 lx (>= 300 lx) 309 lx 0.64 (>= 0.60) <=15.1 (< 22.00)	
διαδρομος οφθαλμολογικης Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (93 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	7 x Luminaires 7385 lm 101.5 W 1.09 W/m ² 106 lx (>= 100 lx) 79 lx 0.75 (>= 0.40) <=13.7 (< 22.00)	
διαδρομος διοικησης Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (41 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	3 x Luminaires 10860 lm 117 W 2.88 W/m ² 277 lx (>= 100 lx) 204 lx 0.74 (>= 0.40) <=15.7 (< 22.00)	
διαδρομος τεχνικης υπηρεσιας Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (32 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	3 x Luminaires 3165 lm 43.5 W 1.36 W/m ² 136 lx (>= 100 lx) 115 lx 0.85 (>= 0.40) <=12.1 (< 22.00)	
διαδρομος κλιμακοστασιου Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (78 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	7 x Luminaires 7385 lm 101.5 W 1.31 W/m ² 117 lx (>= 100 lx) 76 lx 0.65 (>= 0.40) <=13.5 (< 22.00)	
χειρουργειο οφθαλμολογικης Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (43 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	10 x Luminaires 67420 lm 674.2 W 15.66 W/m ² 1175 lx (>= 1000 lx) 736 lx 0.63 (>= 0.60) ---	
διαδρομος εσωτ οφθαλμολογικης Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (18 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	3 x Luminaires 2700 lm 39 W 2.19 W/m ² 137 lx (>= 100 lx) 97 lx 0.71 (>= 0.40) <10.0 (< 22.00)	

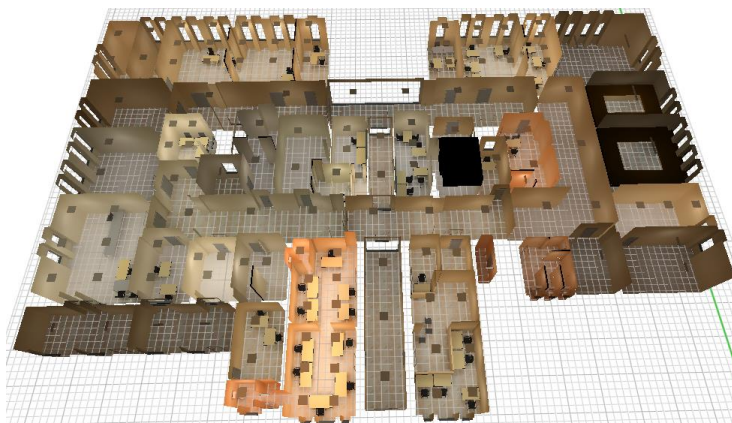
Εικόνα 6.5: Αποτελέσματα Relux, Παραδοσιακό κτήριο, Πρώτος όροφος, Μέρος 4^ο

διαδromος προιστ οφθαλμ	3 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	3165 lm	
Total power	43.5 W	
Total power per area (12 m ²)	3.73 W/m ²	
E _m	290 lx	(≥ 100 lx)
E _{min}	167 lx	
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.58	(≥ 0.40)
UGR	≤12.8	(< 22.00)
διεύθυνση ιατρικής υπηρεσίας	2 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	7240 lm	
Total power	78 W	
Total power per area (13 m ²)	5.85 W/m ²	
E _m	547 lx	(≥ 500 lx)
E _{min}	456 lx	
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.83	(≥ 0.60)
UGR	≤14.5	(< 19.00)
σκαλα ιατρικής υπηρεσίας	2 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	3055 lm	
Total power	40.5 W	
Total power per area (14 m ²)	2.93 W/m ²	
E _m	214 lx	(≥ 100 lx)
E _{min}	190 lx	
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.88	(≥ 0.40)
UGR	---	

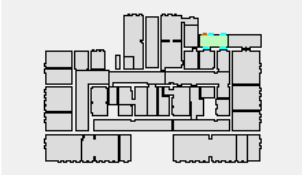








Εικόνα 6.6: Αποτελέσματα Relux, Παραδοσιακό κτήριο, Πρώτος όροφος, Μέρος 5^ο

Στον τομέα της οφθαλμολογικής ισχύουν ειδικές προδιαγραφές για τα φωτιστικά και τους λαμπτήρες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο στο χειρουργείο όσο και στους θαλάμους. Παρόλα αυτά επειδή στους θαλάμους οι ασθενείς παραμένουν μόνο για λίγες ώρες μετά το χειρουργείο και δεν εξετάζονται στα κρεβάτια, δεν χρησιμοποιήθηκαν τα ειδικά φωτιστικά που αντιστοιχούν στις απαιτήσεις των χώρων. Στο χειρουργείο χρησιμοποιήσα δύο διαφορετικά φωτιστικά. Στον χώρο αυτό βρίσκεται μία ειδική καρέκλα-κρεβάτι στην οποία ξαπλώνει ο ασθενής για να πραγματοποιηθεί το χειρουργείο. Πάνω από την καρέκλα αυτή υπάρχει ειδικό φωτιστικό το οποίο επιτρέπει στους χειρουργούς να πραγματοποιήσουν την εγχείρηση με σωστό φωτισμό. Παρόλα αυτά δεν υπήρχε πρόσβαση στα δεδομένα αυτά με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η ορθή αποτύπωση του φωτισμού στον χώρο. Για τον λόγο αυτό τοποθετήθηκαν τα δύο είδη φωτιστικών για το ταβάνι με σκοπό την παρουσίαση των διαφορετικών επιλογών που υπάρχουν ώστε ομοίως να πληρωθούν οι προδιαγραφές των 1000lx. Παρόλα αυτά οι χώροι αυτοί απαιτούν ειδική μελέτη για τον ορθό φωτισμό τους κάτι που δεν πραγματοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.

❖ Ισόγειο Παραδοσιακού κτηρίου












Εικόνα 6.7: Ισόγειο παραδοσιακού κτηρίου, φωταγωγημένο από το ReluxPro

Αποθήκη αναλωσίμων 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (20 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 4000 lm 52 W 2.57 W/m ² 127 lx (>= 100 lx) 79 lx 0.62 (>= 0.40) <=23.1 (< 25.00)	
Αποθήκη αναλωσίμων 2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (23 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 4000 lm 52 W 2.31 W/m ² 100 lx (>= 100 lx) 61 lx 0.60 (>= 0.40) <=24.0 (< 25.00)	
αποθήκη φαρμάκων 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (13 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 5.73 W/m ² 348 lx (>= 100 lx) 182 lx 0.52 (>= 0.40) <=15.6 (< 25.00)	
Διάδρομος φαρμακείου Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (52 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 2.84 W/m ² 274 lx (>= 100 lx) 139 lx 0.51 (>= 0.40) ---	
Ιματισμός Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (88 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	15 x Luminaires 53070 lm 555 W 6.31 W/m ² 448 lx (>= 300 lx) 294 lx 0.66 (>= 0.40) <=17.0 (< 19.00)	
Αποθήκη ιματισμού 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (15 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 4.90 W/m ² 253 lx (>= 100 lx) 167 lx 0.66 (>= 0.40) <=15.8 (< 25.00)	
Αποθήκη ιματισμού 2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (17 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 4.45 W/m ² 254 lx (>= 100 lx) 186 lx 0.73 (>= 0.40) <=15.7 (< 25.00)	
διάδρομος χώρου ιματισμου Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (35 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 2.12 W/m ² 156 lx (>= 100 lx) 64 lx 0.41 (>= 0.40) <=17.1 (< 22.00)	
Ταμείο προμηθειών και αρχείο Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (15 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	3 x Luminaires 10614 lm 111 W 7.24 W/m ² 487 lx (>= 300 lx) 335 lx 0.69 (>= 0.40) <=16.7 (< 19.00)	

Εικόνα 6.8: Αποτελέσματα Relux, Παραδοσιακό κτήριο, Ισόγειο, Μέρος 1^ο

Αποθήκη φαρμάκων 4 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (29 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	3 x Luminaires 10614 lm 111 W 3.80 W/m ² 283 lx (>= 100 lx) 210 lx 0.74 (>= 0.40) <=16.6 (< 25.00)	
Αποθήκη άχρηστων υλικών Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (19 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 3.96 W/m ² 202 lx (>= 100 lx) 88 lx 0.44 (>= 0.40) <=16.1 (< 25.00)	
Αποθήκη υλικού 3 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (24 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 4000 lm 52 W 2.19 W/m ² 102 lx (>= 100 lx) 73 lx 0.71 (>= 0.40) <=19.9 (< 25.00)	
Γραφείο προϊσταμένου αποθήκης υλικού 3 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (22 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	3 x Luminaires 10614 lm 111 W 5.07 W/m ² 397 lx (>= 300 lx) 313 lx 0.79 (>= 0.40) <=16.2 (< 19.00)	
αποθήκη υλικού 2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (13 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	1 x Luminaires 2000 lm 26 W 1.95 W/m ² 110 lx (>= 100 lx) 69 lx 0.63 (>= 0.40) <=21.5 (< 25.00)	
διάδρομος αποθήκης υλικού Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (53 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 2.81 W/m ² 211 lx (>= 100 lx) 174 lx 0.82 (>= 0.40) ---	
αποθήκη υλικού 6 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (51 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 6984 lm 74 W 1.45 W/m ² 109 lx (>= 100 lx) 75 lx 0.68 (>= 0.40) <=24.9 (< 25.00)	
Γραμματεία πρωτόκολλο Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (32 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 4.68 W/m ² 327 lx (>= 300 lx) 202 lx 0.62 (>= 0.40) ---	
Γραφείο επιστάσις Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (8 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	1 x Luminaires 3538 lm 37 W 4.57 W/m ² 332 lx (>= 300 lx) 220 lx 0.66 (>= 0.40) <=15.8 (< 19.00)	

Εικόνα 6.9: Αποτελέσματα Relux, Παραδοσιακό κτήριο, Ισόγειο, Μέρος 2^ο

Γραφείο φυσιοθεραπευτών Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (24 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	3 x Luminaires 9076 lm 100 W 4.17 W/m ² 340 lx (>= 300 lx) 260 lx (>= 0.40) 0.77 (>= 0.40) ---	
Αποθήκη υλικού 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (8 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	1 x Luminaires 3538 lm 37 W 4.87 W/m ² 248 lx (>= 200 lx) 175 lx (>= 0.40) 0.71 (>= 0.40) <=15.6 (< 25.00)	
αποθηκη υλικου 4 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (35 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	5 x Luminaires 11492 lm 141 W 4.08 W/m ² 169 lx (>= 100 lx) 82 lx (>= 0.40) 0.48 (>= 0.40) ---	
αποθήκη υλικού 5 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (27 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	5 x Luminaires 11492 lm 141 W 5.27 W/m ² 222 lx (>= 100 lx) 110 lx (>= 0.40) 0.50 (>= 0.40) ---	
Κοινωνικοί Λειτουργοί Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (16 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	3 x Luminaires 10614 lm 111 W 6.96 W/m ² 406 lx (>= 300 lx) 282 lx (>= 0.40) 0.70 (>= 0.40) <=16.2 (< 19.00)	
Γραφείο μηχανογράφησης Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (12 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 11.89 W/m ² 664 lx (>= 500 lx) 521 lx (>= 0.60) 0.78 (>= 0.60) <=15.6 (< 19.00)	
Αποθήκη ιματισμού 3 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (28 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	1 x Luminaires 3538 lm 37 W 1.34 W/m ² 116 lx (>= 100 lx) 71 lx (>= 0.40) 0.61 (>= 0.40) <=15.8 (< 25.00)	
αποθήκη φαρμάκων 2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (35 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 2.14 W/m ² 217 lx (>= 100 lx) 145 lx (>= 0.40) 0.67 (>= 0.40) <=15.9 (< 25.00)	
Γραμματεία Υλικού Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (51 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	10 x Luminaires 35380 lm 370 W 7.23 W/m ² 516 lx (>= 500 lx) 396 lx (>= 0.60) 0.77 (>= 0.60) <=16.4 (< 19.00)	

Εικόνα 6.10: Αποτελέσματα Relux, Παραδοσιακό κτήριο, Ισόγειο, Μέρος 3^ο

Γραφείο δ/νη Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (14 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 5.36 W/m ² 366 lx (>= 300 lx) 324 lx 0.89 (>= 0.40) <=15.7 (< 19.00)	
χώρος διακίνησης φαρμάκων Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (47 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	6 x Luminaires 21228 lm 222 W 4.74 W/m ² 431 lx (>= 300 lx) 311 lx 0.72 (>= 0.40) <=16.5 (< 19.00)	
Εργαστήριο φαρμάκων Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (13 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	3 x Luminaires 10860 lm 117 W 8.71 W/m ² 693 lx (>= 500 lx) 510 lx 0.74 (>= 0.60) <=14.5 (< 19.00)	
Αποθήκη λογιστηρίου Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (6 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	1 x Luminaires 3538 lm 37 W 6.23 W/m ² 396 lx (>= 300 lx) 329 lx 0.83 (>= 0.40) <=15.6 (< 19.00)	
Αποθήκη Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (2 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	1 x Luminaires 810 lm 13 W 5.30 W/m ² 105 lx (>= 100 lx) 79 lx 0.76 (>= 0.40) <=20.7 (< 25.00)	
Τουαλέτες Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (13 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	7 x Luminaires 3437 lm 56 W 4.28 W/m ² 211 lx (>= 200 lx) 167 lx 0.79 (>= 0.40) <=24.9 (< 25.00)	
Αποθήκη φαρμάκων 3 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (7 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	1 x Luminaires 2000 lm 26 W 3.48 W/m ² 115 lx (>= 100 lx) 103 lx 0.90 (>= 0.40) <=17.9 (< 25.00)	
γραμματεία εισαγωγής ασθενών Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (48 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	7 x Luminaires 25340 lm 273 W 5.67 W/m ² 370 lx (>= 300 lx) 175 lx 0.47 (>= 0.40) <=15.8 (< 19.00)	
Διάδρομος αποθήκης λογιστηρίου Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (36 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	3 x Luminaires 10860 lm 117 W 3.29 W/m ² 306 lx (>= 100 lx) 169 lx 0.55 (>= 0.40) <=16.0 (< 22.00)	

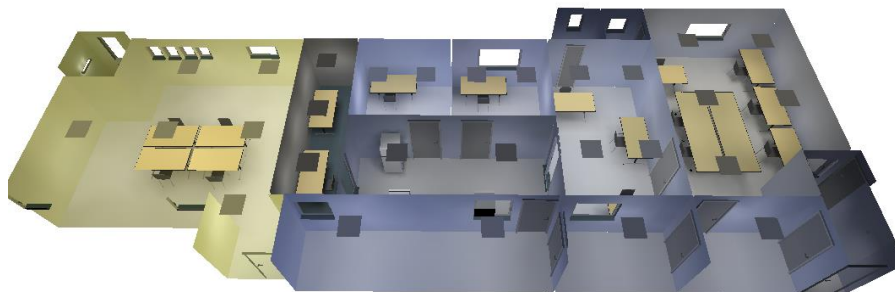
Εικόνα 6.11: Αποτελέσματα Relux, Παραδοσιακό κτήριο, Ισόγειο, Μέρος 4^ο

Διάδρομος ταμείου	2 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	7076 lm	
Total power	74 W	
Total power per area (15 m ²)	4.99 W/m ²	
E _m	343 lx	(≥ 100 lx)
E _{min}	198 lx	
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.58	(≥ 0.40)
UGR	<=16.9	(< 22.00)
Λογιστήριο ασθενών	14 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	46804 lm	
Total power	494 W	
Total power per area (61 m ²)	8.12 W/m ²	
E _m	740 lx	(≥ 500 lx)
E _{min}	506 lx	
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.68	(≥ 0.60)
UGR	---	
Τμήμα διατροφών	2 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	7076 lm	
Total power	74 W	
Total power per area (15 m ²)	5.05 W/m ²	
E _m	410 lx	(≥ 300 lx)
E _{min}	323 lx	
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.79	(≥ 0.40)
UGR	<=16.4	(< 19.00)
Διάδρομος εισόδου	3 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	10860 lm	
Total power	117 W	
Total power per area (32 m ²)	3.68 W/m ²	
E _m	283 lx	(≥ 100 lx)
E _{min}	162 lx	
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.57	(≥ 0.40)
UGR	<=15.8	(< 22.00)
Διάδρομος κλιμακοστασίου	4 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	14152 lm	
Total power	148 W	
Total power per area (48 m ²)	3.11 W/m ²	
E _m	197 lx	(≥ 100 lx)
E _{min}	112 lx	
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.57	(≥ 0.40)
UGR	<=17.3	(< 22.00)

Εικόνα 6.12: Αποτελέσματα Relux, Παραδοσιακό κτήριο, Ισόγειο, Μέρος 5^ο

6.6.2 Κτήριο «Οίκος αδελφών»

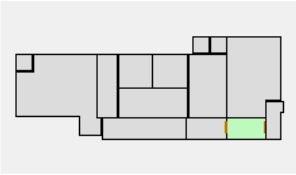
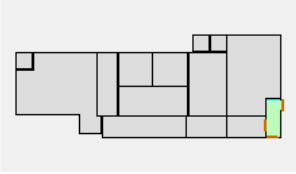

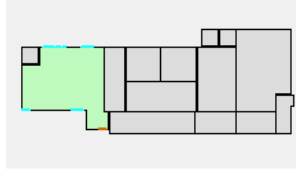
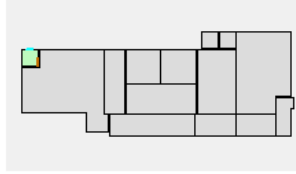
❖ Δώμα



Εικόνα 6.13: Δώμα «Οίκου αδελφών» φωταγωγημένο από το ReluxPro

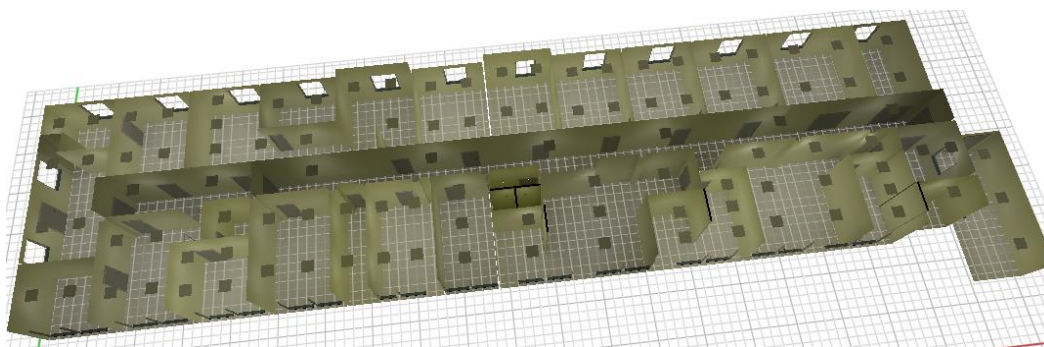
εργαστήριο πειραματικής χειρουργικής	23 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	10614 lm		
Total power	111 W		
Total power per area (10 m²)	11.06 W/m²		
Em	583 lx	(≥ 500 lx)	
Emin	494 lx	(≥ 500 lx)	
Emin/Eav (Uo)	0.85	(≥ 0.60)	
UGR	<=16.9	(< 19.00)	
εργαστήριο 2	2 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7076 lm		
Total power	74 W		
Total power per area (9 m²)	8.03 W/m²		
Em	684 lx	(≥ 500 lx)	
Emin	550 lx	(≥ 500 lx)	
Emin/Eav (Uo)	0.80	(≥ 0.60)	
UGR	<=15.9	(< 19.00)	
εργαστήριο 1	2 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7076 lm		
Total power	74 W		
Total power per area (10 m²)	7.77 W/m²		
Em	646 lx	(≥ 500 lx)	
Emin	506 lx	(≥ 500 lx)	
Emin/Eav (Uo)	0.78	(≥ 0.60)	
UGR	<=15.9	(< 19.00)	
εργαστήριο πειραματικής χειρουργικής	12 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7076 lm		
Total power	74 W		
Total power per area (16 m²)	4.61 W/m²		
Em	300 lx	(≥ 100 lx)	
Emin	238 lx	(≥ 100 lx)	
Emin/Eav (Uo)	0.79	(≥ 0.40)	
UGR	<=16.9	(< 28.00)	
γραφεία 2	4 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	14152 lm		
Total power	148 W		
Total power per area (19 m²)	7.70 W/m²		
Em	656 lx	(≥ 500 lx)	
Emin	555 lx	(≥ 500 lx)	
Emin/Eav (Uo)	0.85	(≥ 0.60)	
UGR	<=16.9	(< 19.00)	
τουαλέτα 2	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	738 lm		
Total power	10 W		
Total power per area (2 m²)	4.81 W/m²		
Em	530 lx	(≥ 200 lx)	
Emin	396 lx	(≥ 200 lx)	
Emin/Eav (Uo)	0.75	(≥ 0.40)	
UGR	<=17.4	(< 25.00)	
τουαλέτα 1	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	738 lm		
Total power	10 W		
Total power per area (2 m²)	4.98 W/m²		
Em	468 lx	(≥ 200 lx)	
Emin	416 lx	(≥ 200 lx)	
Emin/Eav (Uo)	0.89	(≥ 0.40)	
UGR	<=17.4	(< 25.00)	
διαδρόμος 3	2 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7076 lm		
Total power	74 W		
Total power per area (14 m²)	5.27 W/m²		
Em	341 lx	(≥ 100 lx)	
Emin	234 lx	(≥ 100 lx)	
Emin/Eav (Uo)	0.69	(≥ 0.40)	
UGR	<=17.1	(< 28.00)	
διάδραμος 2	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (7 m²)	5.60 W/m²		
Em	305 lx	(≥ 100 lx)	
Emin	249 lx	(≥ 100 lx)	
Emin/Eav (Uo)	0.82	(≥ 0.40)	
UGR	<=16.1	(< 28.00)	

Εικόνα 6.14: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Δώμα, Μέρος 1^ο

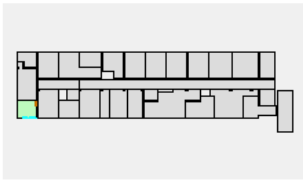
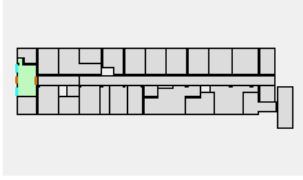
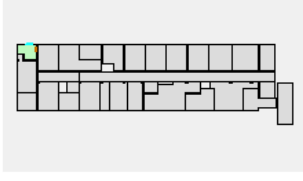
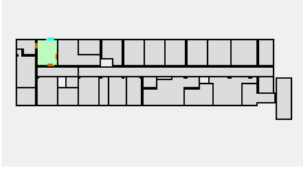
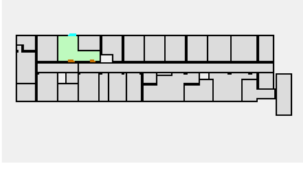


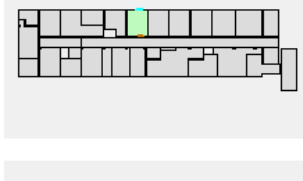
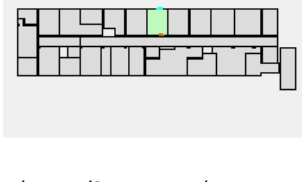
διάδρομος 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (6 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	1 x Luminaires 3538 lm 37 W 5.74 W/m ² 312 lx (>= 100 lx) 246 lx 0.79 (>= 0.40) <=16.1 (< 28.00)	
είσοδος δώματος Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (5 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 1476 lm 20 W 4.16 W/m ² 355 lx (>= 100 lx) 168 lx 0.47 (>= 0.40) <=17.4 (< 22.00)	
γραφεία 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (33 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	5 x Luminaires 17690 lm 185 W 5.65 W/m ² 541 lx (>= 500 lx) 355 lx 0.66 (>= 0.60) <=17.8 (< 19.00)	
εργαστήριο κροταφικού οστού Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (42 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	6 x Luminaires 21228 lm 222 W 5.32 W/m ² 707 lx (>= 500 lx) 467 lx 0.66 (>= 0.60) <=18.1 (< 19.00)	
τουαλέτα κροταφικού οστού Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (2 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	1 x Luminaires 810 lm 13 W 5.53 W/m ² 200 lx (>= 200 lx) 191 lx 0.95 (>= 0.40) <=18.2 (< 25.00)	

Εικόνα 6.15: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Δώμα, Μέρος 2^ο

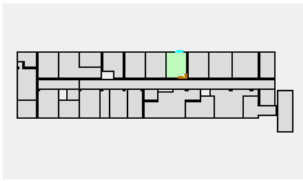
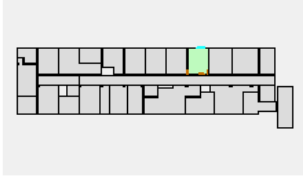


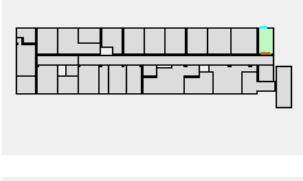
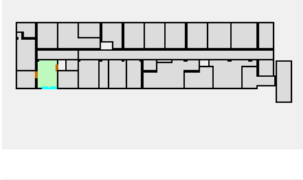



❖ 2^{ος} όροφος



Εικόνα 6.16: Δεύτερος όροφος «Οίκου αδελφών» φωταγωγημένος από το ReluxPro

τμήμα κακοθών αναμιγών 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (12 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 5.97 W/m ² 583 lx (>= 500 lx) 447 lx 0.77 (>= 0.60) <=15.9 (< 19.00)	
τμήμα πήξεων Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (24 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	4 x Luminaires 14480 lm 156 W 6.59 W/m ² 657 lx (>= 500 lx) 479 lx 0.73 (>= 0.60) <=15.5 (< 19.00)	
γενικές αίματος 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (9 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 7.95 W/m ² 676 lx (>= 500 lx) 548 lx 0.81 (>= 0.60) <=15.9 (< 19.00)	
γενικές αίματος 2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (20 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 7.47 W/m ² 783 lx (>= 500 lx) 680 lx 0.87 (>= 0.60) <=16.4 (< 19.00)	
γενικές αίματος 3 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (28 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	5 x Luminaires 18100 lm 195 W 6.95 W/m ² 770 lx (>= 500 lx) 494 lx 0.64 (>= 0.60) ---	
γενικές αίματος 4 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (11 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 6.53 W/m ² 624 lx (>= 500 lx) 562 lx 0.90 (>= 0.60) <=16.1 (< 19.00)	
ουροχημικό παρασιτολογικό Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (17 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	3 x Luminaires 10614 lm 111 W 6.62 W/m ² 600 lx (>= 500 lx) 517 lx 0.86 (>= 0.60) <=15.7 (< 19.00)	
ορολογικό 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (20 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 7.47 W/m ² 847 lx (>= 500 lx) 752 lx 0.89 (>= 0.60) <=16.4 (< 19.00)	
γραφείο διευθυντή ορολογικού Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (19 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U _o) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 7.87 W/m ² 777 lx (>= 500 lx) 670 lx 0.86 (>= 0.60) <=15.7 (< 19.00)	

Εικόνα 6.17: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Δεύτερος Όροφος, Μέρος 1^ο

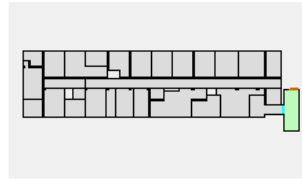
ηλεκτροφορήσεις Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (20 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 7.47 W/m ² 833 lx (>= 500 lx) 718 lx 0.86 (>= 0.60) <=16.4 (< 19.00)	
παρασκευαστήριο Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (20 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 7.48 W/m ² 798 lx (>= 500 lx) 693 lx 0.87 (>= 0.60) <=16.4 (< 19.00)	
βιοχημικό τμήμα 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (21 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 6.95 W/m ² 740 lx (>= 500 lx) 657 lx 0.89 (>= 0.60) <=16.5 (< 19.00)	
βιοχημικό τμήμα 2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (25 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 5.86 W/m ² 667 lx (>= 500 lx) 587 lx 0.88 (>= 0.60) <=16.6 (< 19.00)	
ορμονολογικό Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (15 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 4.82 W/m ² 505 lx (>= 500 lx) 412 lx 0.82 (>= 0.60) <=16.4 (< 19.00)	
τμήμα κακοθών αναμιγών 2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (22 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 6.81 W/m ² 698 lx (>= 500 lx) 588 lx 0.84 (>= 0.60) <=16.5 (< 19.00)	
γραφείο διευθυντή αιματολογικού Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (13 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 11.63 W/m ² 872 lx (>= 500 lx) 737 lx 0.85 (>= 0.60) <=15.6 (< 19.00)	
αιματολογικό Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (5 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	1 x Luminaires 3538 lm 37 W 8.04 W/m ² 553 lx (>= 500 lx) 505 lx 0.91 (>= 0.60) <=15.6 (< 19.00)	
γραφείο διευθυντή μικροβιολογικού Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (21 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 6.98 W/m ² 668 lx (>= 500 lx) 543 lx 0.81 (>= 0.60) <=15.9 (< 19.00)	

Εικόνα 6.18: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Δεύτερος Όροφος, Μέρος 2^ο

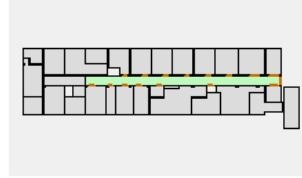
ανοσολογικό 1	2 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7076 lm		
Total power	74 W		
Total power per area (10 m ²)	7.71 W/m ²		
Em	619 lx	(>= 500 lx)	
Emin	478 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.77	(>= 0.60)	
UGR	<=15.9	(< 19.00)	
ανοσολογικό 2	4 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	14152 lm		
Total power	148 W		
Total power per area (18 m ²)	8.33 W/m ²		
Em	761 lx	(>= 500 lx)	
Emin	636 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.84	(>= 0.60)	
UGR	<=15.9	(< 19.00)	
ανοσολογικό 3	3 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	10614 lm		
Total power	111 W		
Total power per area (15 m ²)	7.17 W/m ²		
Em	592 lx	(>= 500 lx)	
Emin	467 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.79	(>= 0.60)	
UGR	<=15.9	(< 19.00)	
καλλιέργειες 1	6 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	21228 lm		
Total power	222 W		
Total power per area (42 m ²)	5.24 W/m ²		
Em	512 lx	(>= 500 lx)	
Emin	348 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.68	(>= 0.60)	
UGR	---		
τουαλέτες	4 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	1964 lm		
Total power	32 W		
Total power per area (6 m ²)	5.58 W/m ²		
Em	203 lx	(>= 200 lx)	
Emin	165 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.81	(>= 0.40)	
UGR	<=21.3	(< 25.00)	
καλλιέργειες 2	5 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	17690 lm		
Total power	185 W		
Total power per area (19 m ²)	9.69 W/m ²		
Em	757 lx	(>= 500 lx)	
Emin	501 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.66	(>= 0.60)	
UGR	<=15.8	(< 19.00)	
καλλιέργειες 3	7 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	24766 lm		
Total power	259 W		
Total power per area (34 m ²)	7.56 W/m ²		
Em	729 lx	(>= 500 lx)	
Emin	575 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.79	(>= 0.60)	
UGR	---		
καλλιέργειες 4	4 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	14152 lm		
Total power	148 W		
Total power per area (17 m ²)	8.65 W/m ²		
Em	644 lx	(>= 500 lx)	
Emin	402 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.62	(>= 0.60)	
UGR	---		
καλλιέργειες 5	2 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7076 lm		
Total power	74 W		
Total power per area (9 m ²)	7.96 W/m ²		
Em	456 lx	(>= 300 lx)	
Emin	418 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.92	(>= 0.40)	
UGR	<=15.6	(< 19.00)	

Εικόνα 6.19: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Δεύτερος Όροφος, Μέρος 3^ο

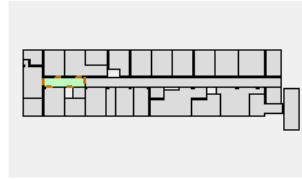
αποδητήρια	3 x Luminaires
Total luminous flux of all lamps	10614 lm
Total power	111 W
Total power per area (21 m ²)	5.34 W/m ²
E _m	693 lx (>= 300 lx)
E _{min}	504 lx
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.73 (>= 0.60)
UGR	<=17.2 (< 19.00)



διάδρομος 1	6 x Luminaires
Total luminous flux of all lamps	21228 lm
Total power	222 W
Total power per area (67 m ²)	3.30 W/m ²
E _m	254 lx (>= 100 lx)
E _{min}	115 lx
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.45 (>= 0.40)
UGR	<=16.8 (< 22.00)

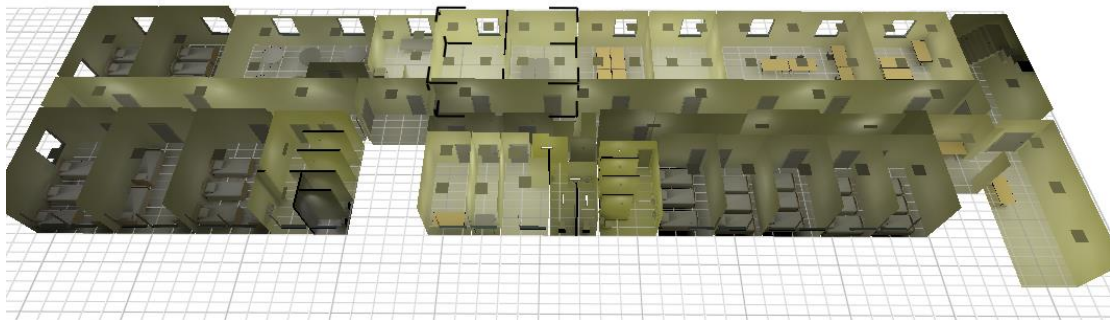


διάδρομος 2	2 x Luminaires
Total luminous flux of all lamps	7076 lm
Total power	74 W
Total power per area (14 m ²)	5.14 W/m ²
E _m	308 lx (>= 100 lx)
E _{min}	237 lx
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.77 (>= 0.40)
UGR	<=16.5 (< 22.00)



Εικόνα 6.20: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Δεύτερος Όροφος, Μέρος 4^ο

❖ 1^{ος} όροφος



Εικόνα 6.21: Πρώτος όροφος «Οίκου αδελφών» φωταγωγημένος από το ReluxPro

εργαστήριο αιμοδοσίας 2	4 x Luminaires
Total luminous flux of all lamps	14152 lm
Total power	148 W
Total power per area (20 m ²)	7.47 W/m ²
E _m	708 lx (>= 500 lx)
E _{min}	593 lx
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.84 (>= 0.60)
UGR	<=15.9 (< 19.00)



εργαστήριο αιμοδοσίας 3	4 x Luminaires
Total luminous flux of all lamps	14152 lm
Total power	148 W
Total power per area (19 m ²)	7.87 W/m ²
E _m	802 lx (>= 500 lx)
E _{min}	676 lx
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.84 (>= 0.60)
UGR	<=15.9 (< 19.00)



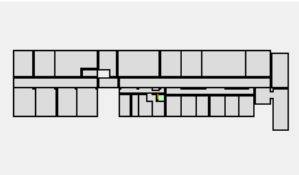






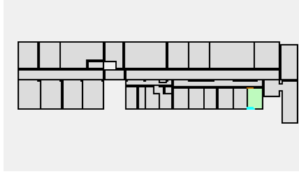

εργαστήρια αιμοδοσίας 4	6 x Luminaires
Total luminous flux of all lamps	21228 lm
Total power	222 W
Total power per area (41 m ²)	5.40 W/m ²
E _m	586 lx (>= 500 lx)
E _{min}	478 lx
E _{min} /E _{av} (U ₀)	0.82 (>= 0.60)
UGR	<=16.8 (< 19.00)



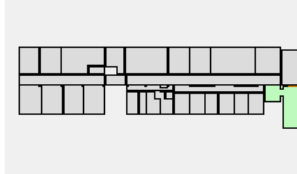
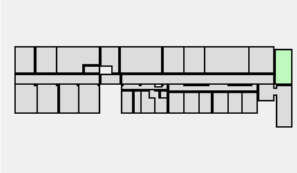
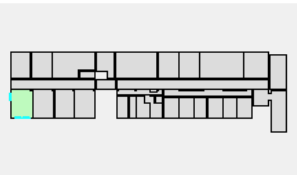
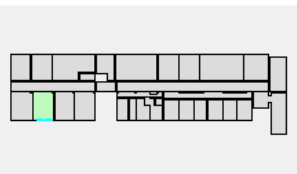
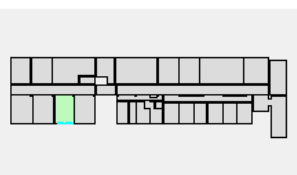

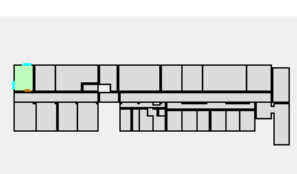
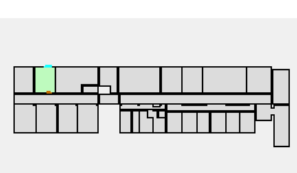

Εικόνα 6.22: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Πρώτος Όροφος, Μέρος 1^ο

εργαστήριο αιμοδοσίας 5	4 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	14152 lm		
Total power	148 W		
Total power per area (24 m²)	6.23 W/m²		
Em	639 lx	(>= 500 lx)	
Emin	558 lx		
Emin/Eav (Uo)	0.87	(>= 0.60)	
UGR	<=15.9	(< 19.00)	
διάδρομος 1	5 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	17690 lm		
Total power	185 W		
Total power per area (52 m²)	3.52 W/m²		
Em	264 lx	(>= 100 lx)	
Emin	197 lx		
Emin/Eav (Uo)	0.75	(>= 0.40)	
UGR	<=16.8	(< 28.00)	
διάδρομος 2	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (8 m²)	4.85 W/m²		
Em	266 lx	(>= 100 lx)	
Emin	228 lx		
Emin/Eav (Uo)	0.85	(>= 0.40)	
UGR	<=15.6	(< 28.00)	
διάδρομος 3	3 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	10614 lm		
Total power	111 W		
Total power per area (29 m²)	3.85 W/m²		
Em	311 lx	(>= 100 lx)	
Emin	207 lx		
Emin/Eav (Uo)	0.66	(>= 0.40)	
UGR	<=17.2	(< 28.00)	
προθάλαμος τραπεζαρίας	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	738 lm		
Total power	10 W		
Total power per area (4 m²)	2.30 W/m²		
Em	201 lx	(>= 200 lx)	
Emin	80 lx		
Emin/Eav (Uo)	0.40	(>= 0.40)	
UGR	<=17.4	(< 22.00)	
αιμοδοσία 1	2 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7076 lm		
Total power	74 W		
Total power per area (9 m²)	7.91 W/m²		
Em	629 lx	(>= 500 lx)	
Emin	503 lx		
Emin/Eav (Uo)	0.80	(>= 0.60)	
UGR	<=15.7	(< 19.00)	
αιμοδοσία 2	2 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7076 lm		
Total power	74 W		
Total power per area (6 m²)	12.44 W/m²		
Em	716 lx	(>= 500 lx)	
Emin	564 lx		
Emin/Eav (Uo)	0.79	(>= 0.60)	
UGR	<=15.7	(< 19.00)	
αιμοδοσία 3	2 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7076 lm		
Total power	74 W		
Total power per area (9 m²)	8.51 W/m²		
Em	651 lx	(>= 500 lx)	
Emin	499 lx		
Emin/Eav (Uo)	0.77	(>= 0.60)	
UGR	<=15.7	(< 19.00)	
διάδρομος αιμοδοσίας	4 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	2952 lm		
Total power	40 W		
Total power per area (8 m²)	4.80 W/m²		
Em	216 lx	(>= 100 lx)	
Emin	170 lx		
Emin/Eav (Uo)	0.79	(>= 0.40)	
UGR	<=17.4	(< 28.00)	

Εικόνα 6.23: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Πρώτος Όροφος, Μέρος 2^ο

αποθήκη	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	491 lm		
Total power	8 W		
Total power per area (2 m ²)	4.39 W/m ²		
E _m	123 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	119 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.97	(≥ 0.40)	
UGR	<=21.3	(< 25.00)	
τουαλέτες 2	4 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3240 lm		
Total power	52 W		
Total power per area (9 m ²)	5.64 W/m ²		
E _m	232 lx	(≥ 200 lx)	
E _{min}	137 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.59	(≥ 0.40)	
UGR	---		
τουαλέτες 3	6 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	2946 lm		
Total power	48 W		
Total power per area (12 m ²)	4.14 W/m ²		
E _m	294 lx	(≥ 200 lx)	
E _{min}	180 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.61	(≥ 0.40)	
UGR	<=22.4	(< 25.00)	
κοιτώνες γιατρών 6	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (11 m ²)	3.36 W/m ²		
E _m	262 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	213 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.81	(≥ 0.40)	
UGR	<=15.6	(< 22.00)	
κοιτώνες γιατρών 7	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (10 m ²)	3.85 W/m ²		
E _m	253 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	224 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.88	(≥ 0.40)	
UGR	<=15.6	(< 22.00)	
κοιτώνες γιατρών 8	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (12 m ²)	3.19 W/m ²		
E _m	251 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	201 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.80	(≥ 0.40)	
UGR	<=15.6	(< 22.00)	
κοιτώνες γιατρών 9	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (10 m ²)	3.70 W/m ²		
E _m	278 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	230 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.83	(≥ 0.40)	
UGR	<=15.6	(< 22.00)	
κοιτώνες γιατρών 10	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (11 m ²)	3.30 W/m ²		
E _m	261 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	229 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.88	(≥ 0.40)	
UGR	<=15.6	(< 22.00)	
διάδρομος κοιτώνων γιατρών	3 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	6000 lm		
Total power	78 W		
Total power per area (20 m ²)	3.85 W/m ²		
E _m	123 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	86 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.70	(≥ 0.40)	
UGR	<=23.2	(< 28.00)	

Εικόνα 6.24: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Πρώτος Όροφος, Μέρος 3^ο

ορολογικός έλεγχος	4 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	14152 lm		
Total power	148 W		
Total power per area (31 m ²)	4.84 W/m ²		
E _m	539 lx	(≥ 500 lx)	
E _{min}	364 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.68	(≥ 0.60)	
UGR	---		
σκάλα μπλε	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (19 m ²)	1.93 W/m ²		
E _m	318 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	287 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.90	(≥ 0.40)	
UGR	<=16.2	(< 25.00)	
κοιτώνες γιατρών 1	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (22 m ²)	1.70 W/m ²		
E _m	160 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	108 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.67	(≥ 0.40)	
UGR	<=15.9	(< 22.00)	
κοιτώνες γιατρών 2	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (22 m ²)	1.70 W/m ²		
E _m	183 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	125 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.68	(≥ 0.40)	
UGR	<=15.9	(< 22.00)	
κοιτώνες γιατρών 3	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (21 m ²)	1.79 W/m ²		
E _m	180 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	127 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.71	(≥ 0.40)	
UGR	<=15.9	(< 22.00)	
τουαλέτες 1	7 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7690 lm		
Total power	102 W		
Total power per area (21 m ²)	4.81 W/m ²		
E _m	264 lx	(≥ 200 lx)	
E _{min}	156 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.59	(≥ 0.40)	
UGR	---		
κοιτώνες γιατρών 4	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (18 m ²)	2.02 W/m ²		
E _m	194 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	141 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.73	(≥ 0.40)	
UGR	<=15.7	(< 22.00)	
κοιτώνες γιατρών 5	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (20 m ²)	1.87 W/m ²		
E _m	188 lx	(≥ 100 lx)	
E _{min}	139 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.74	(≥ 0.40)	
UGR	<=15.7	(< 22.00)	
τραπεζαρία	3 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	10614 lm		
Total power	111 W		
Total power per area (35 m ²)	3.15 W/m ²		
E _m	382 lx	(≥ 200 lx)	
E _{min}	238 lx		
E _{min} /E _{av} (U _o)	0.62	(≥ 0.40)	
UGR	<=17.6	(< 22.00)	

Εικόνα 6.25: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Πρώτος Όροφος, Μέρος 4^ο

κουζίνα	3 x Luminaires
Total luminous flux of all lamps	10614 lm
Total power	111 W
Total power per area (14 m ²)	7.74 W/m ²
Em	789 lx (>= 500 lx)
Emin	522 lx (>= 0.60)
Emin/Eav (Uo)	0.66 (>= 0.60)
UGR	<=16.4 (< 22.00)

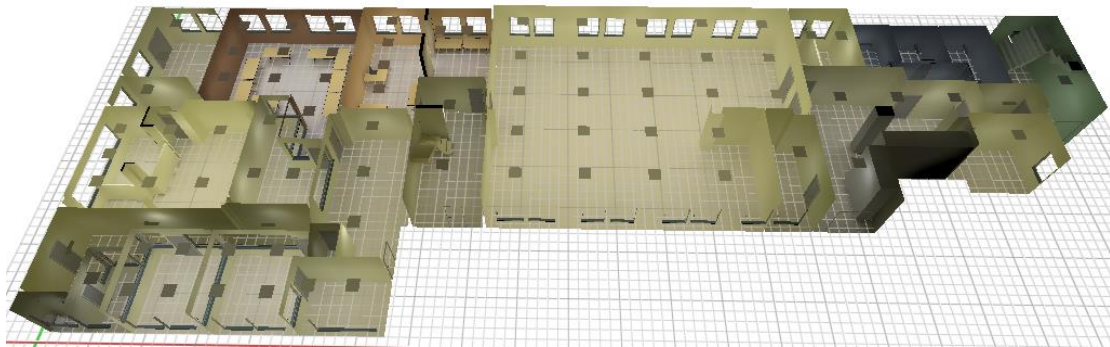


εργαστήριο αιμοδοσίας 1	8 x Luminaires
Total luminous flux of all lamps	28304 lm
Total power	296 W
Total power per area (40 m ²)	7.38 W/m ²
Em	809 lx (>= 500 lx)
Emin	694 lx (>= 0.60)
Emin/Eav (Uo)	0.86 (>= 0.60)
UGR	<=16.7 (< 19.00)



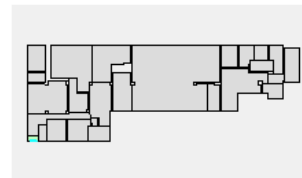
Εικόνα 6.26: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Πρώτος Όροφος, Μέρος 5^ο

❖ Ισόγειο

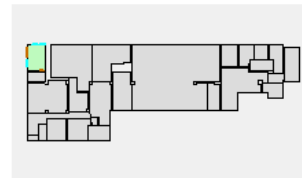


Εικόνα 6.27: Ισόγειο «Οίκου αδελφών» φωταγωγημένο από το ReluxPro

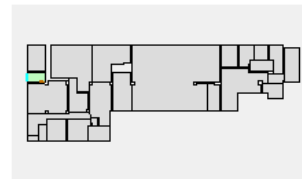
τουαλέτα προσωπικού	1 x Luminaires
Total luminous flux of all lamps	738 lm
Total power	10 W
Total power per area (2 m ²)	5.47 W/m ²
Em	262 lx (>= 200 lx)
Emin	127 lx (>= 0.40)
Emin/Eav (Uo)	0.49 (>= 0.40)
UGR	<=17.4 (< 25.00)



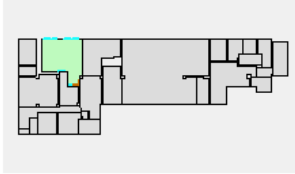
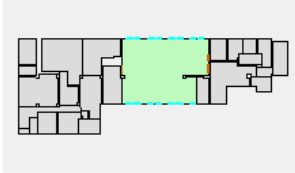


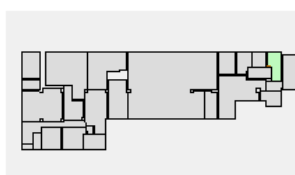



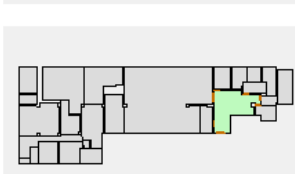
παραλαβή νεκρού	2 x Luminaires
Total luminous flux of all lamps	7240 lm
Total power	78 W
Total power per area (18 m ²)	4.36 W/m ²
Em	394 lx (>= 200 lx)
Emin	289 lx (>= 0.60)
Emin/Eav (Uo)	0.73 (>= 0.60)
UGR	<=14.9 (< 22.00)



χώρος πριν την παραλαβή νεκρού	1 x Luminaires
Total luminous flux of all lamps	3620 lm
Total power	39 W
Total power per area (6 m ²)	6.07 W/m ²
Em	423 lx (>= 300 lx)
Emin	323 lx (>= 0.60)
Emin/Eav (Uo)	0.76 (>= 0.60)
UGR	<=14.5 (< 19.00)




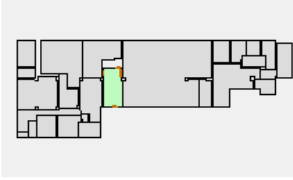

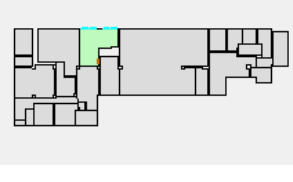
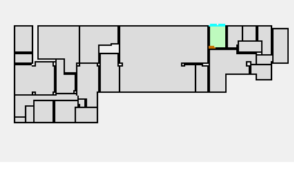
Εικόνα 6.28: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Ισόγειο, Μέρος 1^ο

τμήμα πληροφορικής Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (55 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	10 x Luminaires 36200 lm 390 W 7.06 W/m ² 513 lx (>= 500 lx) 312 lx 0.61 (>= 0.60) <=16.9 (< 19.00)	
Κεντρικά μαγειρεία Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (197 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	23 x Luminaires 81374 lm 851 W 4.33 W/m ² 576 lx (>= 500 lx) 394 lx 0.68 (>= 0.60) <=18.1 (< 22.00)	
καταψήκτης 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (10 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 4000 lm 52 W 4.98 W/m ² 236 lx (>= 100 lx) 129 lx 0.55 (>= 0.40) <=25.3 (< 25.00)	
καταψήκτης 2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (7 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	1 x Luminaires 2000 lm 26 W 3.54 W/m ² 211 lx (>= 100 lx) 103 lx 0.49 (>= 0.40) <=24.4 (< 25.00)	
καταψήκτης 3 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (12 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 4000 lm 52 W 4.23 W/m ² 200 lx (>= 100 lx) 85 lx 0.43 (>= 0.40) <=26.2 (< 25.00)	
ψυγείο 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (10 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 4000 lm 52 W 5.47 W/m ² 275 lx (>= 100 lx) 168 lx 0.61 (>= 0.40) <=25.2 (< 25.00)	
αποθήκη τροφίμων 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (6 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	1 x Luminaires 2000 lm 26 W 4.44 W/m ² 178 lx (>= 100 lx) 148 lx 0.83 (>= 0.40) <=17.9 (< 25.00)	
γραφείο σίτισης Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (10 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	1 x Luminaires 3538 lm 37 W 3.59 W/m ² 310 lx (>= 300 lx) 249 lx 0.80 (>= 0.40) <=15.6 (< 19.00)	
χώρος ψυγείων 2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (49 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	4 x Luminaires 14480 lm 156 W 3.21 W/m ² 271 lx (>= 200 lx) 141 lx 0.52 (>= 0.40) ---	

Εικόνα 6.29: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Ισόγειο, Μέρος 2^ο

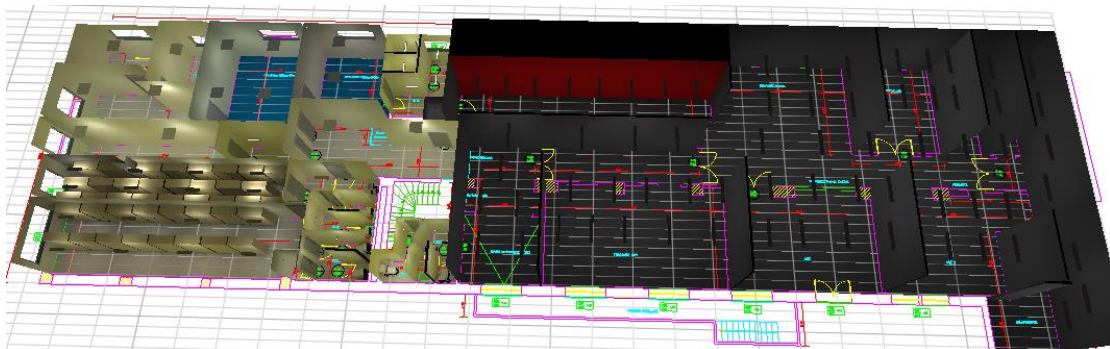
αποθήκη τροφίμων 2	1 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	3620 lm	
Total power	39 W	
Total power per area (12 m ²)	3.15 W/m ²	
Em	281 lx	(≥ 100 lx)
Emin	172 lx	
Emin/Eav (U ₀)	0.61	(≥ 0.40)
UGR	<=14.7	(< 25.00)
είσοδος τμήματος πληροφορικής	3 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	10860 lm	
Total power	117 W	
Total power per area (31 m ²)	3.80 W/m ²	
Em	415 lx	(≥ 300 lx)
Emin	283 lx	
Emin/Eav (U ₀)	0.68	(≥ 0.40)
UGR	<=15.5	(< 19.00)
χώρος παθολογικής 4	2 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	7240 lm	
Total power	78 W	
Total power per area (11 m ²)	7.22 W/m ²	
Em	510 lx	(≥ 500 lx)
Emin	435 lx	
Emin/Eav (U ₀)	0.85	(≥ 0.60)
UGR	<=14.6	(< 19.00)
χώρος παθολογικής 3	4 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	14480 lm	
Total power	156 W	
Total power per area (17 m ²)	9.40 W/m ²	
Em	584 lx	(≥ 500 lx)
Emin	468 lx	
Emin/Eav (U ₀)	0.80	(≥ 0.60)
UGR	<=14.8	(< 19.00)
τουαλέτα τμήματος πληροφορικής	1 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	738 lm	
Total power	10 W	
Total power per area (2 m ²)	5.00 W/m ²	
Em	317 lx	(≥ 200 lx)
Emin	258 lx	
Emin/Eav (U ₀)	0.81	(≥ 0.40)
UGR	<=17.4	(< 25.00)
διάδρομος τμήματος παθολογικής	3 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	6000 lm	
Total power	78 W	
Total power per area (21 m ²)	3.64 W/m ²	
Em	157 lx	(≥ 100 lx)
Emin	101 lx	
Emin/Eav (U ₀)	0.64	(≥ 0.40)
UGR	---	
server τμήματος πληροφορικής	3 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	10860 lm	
Total power	117 W	
Total power per area (18 m ²)	6.40 W/m ²	
Em	490 lx	(≥ 300 lx)
Emin	335 lx	
Emin/Eav (U ₀)	0.68	(≥ 0.60)
UGR	---	
παθολογοανατομικό τμήμα	7 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	25340 lm	
Total power	273 W	
Total power per area (46 m ²)	5.92 W/m ²	
Em	620 lx	(≥ 500 lx)
Emin	499 lx	
Emin/Eav (U ₀)	0.80	(≥ 0.60)
UGR	<=15.8	(< 19.00)
χώρος παθολογικής 1	1 x Luminaires	
Total luminous flux of all lamps	3538 lm	
Total power	37 W	
Total power per area (5 m ²)	7.91 W/m ²	
Em	311 lx	(≥ 300 lx)
Emin	251 lx	
Emin/Eav (U ₀)	0.81	(≥ 0.40)
UGR	<=15.6	(< 19.00)

Εικόνα 6.30: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Ισόγειο, Μέρος 3^ο

χώρος παθολογικής 2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (15 m ²) Em Emin Emin/Eav (U ₀) UGR	4 x Luminaires 14152 lm 148 W 10.00 W/m ² 593 lx (>= 500 lx) 502 lx 0.85 (>= 0.60) <=15.8 (< 19.00)	
εισόδος βιοιατρικής Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (27 m ²) Em Emin Emin/Eav (U ₀) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 2.79 W/m ² 290 lx (>= 100 lx) 195 lx 0.67 (>= 0.40) <=16.6 (< 25.00)	
σκάλες δεξιά του κτηρίου Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (19 m ²) Em Emin Emin/Eav (U ₀) UGR	2 x Luminaires 4348 lm 50 W 2.61 W/m ² 233 lx (>= 100 lx) 188 lx 0.80 (>= 0.40) ---	
τμήμα βιοιατρικής τεχνολογίας Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (39 m ²) Em Emin Emin/Eav (U ₀) UGR	6 x Luminaires 21720 lm 234 W 6.03 W/m ² 502 lx (>= 500 lx) 371 lx 0.74 (>= 0.60) ---	
αποθήκες 1,2 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (14 m ²) Em Emin Emin/Eav (U ₀) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 5.32 W/m ² 335 lx (>= 100 lx) 175 lx 0.52 (>= 0.40) <=15.6 (< 25.00)	

Εικόνα 6.31: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Ισόγειο, Μέρος 4^ο

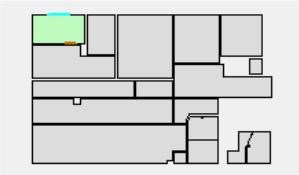
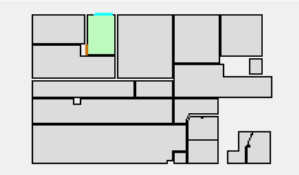
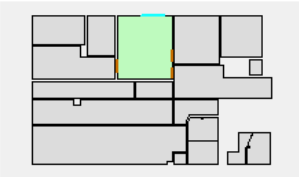

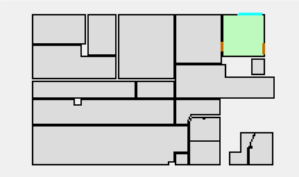
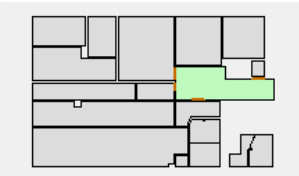
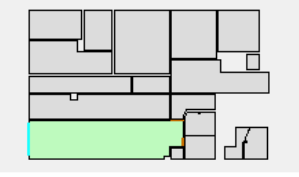
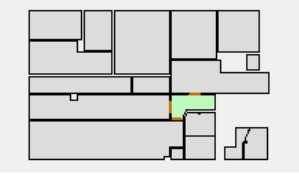

❖ Υπόγειο



Εικόνα 6.32: Υπόγειο «Οίκου αδελφών» φωταγωγημένο από το ReluxPro

αποδητήρια ανδρών Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (24 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	8 x Luminaires 16000 lm 208 W 8.70 W/m ² 208 lx (>= 100 lx) 90 lx 0.43 (>= 0.40) <=24.1 (< 25.00)	
τουαλέτες ανδρών Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (5 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	3 x Luminaires 1473 lm 24 W 4.90 W/m ² 261 lx (>= 200 lx) 256 lx 0.98 (>= 0.40) <=21.4 (< 25.00)	
αποθήκη σε τουαλέτες Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (1 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	1 x Luminaires 738 lm 10 W 10.58 W/m ² 160 lx (>= 100 lx) 159 lx 1.00 (>= 0.40) <=17.4 (< 25.00)	
τουαλέτες γυναικών Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (5 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	3 x Luminaires 1473 lm 24 W 4.94 W/m ² 208 lx (>= 200 lx) 169 lx 0.81 (>= 0.40) <=21.4 (< 25.00)	
τουαλέτες σκάλα Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (3 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 1229 lm 18 W 6.08 W/m ² 270 lx (>= 200 lx) 264 lx 0.98 (>= 0.40) ---	
τουαλέτες σε μηχανοστάσιο Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (5 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	3 x Luminaires 1473 lm 24 W 5.25 W/m ² 219 lx (>= 200 lx) 209 lx 0.96 (>= 0.40) <=21.5 (< 25.00)	
αποθήκη υλικών 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (12 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 5.97 W/m ² 371 lx (>= 100 lx) 239 lx 0.64 (>= 0.40) <=16.8 (< 25.00)	
αποθήκη ειδοςος υλικών Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (4 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	1 x Luminaires 810 lm 13 W 2.89 W/m ² 137 lx (>= 100 lx) 122 lx 0.89 (>= 0.40) <=18.2 (< 25.00)	
αποθήκη 1 Total luminous flux of all lamps Total power Total power per area (17 m ²) E _m E _{min} E _{min} /E _{av} (U ₀) UGR	2 x Luminaires 7076 lm 74 W 4.36 W/m ² 343 lx (>= 100 lx) 259 lx 0.75 (>= 0.40) <=16.5 (< 25.00)	

Εικόνα 6.33: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Υπόγειο, Μέρος 1^ο

αποθήκη υλικών 2	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (11 m ²)	3.46 W/m ²		
Em	326 lx	(≥ 100 lx)	
Emin	215 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.66	(≥ 0.40)	
UGR	<=16.2	(< 25.00)	
αποθήκη υλικών 3	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	3538 lm		
Total power	37 W		
Total power per area (8 m ²)	4.67 W/m ²		
Em	351 lx	(≥ 100 lx)	
Emin	302 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.86	(≥ 0.40)	
UGR	<=15.6	(< 25.00)	
γραφείο ηλεκτρολόγων 1	4 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	14152 lm		
Total power	148 W		
Total power per area (25 m ²)	5.95 W/m ²		
Em	390 lx	(≥ 300 lx)	
Emin	329 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.84	(≥ 0.60)	
UGR	<=16.0	(< 25.00)	
γραφείο ηλεκτρολόγων 2	2 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7076 lm		
Total power	74 W		
Total power per area (16 m ²)	4.75 W/m ²		
Em	304 lx	(≥ 300 lx)	
Emin	234 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.77	(≥ 0.60)	
UGR	<=15.6	(< 25.00)	
τουαλέτες ηλεκτρολόγων	5 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	4050 lm		
Total power	65 W		
Total power per area (12 m ²)	5.31 W/m ²		
Em	223 lx	(≥ 200 lx)	
Emin	165 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.74	(≥ 0.40)	
UGR	---		
κεντρικός διάδρομος	2 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	7076 lm		
Total power	74 W		
Total power per area (19 m ²)	3.93 W/m ²		
Em	275 lx	(≥ 100 lx)	
Emin	208 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.76	(≥ 0.40)	
UGR	<=16.7	(< 28.00)	
αποδητήρια γυναικών	8 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	16000 lm		
Total power	208 W		
Total power per area (40 m ²)	5.15 W/m ²		
Em	178 lx	(≥ 100 lx)	
Emin	118 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.66	(≥ 0.40)	
UGR	<=25.3	(< 25.00)	
προθάλαμος αποδητηρίων	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	2000 lm		
Total power	26 W		
Total power per area (6 m ²)	4.55 W/m ²		
Em	246 lx	(≥ 200 lx)	
Emin	132 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.54	(≥ 0.40)	
UGR	---		
Μηχανοστάσιο	1 x Luminaires		
Total luminous flux of all lamps	738 lm		
Total power	10 W		
Total power per area (1 m ²)	6.96 W/m ²		
Em	375 lx	(≥ 100 lx)	
Emin	366 lx		
Emin/Eav (U ₀)	0.97	(≥ 0.40)	
UGR	<=17.4	(< 25.00)	

Εικόνα 6.34: Αποτελέσματα Relux, «Οίκος αδελφών», Υπόγειο, Μέρος 2^ο

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. για τα συστήματα φωτισμού στα κτήρια του τριτογενούς τομέα, καθορίζεται ότι στο υπό μελέτη κτήριο, καθώς και στο κτήριο αναφοράς η φωτεινή δραστηριότητα (απόδοση) είναι κατ' ελάχιστον 55 lm/W. Από τα παραπάνω στοιχεία και από τα εγκατεστημένα lumen/watt σε κάθε όροφο προκύπτει ότι και για τα δύο κτήρια πληρείται και ο κανονισμός του Κ.Εν.Α.Κ.

▪ **Παραδοσιακό κτήριο**

- 1^{ος}

$$\frac{lm}{W} = \frac{639393}{7191.2} = 88.9$$

- Ισόγειο

$$\frac{lm}{W} = \frac{472805}{5094} = 92.8$$

▪ **«Οίκος αδελφών»**

- Δώμα

$$\frac{lm}{W} = \frac{102826}{1089} = 94.4$$

- 2^{ος}

$$\frac{lm}{W} = \frac{374192}{3935} = 95.1$$

- 1^{ος}

$$\frac{lm}{W} = \frac{243413}{2632} = 92.5$$

- Ισόγειο

$$\frac{lm}{W} = \frac{300238}{3254} = 92.3$$

- Υπόγειο

$$\frac{lm}{W} = \frac{95516}{1148} = 83.2$$

6.7 Πίνακες κατανάλωσης

Στην συνέχεια παρατίθενται οι καταναλώσεις φωτισμού των ορόφων των δύο κτηρίων με τα εγκατεστημένα φωτιστικά και με την νέα εγκατάσταση LED. Στο παραδοσιακό κτήριο, καθώς δεν χρησιμοποιούνται τα εγκατεστημένα φωτιστικά πλήρως, πραγματοποιήθηκε σύγκριση του 70% της παρούσας εγκατάστασης με τη νέα εγκατάσταση. Στο κτήριο «οίκος αδελφών» χρησιμοποιείται το 100% των φωτιστικών. Στην συνέχεια σημειώνεται το ποσοστό της μείωσης της κατανάλωσης με την εγκατάσταση φωτιστικών LED.

6.7.1 Παραδοσιακό κτήριο

- ❖ 1^{ος} όροφος

Χώρος	Υπόχωρος	Εγκατεστημένα φωτιστικά (W)	LED (W)
-------	----------	-----------------------------	---------

Γραφείο Προμηθειών	προϊστάμενος προμηθειών	432	156
	Γραφείο Προμηθειών	360	312
Διεύθυνση Νοσηλευτικής Υπηρεσίας	γραφείο διευθυνούσης	234	78
	προθάλαμος	360	78
	γραφείο νοσηλευτριών 1	144	78
	γραφείο νοσηλευτριών 2	144	78
	γραφείο	216	156
τεχνική υπηρεσία	τεχνική υπηρεσία	1296	351
	γραφείο προϊσταμένου	360	117
γραφείο νομικού συμβούλου		144	78
τουαλέτα γραφείων		144	20
γραφείο συμβούλου επιστημονικού προσωπικού		144	78
γραφείο μισθοδοσίας		1152	687
διεύθυνση ιατρικής υπηρεσίας		40	92,5
οφθαλμολογικό	γραφείο οφθαλμιάτρων	60	234
	διάδρομος προθαλάμου	60	39
	προθάλαμος χειρουργείου	288	234
	χειρουργείο οφθαλμολογικού	288	440,2
	γραφείο ιατρών	20	78
	θάλαμος ασθενών οφθ.1 (+τουαλέτα)	188	188
	θάλαμος ασθενών οφθ. 2	168	107
	θάλαμος ασθενών οφθ. 3	150	133
	θάλαμος ασθενών οφθ. 4	87	53,5
	θάλαμος ασθενών οφθ. 5	306	143
	υποδιευθύντρια διοικητικού προσωπικού	216	78
	κουζίνα	40	29
	χώρος φωτοτυπικού	216	39
	γραμματεία οφθαλμολογικού	144	39
	διάδρομος γραφείου προϊστ.	144	43,5
	γραφείο προϊσταμένης οφθαλμολ.	144	39
τουαλέτα		288	56
γραφείο διευθν διοικ υπηρ.		180	78
τμήμα οικονομικών	προθάλαμος	72	78
	τμήμα διαιτολογίας	216	117
	προϊστάμενος οικονομικού	216	117
	γραφείο στατιστικής	288	143
γραφείο αναπληρωτή διοικητή	τουαλέτα	396	78
γραμματεία διοίκησης		945	117
γραφείο διοικητή	τουαλέτα	1365	247
λογιστήριο	λογιστήριο	720	468
	προϊστάμενος λογιστηρίου	216	156
γραφείο προσωπικού		648	636
γραφείο (πρώην πρωτόκολλο)		432	156
διάδρομοι	κλιμακοστασίου	106	101,5

	τεχνικής υπηρεσίας	60	43,5
	οφθαλμολογικού	100	101,5
	διοίκησης	504	117
	Σύνολο 100%	14441	
Τελικό Σύνολο		10108,7	7087,2

Πίνακας 6.5: Πίνακας κατανάλωσης φωτιστικών μονάδων πριν και μετά την αντικατάσταση των λαμπτήρων, Πρώτος όροφος, Παραδοσιακό κτήριο

Μείωση Κατανάλωσης = 29,9%

❖ Ισόγειο

Χώρος	Υπόχωρος	Εγκατεστημένα φωτιστικά (W)	LED (W)
Χώρος Ιματισμού	διάδρομος ιματισμού	576	74
	Γραφείο Ελέγχου Ιματισμού	360	111
	εργαστήριο ιματισμού	360	222
	ραφείο	144	222
	αποθήκη ιματισμού 1	11	74
	αποθήκη ιματισμού 2	144	74
	αποθήκη ιματισμού 3	22	37
ταμείο προμηθειών και αρχείο		400	111
λογιστήριο ασθενών		1007	481
γραμματεία εισαγωγής ασθενών	γραμματεία εισαγωγής ασθενών	1296	273
	αίθουσα αναμονής	0	
	γραφείο ΕΟΠΥΥ	0	
αποθήκη λογιστηρίου		144	37
αποθήκη		72	13
τουαλέτες		186	56
χώρος αποθήκης υλικού	διάδρομος αποθήκης υλικού	648	148
	αποθήκη υλικού 1	72	37
	αποθήκη υλικού 2	144	26
	γραφείο προϊσταμένου αποθήκης υλικού	432	111
	αποθήκη υλικού 3	72	52
	αποθήκη υλικού 4	432	141
	αποθήκη υλικού 5	432	141
	αποθήκη υλικού 6	216	74
γραμματεία υλικού	γραμματεία υλικού	108	156
	γραφείο υλικού	54	234
γραφείο κοινωνικού λειτουργού		348	111
διάδρομος	αποθήκης λογιστηρίου	648	117
	εισόδου	864	117
	κλιμακοστασίου	1152	148
	ταμείου	576	74
γραφείο φυσιοθεραπευτών		468	74

γραφείο επιστασίας		72	37
γραμματεία πρωτόκολλο	γραμματεία	432	111
	χώρος αρχείου	144	37
τμήμα διατροφών		216	74
αποθήκη αναλωσίμων 1		216	52
αποθήκη αναλωσίμων 2		216	52
φαρμακείο	διάδρομος φαρμακείου	576	148
	αποθήκη φαρμάκων 1	144	74
	εργαστήριο φαρμάκων	144	117
	γραφείο δ/ντη	216	74
	χώρος διακίνησης φαρμάκων	648	222
	αποθήκη φαρμάκων 2	288	74
	γραφείο μηχανογράφησης	216	148
	αποθήκη άχρηστων υλικών	72	74
	αποθήκη φαρμάκων 3	144	26
	αποθήκη φαρμάκων 4	144	74
	τουαλέτα αποθήκης φαρμάκων	11	37
	Σύνολο 100%	15287	
Τελικό σύνολο		10700,9	4977

Πίνακας 6.6: Πίνακας κατανάλωσης φωτιστικών μονάδων πριν και μετά την αντικατάσταση των λαμπτήρων, Ισόγειο, Παραδοσιακό κτήριο

Μείωση Κατανάλωσης = 53,5%

6.7.2 Κτήριο «Οίκος αδελφών»

❖ Δώμα

Χώρος	Εγκατεστημένα Φωτιστικά (W)	LED (W)
είσοδος δώματος	72	20
διάδρομος 1	36	37
διάδρομος 2	72	37
διάδρομος 3	216	111
γραφεία 1	360	185
γραφεία 2	252	148
τουαλέτα 1	28	10
τουαλέτα 2	11	10
εργαστήριο πειραματικής χειρουργικής 1	288	74
εργαστήριο 1	144	74
εργαστήριο 2	144	74
εργαστήριο πειραματικής χειρουργικής 2	144	111
εργαστήριο κροταφικού οστού	198	222
εργαστήριο κροταφικού οστού τουαλέτα	18	13

Τελικό σύνολο:	1983	1126
-----------------------	------	------

Πίνακας 6.7: Πίνακας κατανάλωσης φωτιστικών μονάδων πριν και μετά την αντικατάσταση των λαμπτήρων, Δώμα, «Οίκος αδελφών»

Μείωση Κατανάλωσης = 43,2%

❖ 2^{ος} όροφος

Χώρος	Εγκατεστημένα Φωτιστικά (W)	LED (W)
γενικές αίματος 1	144	74
γενικές αίματος 2	288	148
γενικές αίματος 3	288	195
γενικές αίματος 4	144	74
τμήμα πήξεων	360	156
τμήμα κακοηθών αναιμιών 1	144	74
τμήμα κακοηθών αναιμιών 2	288	148
αιματολογικό	72	37
γραφείο διευθυντή αιματολογικού	144	148
διάδρομος 1	1008	222
διάδρομος 2	288	74
γραφείο διευθυντή μικροβιολογικού	144	148
ανοσολογικό 1	216	74
ανοσολογικό 2	216	148
ανοσολογικό 3	144	111
ουροχημικό παρασιτολογικό	216	111
καλλιέργειες 1	504	222
καλλιέργειες 2	252	185
καλλιέργειες 3	288	259
καλλιέργειες 4	288	148
καλλιέργειες 5	72	74
ορολογικό 1	288	148
γραφείο διευθυντή ορολογικού	432	148
ηλεκτροφορήσεις	432	148
παρασκευαστήριο	432	148
βιοχημικό τμήμα 1	576	148
βιοχημικό τμήμα 2	576	148
ορμονολογικό	432	74
αποδυτήρια	288	111
τουαλέτες	84	32
Τελικό σύνολο	9048	3935

Πίνακας 6.8: Πίνακας κατανάλωσης φωτιστικών μονάδων πριν και μετά την αντικατάσταση των λαμπτήρων, Δεύτερος Όροφος, «Οίκος αδελφών»

Μείωση Κατανάλωσης = 56,5%

❖ 1^{ος} όροφος

Χώρος	Εγκατεστημένα Φωτιστικά (W)	LED(W)
κοιτώνες γιατρών 1	20	37
κοιτώνες γιατρών 2	20	37
κοιτώνες γιατρών 3	20	37
κοιτώνες γιατρών 4	20	37
κοιτώνες γιατρών 5	20	37
κοιτώνες γιατρών 6	56	37
κοιτώνες γιατρών 7	20	37
κοιτώνες γιατρών 8	20	37
κοιτώνες γιατρών 9	20	37
κοιτώνες γιατρών 10	48	37
τραπεζαρία	504	111
τουαλέτες προσωπικού 1	72	92
τουαλέτες προσωπικού 2	72	52
τουαλέτες προσωπικού 3	72	48
αιμοδοσία 1	72	74
αιμοδοσία 2	72	74
αιμοδοσία 3	72	74
εργαστήριο αιμοδοσίας 1	648	296
εργαστήριο αιμοδοσίας 2	288	148
εργαστήριο αιμοδοσίας 3	288	148
εργαστήριο αιμοδοσίας 4	864	222
εργαστήριο αιμοδοσίας 5	432	148
κουζίνα	576	111
προθάλαμος τραπεζαρίας	72	8
διάδρομος αιμοδοσίας	72	32
διάδρομος 1	504	185
διάδρομος 2	72	37
διάδρομος 3	288	111
διάδρομος κοιτώνων γιατρών	228	78
ορολογικός έλεγχος	720	148
σκάλα μπλε	144	37
Τελικό σύνολο	6396	2604

Πίνακας 6.9: Πίνακας κατανάλωσης φωτιστικών μονάδων πριν και μετά την αντικατάσταση των λαμπτήρων, Πρώτος Όροφος, «Οίκος αδελφών»

Μείωση Κατανάλωσης = 59,3%

❖ Ισόγειο

Χώρος	Εγκατεστημένα Φωτιστικά (W)	LED (W)
παραλαβή νεκρού	288	78
προθάλαμος παραλαβής νεκρού	144	39
παθολογοανατομικό τμήμα	792	273

διάδρομος τμήματος παθολογικής	360	78
χώρος παθολογικής 1	108	37
χώρος παθολογικής 2	468	148
χώρος παθολογικής 3	468	156
χώρος παθολογικής 4	216	78
τουαλέτα προσωπικού 1	11	10
τμήμα πληροφορικής και οργάνωσης	1872	390
Server	720	117
είσοδος τμήματος πληροφορικής	432	117
τουαλέτα τμήματος πληροφορικής	144	10
είσοδος βιοϊατρικής	72	74
τμήμα βιοϊατρικής τεχνολογίας	720	234
κεντρικά μαγειρεία	3096	851
αποθήκη τροφίμων 1	144	26
αποθήκη τροφίμων 2	288	39
καταψύκτης 1	11	52
καταψύκτης 2	11	26
καταψύκτης 3	11	52
χώρος ψυγείων 1	40	52
αποθήκες 1,2	216	74
χώρος ψυγείων 2	792	156
γραφείο σίτισης	216	37
σκάλες δεξιά	72	50
Τελικό Σύνολο	11640	3204

Πίνακας 6.10: Πίνακας κατανάλωσης φωτιστικών μονάδων πριν και μετά την αντικατάσταση των λαμπτήρων, Ισόγειο, «Οίκος αδελφών»

Μείωση Κατανάλωσης = 72,5%

❖ Υπόγειο

Στο υπόγειο, στους χώρους των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, τα φωτιστικά έχουν τοποθετηθεί ακριβώς στα σημεία που απαιτείται φως. Επίσης τα φωτιστικά ανάβουν σε 2 ομάδες σωστά διαχωρισμένες σύμφωνα με τον χώρο. Έτσι παρόλο που είναι αρκετός ο φωτισμός, στις παρακάτω μετρήσεις θεώρησα πως και αυτά τα φωτιστικά εν καιρώ θα αντικατασταθούν από φωτιστικά LED. Από τα στοιχεία των φωτιστικών φαίνεται ότι τόσο τα lumen όσο και η απόχρωση είναι παραπλήσια στα δύο φωτιστικά, με το φωτιστικό LED να υπερέχει τόσο σε lumen όσο και σε Watt. Σύμφωνα όμως με μια σύντομη μελέτη στο Relux απαιτούνται 68 φωτιστικά LED ακόμα και αν αυτά τοποθετηθούν στο ταβάνι για τον πλήρη φωτισμό του χώρου. Στην πραγματικότητα στην υφιστάμενη εγκατάσταση αυτό δεν συμβαίνει καθώς τα περισσότερα φωτιστικά είναι εγκατεστημένα επιτοίχια ακριβώς πάνω από τις μονάδες ενδιαφέροντος (πίνακες, πυροσβεστικό συγκρότημα κλπ.). Για την μελέτη μου λοιπόν για την σύγκριση θα θεωρήσω ότι θα εγκατασταθούν 68 φωτιστικά –και αρα και λαμπτήρες – LED εν αντιθέσει με τους 89 λαμπτήρες φθορισμού που είναι εγκατεστημένοι αυτή τη στιγμή. Έτσι προκύπτει ο παρακάτω πίνακας.

Χώρος	Εγκατεστημένα Φωτιστικά (W)	LED (W)
αποδυτήρια ανδρών	360	208
αποδυτήρια γυναικών	792	208
αποθήκη υλικών 1	72	74
αποθήκη υλικών 2	144	37
αποθήκη υλικών 3	144	37
αποθήκη 1	288	74
είσοδος αποθήκης υλικών	28	13
γραφείο ηλεκτρολόγων 1	288	148
γραφείο ηλεκτρολόγων 2	144	74
κεντρικός διάδρομος	180	74
προθάλαμος αποδυτηρίων	144	26
τουαλέτες ανδρών	144	24
τουαλέτες γυναικών	72	24
τουαλέτες σκάλα	11	18
τουαλέτες σε μηχανοστάσιο	11	24
τουαλέτες ηλεκτρολόγων	216	65
πυροσβεστικό συγκρότημα	396	448
πίνακες-πεδία	432	336
υποσταθμός ΔΕΗ	360	336
αποθήκη 1	72	112
αποθήκη 2	36	112
αποθήκη 3	72	56
κιγκλίδωμα	720	1064
διάδρομος	288	392
ΜΣ	216	448
ΗΖ	144	392
δεξαμενή	72	112
αποθήκη σε τουαλέτες	28	10
μηχανοστάσιο	11	10
Τελικό Σύνολο	5874	4946

Πίνακας 6.11: Πίνακας κατανάλωσης φωτιστικών μονάδων πριν και μετά την αντικατάσταση των λαμπτήρων, Υπόγειο, «Οίκος αδελφών»

$$\text{Μείωση Κατανάλωσης} = 15,8\%$$

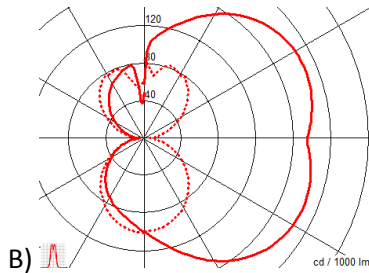
6.8 Στοιχεία φωτιστικών led

Στην συνέχεια παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φωτιστικών LED που χρησιμοποιήθηκαν στην εγκατάσταση, έτσι όπως αυτά δίνονται από το πρόγραμμα ReluxPro:

1. LTS AQUA



A)



B)

Γ)

Manufacturer LTS

AQUAL 10.0830.1 Wandleuchte Aqua

Length: 610 mm, Width: 92 mm, Height: 58 mm

Luminaire efficacy: 62.31 lm/W (C22, ↓ 50.7% ↑ 49.3%)
 CIE Flux Codes 30 58 81 51 100
 Tot. system power: 13 W

Equipment: 1 x LED
 Total luminous flux: 810 lm
 Luminous flux for emergency lighting: -----

wall luminaire with conical round design and energy saving LED technology,
 lighting component: direct 50% / indirect 50%,
 outstanding ease of maintenance,
 no UV and thermal emissions, easy mounting via wall bracket mad from polycarbonate (vertical or horizontal), diffuser made from opal-white acrylic glass (tool-free mounting), 3-pole terminal block, LED converter, integral.

LED Modul | 830 | CRI 80 | 3000 K
 Lifetime: 50.000 h
 Weight: 0.80 kg
 Dimensions (LxBxH): 610 x 92 x 58 mm
 Safety standards: CE, F, ENEC14
 Protection class: I
 Type of protection: IP44
 Colour: white

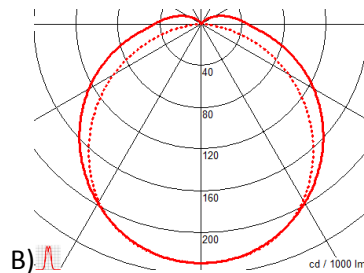
Manufacture: LTS
 Type: AQUAL 10.0830.1

Εικόνα 6.35:Στοιχεία φωτιστικού LTS AQUA
 α)Φωτιστικό β) Πολικό διάγραμμα, γ)Data Sheet

2. PROLUMIA PRO AQUA HIGH OUTPUT 127CM



A)



B)

Γ)

Manufacturer Prolumia

40300141 LED Ceiling / Wall-mounted Luminaires LED Pro Aqua high output, 127CM

Length: 1274 mm, Width: 140 mm, Height: 90 mm

Efficiency: 79,5%
 Luminaire efficacy: 56.79 lm/W (A31, ↓ 92.7% ↑ 7.3%)
 CIE Flux Codes 42 72 91 93 79
 Tot. system power: 56 W

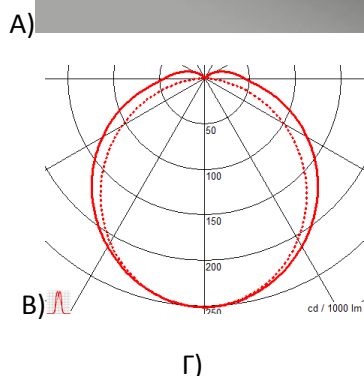
Equipment: 1 x LED
 Total luminous flux: 4000 lm
 Luminous flux for emergency lighting: -----

Light source: SMD 5630 LED's
 Beam angle: 120°
 Color rendering index: Ra>80
 Operating temperature: -20°C - +40°C
 Rated life hours: >50.000
 LED driver(included): CE, TUV
 Input: 220-240V, 50/60Hz
 Power Factor: >0.90

40300141
 Light source: SMD 5630 LED's
 Beam angle: 120°
 Color rendering index: Ra>80
 Operating temperature: -20°C - +40°C
 Rated life hours: >50.000
 LED driver(included): CE, TUV
 Input: 220-240V, 50/60Hz
 Power Factor: >0.90

Εικόνα 6.36:Στοιχεία φωτιστικού PROLUMIA PRO AQUA HIGH OUTPUT 127CM
 α)Φωτιστικό β) Πολικό διάγραμμα, γ)Data Sheet

3. PROLUMIA PRO AQUA HIGH OUTPUT 66CM



Manufacturer Prolumia

40300131 LED Ceiling / Wall-mounted Luminaires Pro Aqua high output, 66CM LED

Length: 664 mm, Width: 140 mm, Height: 90 mm

Efficiency: 83,2%
 Luminaire efficacy: 64 lm/W (A31, ↓ 92.9% ↑ 7.1%)
 CIE Flux Codes 43 73 91 93 83
 Tot. system power: 26 W

Equipment: 1 x LED
 Total luminous flux: 2000 lm
 Luminous flux for emergency lighting: -----

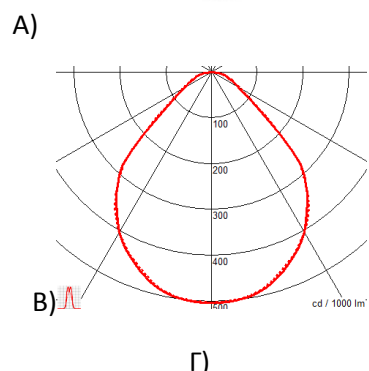
Light source: SMD 5630 LED's
 Beam angle: 120°
 Color rendering index: Ra>80
 Operating temperature: -20°C - +40°C
 Rated life hours: >50.000
 LED driver(included): CE, TUV
 Input: 220-240V, 50/60Hz
 Power Factor: >0.90

40300131

Light source: SMD 5630 LED's
 Beam angle: 120°
 Color rendering index: Ra>80
 Operating temperature: -20°C - +40°C
 Rated life hours: >50.000
 LED driver(included): CE, TUV
 Input: 220-240V, 50/60Hz
 Power Factor: >0.90

Εικόνα 6.37:Στοιχεία φωτιστικού PROLUMIA PRO AQUA HIGH OUTPUT 66CM α)Φωτιστικό β) Πολικό διάγραμμα, γ)Data Sheet

4. GLAMOX LUXO MODUL-R600 LED 3300 830 CI/MP



Manufacturer Glamox Luxo Lighting

MODUL-R600 LED 3300 830 CI/MP Commercial - Ceiling recessed MODUL-R LED

Length: 596 mm, Width: 596 mm, Height: 0.0 mm

Luminaire efficacy: 95.53 lm/W (A50, ↓ 100.0% ↑ 0.0%)
 CIE Flux Codes 63 89 97 100 101
 Tot. system power: 37 W

Equipment: 1 x LED 830
 Total luminous flux: 3538 lm
 Luminous flux for emergency lighting: -----

Light source
 LED with the following lumen out values.
 MP diffuser. 600 module >4200 lumen out.
 MP diffuser. 300 module >3400 lumen out.
 OP diffuser. 600 module >4300 lumen out.
 OP diffuser. 300 module >3600 lumen out.
 Circular light opening: CI/MP > 3200 lumen out, CI/OP > 3500 lumen out

Ballast
 Available with Electronic driver (HF) or DALI.

Mounting
 For easy lay in installation in exposed T-bar ceilings.

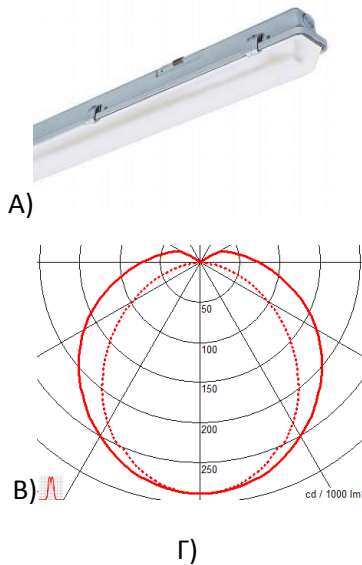
LED variants are IP44 from underneath, IP20 from top.

Connection
 Cable entry from side. Can be supplied with cable or cable and plug. 3 or 5 pole push-in terminal block. Linect connection is available on request.

Optics
 Microprismatic diffuser type MP.
 Opal diffuser type OP.
 With circular light opening the shortening are CI/MP or CI/OP.

Εικόνα 6.38:Στοιχεία φωτιστικού GLAMOX LUXO MODUL-R600 LED 3300 830 CI/MP α)Φωτιστικό β) Πολικό διάγραμμα, γ)Data Sheet

5. LTS FRW



Manufacturer LTS

**FRWL 11.3540 Aufbau-/Pendelleuchte FRW
Feuchtraumleuchten**

Length: 1519 mm, Width: 90 mm, Height: 105 mm

Luminaire efficacy: 94.38 lm/W (A31, ↓ 91.0% ↑ 9.0%)
CIE Flux Codes 42 71 89 91 100
Tot. system power: 37 W

Equipment: 1 x LED
Total luminous flux: 3492 lm
Luminous flux for emergency lighting: -----

moisture-proof diffuser luminaire with LED technology for ceiling/wall mounting or chain suspension, designed for indoor or roofed outdoor use (underground car parks, warehouses, production halls, etc.), energy saving, no UV and thermal emissions, light component: direct 91% / indirect 9%, aligning of the luminaire through the variable traveling range, housing made from glass-fibre reinforced polyester (RAL 7035), diffuser made from opal-white PMMA (smooth interior and exterior), foam seal made from PUR, quick-mounting via fastening clips, 3-pole terminal block for through-wiring, LED converter, integral.

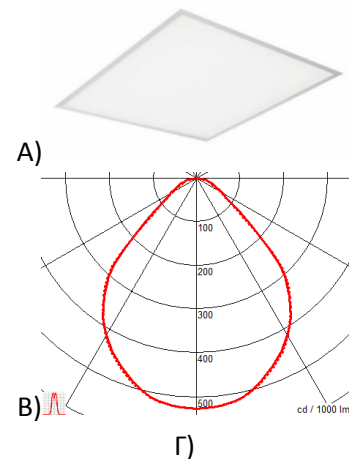
Note: minimum pallet purchase 120 piece.

LED linear | 840 | CRI 80 | 4000 K
Lifetime: 50.000 h
Weight: 2.40 kg
Dimensions (LxBxH): 1519 x 90 x 90 mm
Safety standards: CE, F, VDE, ENEC10
Protection class: I
Type of protection: IP65
Colour: grey

Manufacture: LTS
Type: FRWL 11.3540

Εικόνα 6.39: Στοιχεία φωτιστικού LTS FRW
α) Φωτιστικό β) Πολικό διάγραμμα, γ) Data Sheet

6. GLAMOX LUXO MODUL-R600 LED 3600 830-860 CCT MP



Manufacturer Glamox Luxo Lighting

**MODUL-R600 LED 3600 830-860 CCT MP Commercial -
Ceiling recessed MODUL-R LED**

Length: 600 mm, Width: 600 mm, Height: 0.0 mm

Luminaire efficacy: 92.82 lm/W (A50, ↓ 100.0% ↑ 0.0%)
CIE Flux Codes 66 91 98 100 100
Tot. system power: 39 W

Equipment: 1 x LED CCT 830-860
Total luminous flux: 3620 lm
Luminous flux for emergency lighting: -----

Light source
LED with the following lumen out values.
MP diffuser: 600 module >4200 lumen out.
MP diffuser: 300 module >3400 lumen out.
OP diffuser: 600 module >4300 lumen out.
OP diffuser: 300 module >3600 lumen out.
Circular light opening: CI/MP > 3200 lumen out, CI/OP > 3500 lumen out

CCT version: 3600-3800 lumen out.

Ballast
Available with Electronic driver (HF) or DALI.
CCT version only with DALI.

Mounting
For easy lay in installation in exposed T-bar ceilings.

LED variants are IP44 from underneath, IP20 from top.

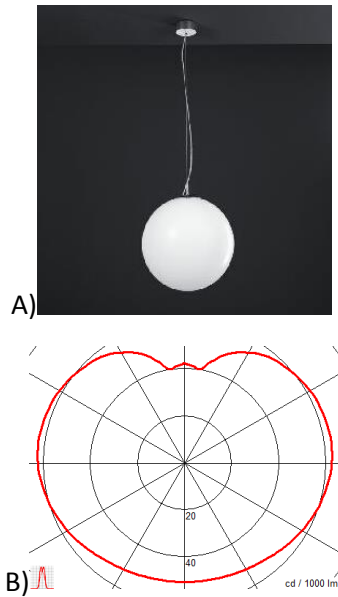
Mounted in cluster:
As with conventional light sources you may perceive variations in colour temperature between luminaires mounted close together (cluster). Colour tolerances for LED light sources are normally better or the same as for conventional light sources. For more information, please contact any member of our sales staff.

Connection
Cable entry from side. Can be supplied with cable or cable and plug. 3 or 5 pole push-in terminal block. Linect connection is available on request.

Optics
Microprismatic diffuser type MP.
Opal diffuser type OP.
With circular light opening the shortenings are CI/MP or CI/OP.

Εικόνα 6.40: Στοιχεία φωτιστικού GLAMOX LUXO
MODUL-R600 LED 3600 830-860 CCT MP
α) Φωτιστικό β) Πολικό διάγραμμα, γ) Data Sheet

7. SCHMITZ-LEUCHTEN PEARL



Γ)

Manufacturer Schmitz-Leuchten

16265.04 pendant luminaire PEARL

Diameter: 300 mm Height: 300 mm

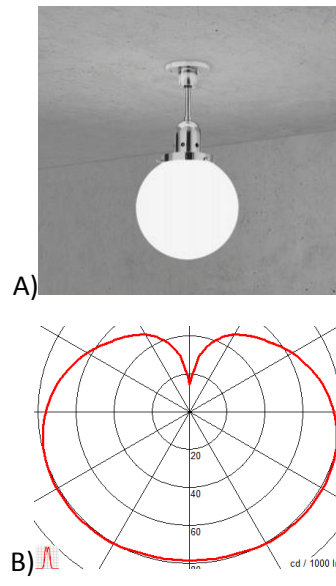
Efficiency: 71,5%
Luminaire efficacy: 49.5 lm/W (C22, ↓ 49.1% ↑ 50.9%)
CIE Flux Codes 23 47 73 49 73
Tot. system power: 13 W

Equipment: 1 x FSMH
Total luminous flux: 900 lm
Luminous flux for emergency lighting: -----

chrome surface
PE bowl white
closed construction form: Ø 300 mm
steel rope suspensions and transparent feeder of canopy
total length of suspension till the bottom of the lamp L = 2.000 mm, can be shortened
light distribution symmetrical
equipment: 1 x TC-TEL, 13 W, GX24q-1
with electronic ballast
weight: 2,1 kg
protective rating IP20
protective class I
conformity mark ENEC 24

Εικόνα 6.41:Στοιχεία φωτιστικού SCHMITZ-LEUCHTEN PEARL α)Φωτιστικό β) Πολικό διάγραμμα, γ)Data Sheet

8. LICHT + RAUM GLASKUGEL



Γ)

Manufacturer LICHT + RAUM

GLASKUGEL PENDELROHR 300 Pendelleuchte GLASKUGEL

Diameter: 300 mm Height: 300 mm

Efficiency: 88%
Luminaire efficacy: 64.03 lm/W (C21, ↓ 56.9% ↑ 43.1%)
CIE Flux Codes 25 50 76 57 88
Tot. system power: 14,5 W

Equipment: 1 x LED IAA/G
Total luminous flux: 1055 lm
Luminous flux for emergency lighting: -----

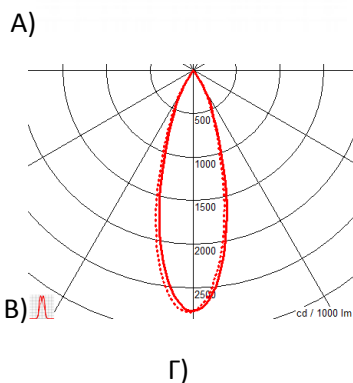
Eine Glaskugel mit Stil und Sanftmut.
Die Pendelleuchte mit Opalglasreflektor sorgt für eine gleichmässige, weiche und ungerichtete Lichtverteilung. Das klassische Einsatzgebiet dieser Leuchte sind Verkehrszonen in Schulhäusern, wo sie blendfreies, sanftes Licht abgibt.

Ausführung:
GLASKUGEL Pendelrohr ist in zwei Grössen erhältlich und mit elektronischem Vorschaltgerät für kompakte Sparlampen oder Fassung E27 ausgerüstet.

Materialisierung:
Opalglas dreischichtig, Messing gedrückt und glanzvernickelt, Stahlrohr glanzvernickelt

Εικόνα 6.42:Στοιχεία φωτιστικού LICHT + RAUM GLASKUGEL α)Φωτιστικό β) Πολικό διάγραμμα, γ)Data Sheet

9. BRUMBERG
DECKENEINBAUDOWNLIGHT



Manufacturer BRUMBERG

12403 LED Shoplight Aufbauleuchte LED
Deckeneinbaudownlight

Diameter: 90 mm Height: 0.0 mm

Luminaire efficacy: 73.8 lm/W (A80, ↓ 100.0% ↑ 0.0%)
CIE Flux Codes 99 100 100 100 100
Tot. system power: 10 W

Equipment: 1 x LED
Total luminous flux: 738 lm
Luminous flux for emergency lighting: -----

LED Deckeneinbaudownlight

Material: Aluminium

Farbe: weiß

Bestückung: 1 x LED

Leistung: 10W

Lichtfarbe: Warmweiß 3000K

Abstrahlwinkel: 30°

Anschluss: 700mA Plug & Play

Deckenausschnitt (D in mm): 79 mm

Maße (D / H in mm): 90 / 95 mm

Einbautiefe: 95 mm

Schutzklasse: III

Schutzart: IP20

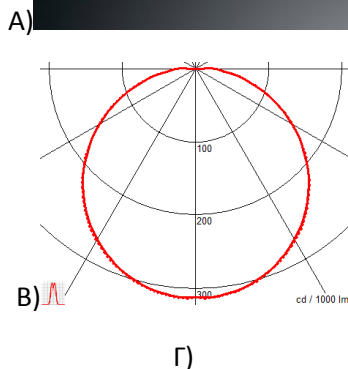
nicht geeignet für den Einbau in Dämmmaterial

Blendungsbegrenzung durch zurück liegenden Leuchtmittel

Lieferbar in den Farbcodes: 07

Εικόνα 6.43:Στοιχεία φωτιστικού BRUMBERG
DECKENEINBAUDOWNLIGHT α)Φωτιστικό β)
Πολικό διάγραμμα, γ)Data Sheet

10. RIBAG PUNTO



Manufacturer Ribag

4050.120.40.8 mounting luminaire PUNTO Anbauelement

Diameter: 120 mm Height: 32 mm

Luminaire efficacy: 61.38 lm/W (A40, ↓ 99.2% ↑ 0.8%)
CIE Flux Codes 43 74 92 99 100
Tot. system power: 8 W

Equipment: 1 x LED PUNTO 4000K
Total luminous flux: 491 lm
Luminous flux for emergency lighting: -----

PUNTO Mounted lamp without control gear

Can be mounted directly on the wall or ceiling, for indoor or outdoor use (protected from rain)

Lamp housing: Cast aluminium, with passive cooling

Colour: Metallic grey RAL 9006

Optics: Synthetic glass diffuser fine mat finish

LED CRI 85, integrated

Service life: 50,000 hrs with 70% luminous flux

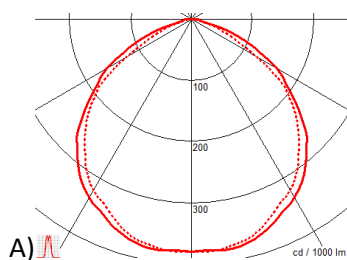
Control unit: EVG 230 V /50 Hz, constant current 500 mA (order separately)

Lamp protection class: III

Lamp protection level: IP 54

Εικόνα 6.44:Στοιχεία φωτιστικού RIBAG PUNTO
α)Φωτιστικό β) Πολικό διάγραμμα, γ)Data Sheet

11. ASD HIGHLITE



B)

Manufacturer ASD Lighting

HL12-WKLED User Product ASD HIGHLITE 1200mm CLEAR DIFF LED

Length: 1192 mm, Width: 400 mm, Height: 35 mm

Efficiency: 100%
 Luminaire efficacy: 106.18 lm/W (A40, ↓ 99.8% ↑ 0.2%)
 CIE Flux Codes 52 85 98 100 100
 Tot. system power: 181,1 W

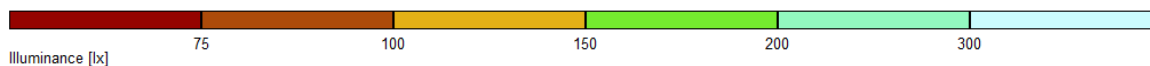
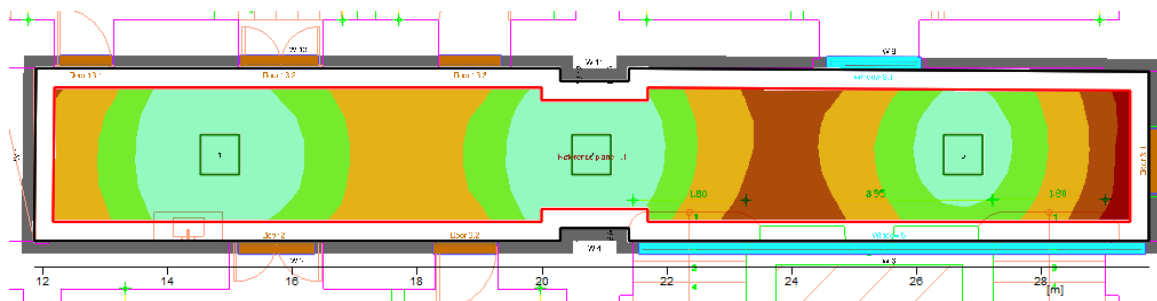
Equipment: 1 x LED
 Total luminous flux: 19230 lm
 Luminous flux for emergency lighting: -----

Εικόνα 6.45: Στοιχεία φωτιστικού ASD HIGHLITE α) Πολικό διάγραμμα, β) Data Sheet

6.8.1 Παρόμοια φωτιστικά

Όπως φάνηκε και από την εγκατάσταση, στους περισσότερους χώρους έχουν εγκατασταθεί τα φωτιστικά της GlamoX Luxo Lighting και συγκεκριμένα τα MODUL-R600 LED 3600 830-860 CCT MP και το MODUL-R600 LED 3300 830 CI/MP τα οποία είναι παρόμοια φωτιστικά. Έτσι στην ίδια εγκατάσταση μπορούν να χρησιμοποιηθούν και τα παρακάτω φωτιστικά με ομοίως αποδεκτά αποτελέσματα. Για να φανούν οι ελάχιστες αποκλίσεις μεταξύ των φωτιστικών έχει γίνει δοκιμή στον διάδρομο κλιμακοστασίου στο ισόγειο του παραδοσιακού κτηρίου. Για να ολοκληρωθεί η σύγκριση παρατίθενται και τα αποτελέσματα από τα φωτιστικά που τελικά χρησιμοποιήθηκαν.

1. Waldmann 113451000-00692486 DOTOO.fit –DFE 4000/840 SM625



General

Calculation algorithm used
 Height of luminaire plane
 Maintenance factor

Average indirect fraction
 3.50 m
 0.70

Total luminous flux of all lamps
 Total power
 Total power per area (47.53 m²)

12300 lm
 102.0 W
 2.15 W/m² (1.28 W/m²/100lx)

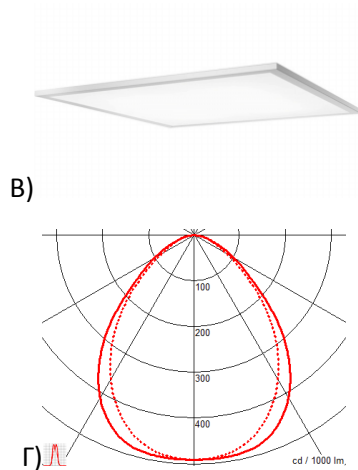
Evaluation area 1

User profile: Places of public assembly - General
 5.28.1 Entrance halls (Ra >80.00)

Reference plane 1.1

	Horizontal	
Em	168 lx	(>= 100 lx)
Emin	69 lx	
Emin/Eav (Uo)	0.41	(>= 0.40)
Emin/Emax (Ud)	0.24	
UGR (1.2H 7.8H)	<=17.8	(< 22.00)
Position	0.75 m	

A)



Δ)

Manufacturer Waldmann

113451000-00692486 Recessed luminaire DOTOO.fit - DFE 4000/840 SM625

Length: 622 mm, Width: 622 mm, Height: 0.0 mm

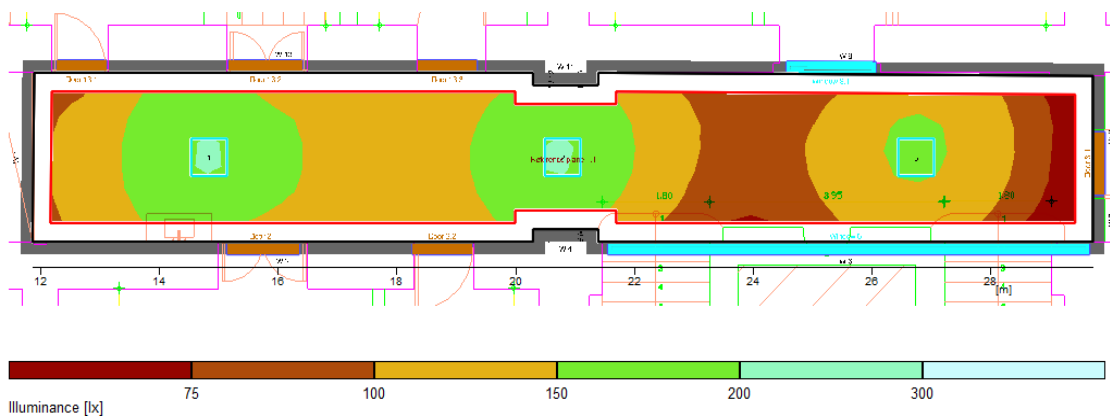
Luminaire efficacy: 120.59 lm/W (A50, ↓ 100.0% ↑ 0.0%)
 CIE Flux Codes 61 88 97 100 100
 Tot. system power: 34 W

Equipment: 1 x LED
 Total luminous flux: 4100 lm
 Luminous flux for emergency lighting: -----

fitted with: 1 x Light-emitting diode neutral white Color Rendering Index (CRI)=85 Energy efficiency category A+; work equipment: without; connected load: 24 V; DC; power consumption: approx. 6 W; system of protection: IP 67; class of protection: III; technology: switchable; usage: external; luminaire body; material: aluminium; surface: anodised; lamp cover: screen; milky; tubular sections; material: ; weight (net): approx. 0.3 kg; mains lead: built-in plug RSFM 4/0.5M; fastening: lamp bracket (accessory); pipe clamp (accessory); dimension : A=182mm cm; glare-free: without; special features: angle of radiation 50°;

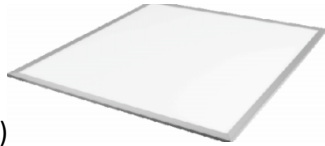
Εικόνα 6.46: Στοιχεία φωτιστικού Waldmann 113451000-00692486 DOTOO.fit –DFE 4000/840 SM625 α) Απεικόνιση καμπυλών ίσου φωτισμού (Isolux) β) Φωτιστικό γ) Πολικό διάγραμμα, δ) Data Sheet

2. Kosnic KLED40PNL-W40 40W LED Panel 600x600-Cool White



General		Average indirect fraction
Calculation algorithm used		3.50 m
Height of luminaire plane		0.70
Maintenance factor		
Total luminous flux of all lamps		10500 lm
Total power		120.0 W
Total power per area (47.53 m²)		2.52 W/m² (1.92 W/m²/100lx)
Evaluation area 1	Reference plane 1.1	
User profile: Places of public assembly - General		
5.28.1 Entrance halls (Ra >80.00)		
	Horizontal	
Em	132 lx	(>= 100 lx)
Emin	64 lx	
Emin/Eav (Uo)	0.49	(>= 0.40)
Emin/Emax (Ud)	0.31	
UGR (1.2H 7.6H)	<=18.9	(< 22.00)
Position	0.75 m	

A)



Equipment: 1 x LED
 Total luminous flux: 3500 lm
 Luminous flux for emergency lighting: -----

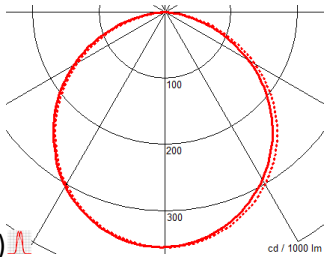
Features

- Save up to 50% energy usage compared to traditional fluorescent fittings.
- UGR <19 according to BS EN 12464.
- Compatible with Kosnic's KTC70EME-PNL emergency module.
- Optional surface and suspension mounting kits available.
- Class II
- IP44 when ceiling recess mounted.
- High lumen output.
- Long life of 40,000h.
- Supplied with flicker-free DC driver as standard
- Slim profile designs.
- Dimmable DALI driver available.
- Instant start.
- Negligible UV output.
- Mercury free.

General Spec

Voltage; 220-240Vac 50-60Hz
 Current; 183mA
 Power Factor; 0.95
 CCT; 4000k
 CRI; 81
 Life Time; 40,000hrs
 Retrofit; Yes
 Protection; Class III panel, IP44*
 Diffuser; Polycarbonate
 Finish; RAL 9016 White textured
 Housing; Zinc coated sheet steel

B)



Manufacturer Kosnic

KLED40PNL-W40 Ceiling mounted luminaire 40w LED Panel 600 x 600 - Cool White

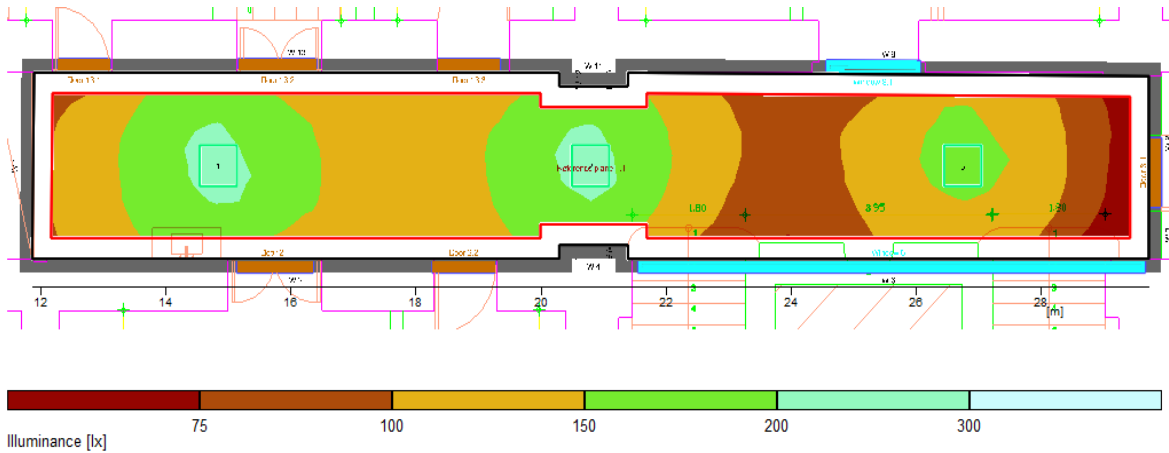
Length: 600 mm, Width: 600 mm, Height: 5 mm

Efficiency: 100%
 Luminaire efficacy: 87.5 lm/W (A40, ↓ 99.7% ↑ 0.3%)
 CIE Flux Codes 48 79 96 100 100
 Tot. system power: 40 W

Δ)

Εικόνα 6.47: Στοιχεία φωτιστικού Kosnic KLED40PNL-W40 40W LED Panel 600x600-Cool White α) Απεικόνιση καμπυλών ίσου φωτισμού (Isolux) β) Φωτιστικό γ) Πολικό διάγραμμα, δ) Data Sheet

3. Kosnic KTWB40PNL-W40 40W LED Twin Bar Panel – Cool White



General

Calculation algorithm used
 Height of luminaire plane
 Maintenance factor

Average indirect fraction
 3.50 m
 0.70

Total luminous flux of all lamps
 Total power
 Total power per area (47.53 m²)

10800 lm
 120.0 W
 2.52 W/m² (1.86 W/m²/100lx)

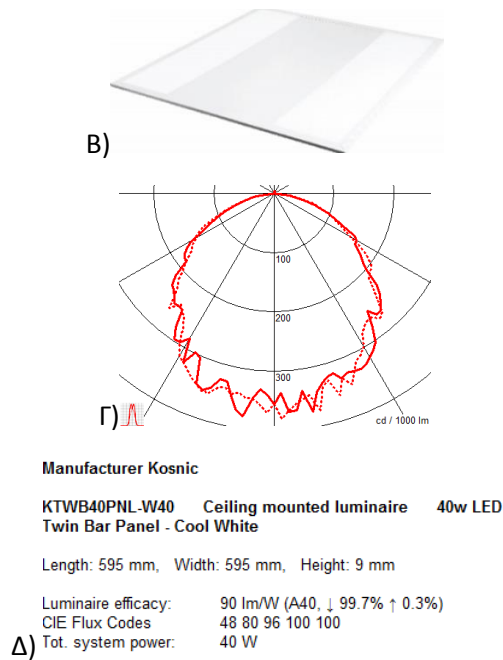
Evaluation area 1

Reference plane 1.1

User profile: Places of public assembly - General
 5.28.1 Entrance halls (Ra >80.00)

Horizontal	
Em	135 lx (>= 100 lx)
Emin	65 lx
Emin/Eav (Uo)	0.48 (>= 0.40)
Emin/Emax (Ud)	0.30
UGR (1.2H 7.8H)	<=19.2 (< 22.00)
Position	0.75 m

A)



Equipment: 1 x LED
 Total luminous flux: 3600 lm
 Luminous flux for emergency lighting: -----

Features

- Save up to 50% energy usage compared to traditional fluorescent fittings.
- UGR <19 according to BS EN 12464.
- Compatible with Kosnic's KTC70EME-PNL emergency module.
- Optional surface and suspension mounting kits available.
- Also available with advanced two-stage flicker-free driver.
- Class II.
- High lumen output.
- Long life of 40,000h.
- Slim profile design.
- Instant start.
- Negligible UV output.
- Mercury free.

General Spec

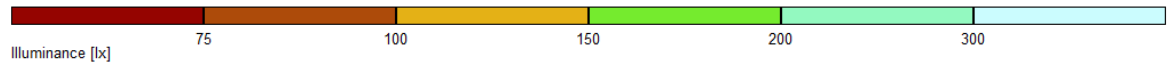
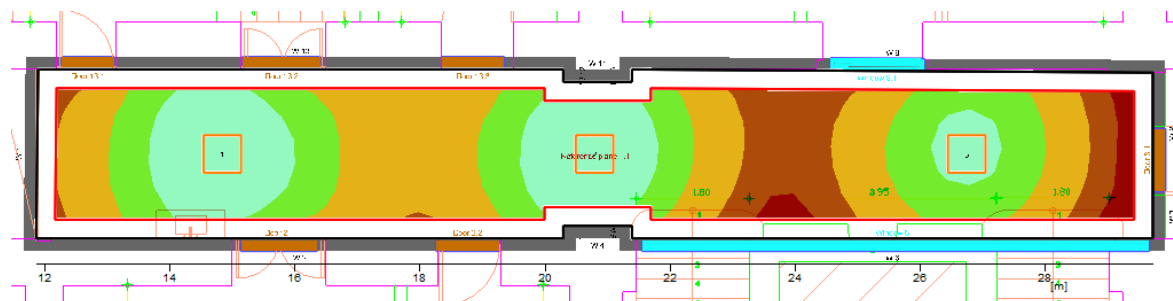
Voltage: 220-240Vac 50-60Hz
 Current: 183mA
 Power Factor: 0.95
 CCT: 4000k
 CRI: 81
 Life Time: 40,000hrs
 Retrofit: Yes
 Protection: Class II driver, Class III panel
 Diffuser: Polycarbonate
 Finish: RAL 9016 White textured
 Housing: Zinc coated sheet steel

Please see datasheet or website for more info.

Εικόνα 6.48: Στοιχεία φωτιστικού Kosnic KLEW40PNL-W40 40W LED Panel 600x600-Cool White α) Απεικόνιση καμπυλών ίσου φωτισμού (Isolux) β) Φωτιστικό γ) Πολικό διάγραμμα, δ) Data Sheet

Για πιο εύκολη σύγκριση με τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν στην εγκατάσταση παρουσιάζονται και τα αποτελέσματα των φωτιστικών αυτών.

4. MODUL-R600 LED 3600 830-860 CCT MP



General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.50 m
Maintenance factor	0.70
Total luminous flux of all lamps	10860 lm
Total power	117.0 W
Total power per area (47.53 m²)	2.46 W/m² (1.59 W/m²/100lx)

Evaluation area 1

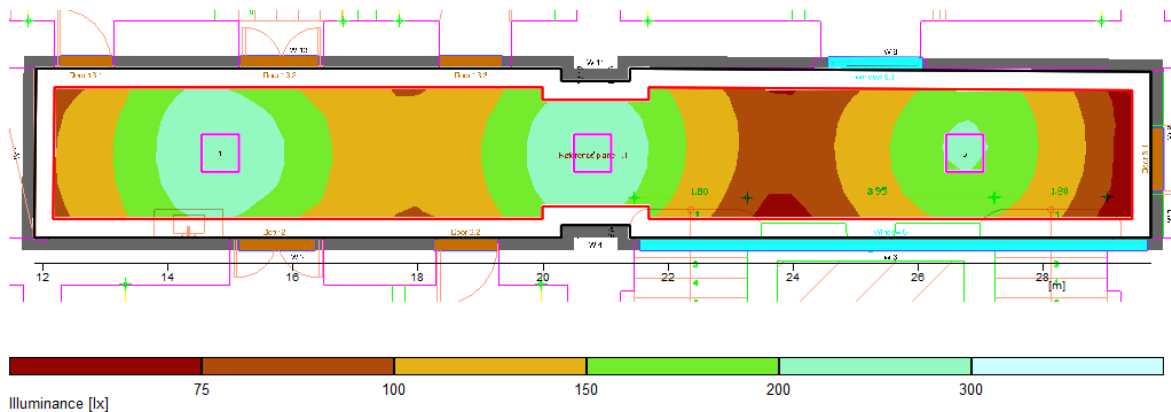
User profile: Places of public assembly - General
 5.28.1 Entrance halls (Ra >80.00)

Reference plane 1.1

Em	Horizontal	155 lx	(>= 100 lx)
Emin		66 lx	
Emin/Eav (Uo)		0.43	(>= 0.40)
Emin/Emax (Ud)		0.25	
UGR (1.2H 7.8H)		<=15.9	(< 22.00)
Position		0.75 m	

Εικόνα 6.49: Απεικόνιση καμπυλών ίσου φωτισμού (Isolux) φωτιστικού MODUL-R600 LED 3600 830-860 CCT MP

5. MODUL-R600 LED 3300 830 CI/MP



General

Calculation algorithm used	Average indirect fraction
Height of luminaire plane	3.50 m
Maintenance factor	0.70
Total luminous flux of all lamps	10614 lm
Total power	111.0 W
Total power per area (47.53 m ²)	2.34 W/m ² (1.57 W/m ² /100lx)

Evaluation area 1

User profile: Places of public assembly - General
5.28.1 Entrance halls (Ra >80.00)

Reference plane 1.1

	Horizontal	
Em	149 lx	(>= 100 lx)
Emin	66 lx	
Emin/Eav (Uo)	0.45	(>= 0.40)
Emin/Emax (Ud)	0.27	
UGR (1.2H 7.8H)	<=17.3	(< 22.00)
Position	0.75 m	

Εικόνα 6.50: Απεικόνιση καμπυλών ίσου φωτισμού (Isolux) φωτιστικού MODUL-R600 LED 3300 830 CI/MP

6.9 Συντελεστής συντήρησης

Σε όλα τα σχέδια φωτισμού, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε την σημασία της συντήρησης. Αυτό εξασφαλίζει ότι με τον σχεδιασμό φωτισμού που παρέχεται θα επιτευχθούν τα στοχευμένα επίπεδα φωτισμού στο καθορισμένο πρόγραμμα συντήρησης για ένα συγκεκριμένο έργο.

Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές πηγές φωτισμού δεν υπάρχουν καθορισμένα πρότυπα της βιομηχανίας για τον υπολογισμό του Συντελεστή Συντήρησης για μια πηγή φωτός LED. Επειδή η κατασκευή του φωτιστικού και η διαχείριση της θερμοκρασίας έχει σημαντικό αντίκτυπο στις επιδόσεις LED, ο τελικός χρήστης πρέπει να βασίζονται περισσότερο στον κατασκευαστή του φωτιστικού για αυτά τα δεδομένα.

Στην συνέχεια παρουσιάζονται κάποιες ενδεικτικές τιμές των συντελεστών που έχουν υπολογιστεί από την Whitecroft lighting.

Ο συντελεστής συντήρησης υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$MF = LLMF \text{ (Lamp Lumen Maintenance Factor)} \\ \times LMF \text{ (Luminaire Maintenance Factor)} \\ \times RSMF \text{ (Room Surface Maintenance Factor)} \\ \times LSF \text{ (Lamp Survival Factor)}$$

Εξίσωση 6.1: Σχέση υπολογισμού συντελεστή συντήρησης

Οπού:

- LLMF = Ο συντελεστής συντήρησης του λαμπτήρα είναι το ποσοστό της εκπεμπόμενης φωτεινής ροής του λαμπτήρα μετά από ένα δεδομένο χρονικό διάστημα λειτουργίας του προς την εκπεμπόμενη φωτεινή ροή ενός καινούργιου λαμπτήρα. Ή αλλιώς περιγράφει την μείωση της φωτεινής ροής του λαμπτήρα με την πάροδο του χρόνου (Lamp Lumen Maintenance Factor).

LLMF	30,000 Hrs	50,000 Hrs
Type A	0.89	0.82
Type B	0.88	0.80
Type C	0.86	0.77

Πίνακας 6.12: Ενδεικτικοί συντελεστές συντήρησης λαμπτήρα ανάλογα με τις ώρες λειτουργίας

Οι Τύποι A, B, και C αναφέρονται σε κατηγορίες λαμπτήρων της εταιρίας Whitcroft lighting. Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ανήκουν στην κατηγορία B.

- LMF = Ο συντελεστής συντηρήσεως του φωτιστικού σώματος είναι το ποσοστό της φωτεινής ροής που εξέρχεται του φωτιστικού σώματος μετά από ένα δεδομένο χρονικό διάστημα προς την εκπεμπόμενη φωτεινή ροή του λαμπτήρα μετά από το ίδιο χρονικό διάστημα. Αποτελεί τον μεγαλύτερο συντελεστή στην μείωση της απόδοσης του φωτισμού σε έναν χώρο και κυρίως οφείλεται στην συγκέντρωση ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο φωτιστικό σώμα (Luminaire Maintenance Factor).

	LMF	
	6 Month Clean	1 Year Clean
Very Clean	0.94	0.96
Clean	0.96	0.94
Normal	0.93	0.90
Dirty	0.91	0.86

Πίνακας 6.13: Ενδεικτικοί συντελεστές συντήρησης φωτιστικού σώματος ανάλογα με την κατάσταση του χώρου και την περίοδο καθαρισμού των φωτιστικών

- RSMF = Ο συντελεστής συντήρησης του χώρου είναι το ποσοστό της φωτεινής ροής που παρέχεται από την εγκατάσταση φωτισμού στον χώρο μετά από ένα δεδομένο χρονικό διάστημα προς την εκπεμπόμενη φωτεινή ροή όταν ο χώρος ήταν καθαρός. Επηρεάζεται από την συσσώρευση ρύπανσης στις επιφάνειες του χώρου και προκαλούν την μείωση των συντελεστών ανάκλασης αυτών των επιφανειών (Room Surface Maintenance Factor).

	1 Year Room Clean		3 Year Room Clean	
	Direct Luminaires	Direct/ Indirect Luminaires	Direct Luminaires	Direct/ Indirect Luminaires
Very Clean	0.97	0.96	0.97	0.95
Clean	0.95	0.91	0.94	0.91
Normal	0.91	0.84	0.90	0.83
Dirty	0.86	0.75	0.86	0.75

Πίνακας 6.14: Ενδεικτικοί συντελεστές συντήρησης του χώρου ανάλογα με την κατάσταση του χώρου και την περίοδο καθαρισμού του χώρου

- LSF= Συντελεστής επιβίωσης λαμπτήρα

Θεωρούμε LSF=1

Με βάση τους παραπάνω συντελεστές έχουν υπολογιστεί οι παρακάτω ενδεικτικοί συντελεστές συντήρησης:

1. 30,000 hour LED change (LLMF) 6 month luminaire clean (LMF), annual room clean 70/50/20 (RSMF), spot replacement (LSF)

	Direct Luminaires					Direct/Indirect Luminaires				
	LLMF	LMF	RSMF	LSF	MF	LLMF	LMF	RSMF	LSF	MF
Very Clean	0.88	0.94	0.97	1	0.8	0.88	0.94	0.96	1	0.79
Clean	0.88	0.96	0.95	1	0.8	0.88	0.96	0.91	1	0.77
Normal	0.88	0.93	0.91	1	0.74	0.88	0.93	0.84	1	0.69
Dirty	0.88	0.91	0.86	1	0.69	Unlikely for application				

2. 50,000 hour LED change (LLMF) 6 month luminaire clean (LMF), annual room clean 70/50/20 (RSMF), spot replacement (LSF)

	Direct Luminaires					Direct/Indirect Luminaires				
	LLMF	LMF	RSMF	LSF	MF	LLMF	LMF	RSMF	LSF	MF
Very Clean	0.8	0.94	0.97	1	0.73	0.8	0.94	0.96	1	0.72
Clean	0.8	0.96	0.95	1	0.73	0.8	0.96	0.91	1	0.7
Normal	0.8	0.93	0.91	1	0.67	0.8	0.93	0.84	1	0.62
Dirty	0.8	0.91	0.86	1	0.63	Unlikely for application				

3. 30,000 hour LED change (LLMF) 1 year luminaire clean (LMF), 3-year room clean 70/50/20 (RSMF), spot replacement (LSF)

	Direct Luminaires					Direct/Indirect Luminaires				
	LLMF	LMF	RSMF	LSF	MF	LLMF	LMF	RSMF	LSF	MF
Very Clean	0.88	0.96	0.97	1	0.82	0.88	0.96	0.95	1	0.80
Clean	0.88	0.94	0.94	1	0.78	0.88	0.94	0.91	1	0.75
Normal	0.88	0.90	0.90	1	0.72	0.88	0.9	0.83	1	0.66
Dirty	0.88	0.86	0.86	1	0.65	Unlikely for application				

4. 50,000 hour LED change (LLMF) 1 year luminaire clean (LMF), 3-year room clean 70/50/20 (RSMF), spot replacement (LSF)

	Direct Luminaires					Direct/Indirect Luminaires				
	LLMF	LMF	RSMF	LSF	MF	LLMF	LMF	RSMF	LSF	MF
Very Clean	0.8	0.96	0.97	1	0.74	0.8	0.96	0.95	1	0.73
Clean	0.8	0.94	0.94	1	0.71	0.8	0.94	0.91	1	0.68
Normal	0.8	0.90	0.90	1	0.65	0.8	0.9	0.83	1	0.6
Dirty	0.8	0.86	0.86	1	0.59	Unlikely for application				

*all calculations are based on Type B LLMF values.

Πίνακας 6.15: Ενδεικτικοί συντελεστές συντήρησης

Σύμφωνα με τις συνθήκες συντήρησης στο νοσοκομείο και τον χρόνο ζωής των λαμπτήρων που επιλέχθηκαν στην παρούσα διπλωματική, ο συντελεστής συντήρησης υπολογίζεται από την κατηγορία 3 για κατάσταση χώρου «Normal». Έτσι προκύπτει συντελεστής χρησιμοποίησης 0,72. Στην εργασία για λόγους ασφαλείας χρησιμοποιήθηκε συντελεστής 0,70 για όλους τους χώρους.

6.10 Συνολική κατανάλωση φωτιστικών και σχολιασμός

Στην συνέχεια παρουσιάζονται συγκεντρωτικά ο αριθμός και η κατανάλωση των φωτιστικών που χρησιμοποιήθηκαν στο Relux στα δύο κτήρια.

«Γιατί LED» αλλά στο σημείο αυτό μπορεί να γίνει και μια πιο πρακτική ανάλυση για τα οικονομικά οφέλη. Σαν παράδειγμα θα χρησιμοποιηθεί το ισόγειο που παραδοσιακού κτηρίου.

Αρχικά λόγω της έντασης φωτισμού των φωτιστικών T5 σε σχέση με τους T8, προκύπτει ότι ο αριθμός των φωτιστικών που απαιτείται είναι ο ίδιος με λιγότερη κατανάλωση. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιώντας τους λαμπτήρες της εταιρίας Philips TL5 HE 14W 830 - 55cm (MASTER) και Philips TL5 HE 28W 830 - 115cm (MASTER) προκύπτει ότι απαιτούνται τα εξής:



Εικόνα 51: Λαμπτήρας Philips TL5 HE 14W 830 - 55cm (MASTER)



Εικόνα 52: Λαμπτήρας Philips TL5 HE 28W 830 - 115cm (MASTER)

Χώρος	Υπόχωρος	Εγκατεστημένα φωτιστικά (W)	LED (W)	T5
Γραφείο Προμηθειών	προϊστάμενος προμηθειών	432	156	336
	Γραφείο Προμηθειών	360	312	280
Διεύθυνση Νοσηλευτικής Υπηρεσίας	γραφείο διευθυνούσης	234	78	186
	προθάλαμος	360	78	280
	γραφείο νοσηλευτριών 1	144	78	112
	γραφείο νοσηλευτριών 2	144	78	112
τεχνική υπηρεσία	γραφείο	216	156	168
	τεχνική υπηρεσία	1296	351	1008
γραφείο νομικού συμβούλου	γραφείο προϊσταμένου	360	117	280
		144	78	112
τουαλέτα γραφείων		144	20	112
γραφείο συμβούλου επιστημονικού προσωπικού		144	78	112
γραφείο μισθοδοσίας		1152	687	944
διεύθυνση ιατρικής υπηρεσίας		40	92,5	40
οφθαλμολογικό	γραφείο οφθαλμιάτρων	60	234	60
	διάδρομος προθαλάμου	60	39	60
	προθάλαμος χειρουργείου	288	234	224

	χειρουργείο οφθαλμολογικού	288	440,2	224
	γραφείο ιατρών	20	78	20
	θάλαμος ασθενών οφθ.1 (+τουαλέτα)	188	188	172
	θάλαμος ασθενών οφθ. 2	168	107	152
	θάλαμος ασθενών οφθ. 3	150	133	138
	θάλαμος ασθενών οφθ. 4	87	53,5	79
	θάλαμος ασθενών οφθ. 5	306	143	246
	υποδιευθύντρια διοικητικού προσωπικού	216	78	168
	κουζίνα	40	29	40
	χώρος φωτοτυπικού	216	39	168
	γραμματεία οφθαλμολογικού	144	39	112
	διάδρομος έξω από γραφείο προιστ	144	43,5	112
	γραφείο προϊσταμένης οφθαλμολ.	144	39	112
τουαλέτα		288	56	224
γραφείο διευθν διοικ υπηρ.		180	78	180
τμήμα οικονομικών	προθάλαμος	72	78	56
	τμήμα διαιτολογίας	216	117	168
	προϊστάμενος οικονομικού	216	117	168
	γραφείο στατιστικής	288	143	224
γραφείο αναπληρωτή διοικητή	τουαλέτα	396	78	316
γραμματεία διοίκησης		945	117	945
γραφείο διοικητή	τουαλέτα	1365	247	1365
λογιστήριο	λογιστήριο	720	468	560
	προϊστάμενος λογιστηρίου	216	156	168
γραφείο προσωπικού		648	636	504
γραφείο (πρώην πρωτόκολλο)		432	156	336
διάδρομοι	κλιμακοστασίου	106	101,5	106
	τεχνικής υπηρεσίας	60	43,5	60
	οφθαλμολογικού	100	101,5	100
	διοίκησης	504	117	392
	Σύνολο 100%	14441		12041

Τελικό Σύνολο		10108,7	7087,2	8428,7

Πίνακας 6.17: Σύγκριση κατανάλωσης εγκατεστημένων λαμπτήρων, λαμπτήρων LED και λαμπτήρων τύπου T5

Στην παρακάτω μελέτη συμμετέχουν μόνο οι χώροι που είναι σημειωμένοι με γκρι χρώμα καθώς σε αυτούς τους χώρους αντικαταστάθηκαν οι λαμπτήρες φθορισμού T8 με τα πάνελ LED 60x60. Στον παραπάνω πίνακα έχει συνυπολογιστεί πως στην πραγματικότητα χρησιμοποιείται το 70% των φωτιστικών του κτηρίου και γι' αυτό παρατηρούμε πως στην εγκατάσταση με τους λαμπτήρες T5 υπάρχει μείωση της κατανάλωσης της τάξης του 16,6% εν αντιθέσει με τα φωτιστικά LED όπου υπάρχει μείωση της τάξης του 29,9% σε σχέση με την αρχική εγκατάσταση με τους T8.

Εκτός αυτού παρατηρείται πως πλέον δεν υπάρχει ούτε το επιχείρημα του κόστους των φωτιστικών όπως δείχνει και ο παρακάτω πίνακας. Οι τιμές των φωτιστικών πάνελ LED με τα χαρακτηριστικά που μας ενδιαφέρουν ποικίλουν από 70 έως 150 ευρώ. Ακόμα και με τιμή 150 ευρώ ανα φωτιστικό υπάρχει όφελος με την εγκατάσταση των LED. Επειδή η συνήθης τιμή είναι 90-110 ευρώ χρησιμοποιήσα για την οικονομική ανάλυση την τιμή των 100 ευρώ ανα φωτιστικό.

Τύπος λαμπτήρα	Αριθμός φωτιστικών	Watt	Τιμή	Συνολική κατανάλωση	Συνολική τιμή
T8 55	324	18		5832	0
T8 115	108	36		3888	0
				9720	0
T5 55	324	14	50	4536	16200
T5 115	108	28	50	3024	5400
Σύνολο T5				7560	21600
LED 60x60	128	39	100	4992	12800

Πίνακας 6.18: Σύγκριση κόστους εγκατάστασης λαμπτήρων LED και λαμπτήρων τύπου T5

Προκύπτει λοιπόν ότι σωστά έγινε η επιλογή των φωτιστικών LED εν αντιθέσει με τους λαμπτήρες T5.

6.11 Βελτιώσεις στα συστήματα φωτισμού.

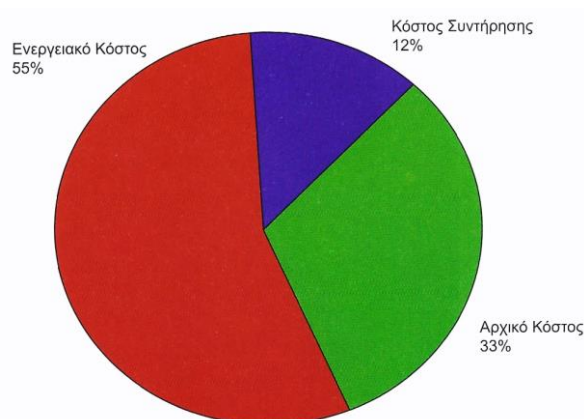
Ο φωτισμός συμμετέχει κατά ένα μεγάλο ποσοστό στη χρήση της ενέργειας στα εμπορικά κτίρια. Για παράδειγμα, το 30 έως 50% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στα γραφεία χρησιμοποιείται για φωτισμό. Επιπλέον, η θερμότητα που παράγεται από τον φωτισμό συμβάλλει στα θερμικά φορτία που πρέπει να απομακρυνθούν από το ψυκτικό σύστημα. Συνήθως, οι ενεργειακές μετατροπές των συσκευών φωτισμού είναι πολύ αποδοτικές οικονομικά, με περιόδους αποπληρωμής στις περισσότερες εφαρμογές μικρότερες από 2 έτη.

Κατά την διάρκεια των μελετών φωτισμού λαμβάνονται αποφάσεις με γνώμονα την αποτελεσματική διαχείριση ενέργειας και την ελαχιστοποίηση του κόστους. Τα δύο αυτά

κριτήρια επηρεάζουν όλα τα στάδια του φωτισμού από την κατασκευή των υλικών φωτισμού και την μελέτη φωτισμού έως την ίδια την εγκατάσταση.

Ο όρος «διαχείριση ενέργειας» αποτελεί ένα πολύ ευρύ αντικείμενο που περιλαμβάνει το σχεδιασμό. Την επιλογή κατάλληλου εξοπλισμού και την συντήρηση του για την επίτευξη του κατάλληλου επιπέδου φωτισμού κάνοντας ορθολογική χρήση ενέργειας. Η οικονομική ανάλυση αποτελεί μια μέθοδο με την οποία μπορούν να γίνουν λογικές συγκρίσεις ανάμεσα στις διάφορες εναλλακτικές εφαρμογές φωτισμού, λαμβάνοντας υπόψιν τον οικονομικό παράγοντα. Η εκτίμηση του κόστους είναι ένα σύνθετο πρόβλημα, μιας και είναι πολλοί οι παράγοντες εκείνοι που διαμορφώνουν την τελική τιμή του.

Για ένα μέσο κτήριο μπορεί να θεωρηθεί ότι το κόστος του συστήματος φωτισμού κατανέμεται σε τρεις κατηγορίες: το αρχικό κόστος, το κόστος συντήρησης και το ενεργειακό κόστος όπως φαίνεται και στο παρακάτω διάγραμμα.



Διάγραμμα 6.1: Κατανομή κόστους συστήματος φωτισμού

- Το αρχικό κόστος διαμορφώνεται από τους εξής παράγοντες:
 - Κόστος εξοπλισμού
 - Κόστος εγκατάστασης
 - Κόστος καλωδίωσης
 - Κόστος ψύξης-θέρμανσης (HVAC)
- Το κόστος συντήρησης διαμορφώνεται από τους εξής παράγοντες:
 - Αντικατάσταση λαμπτήρων
 - Αντικατάσταση των στραγγαλιστικών πηνίων
 - Τον καθαρισμό
 - Άλλοι παράγοντες
- Το ενεργειακό κόστος είναι αυτό που επηρεάζει περισσότερο το συνολικό κόστος μιας εγκατάστασης φωτισμού. Το συνολικό ενεργειακό κόστος διαμορφώνεται από το συνολικό φορτίο, τις ώρες λειτουργίας και το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας.

Εφόσον έχει ήδη πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση υπάρχουν κάποιες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στις οποίες μπορούμε να προβούμε. Οι βασικότερες επεμβάσεις είναι οι ακόλουθες:

- ☞ **Μείωση της ισχύος των φωτιστικών**, που περιλαμβάνει και τις φωτιστικές πηγές (λαμπτήρες) και τις διατάξεις μετασχηματισμού της τάσης (ballasts). Την τελευταία δεκαετία νέες τεχνολογίες, όπως είναι οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού και οι

ηλεκτρονικές διατάξεις αντιστάθμισης έχουν αυξήσει την αποδοτικότητα των συστημάτων φωτισμού.

Τα φωτιστικά σώματα είναι οι συσκευές που αποτελούνται από λαμπτήρες και τις απαραίτητες διατάξεις για τις διαδικασίες έναυσης και λειτουργίας τους. Οι λαμπτήρες διακρίνονται στα παρακάτω είδη:

- Λαμπτήρες πυράκτωσης
- Λαμπτήρες αλογόνου
- Λαμπτήρες φθορισμού
- Λαμπτήρες ατμών νατρίου
- Λαμπτήρες ατμών υδρογόνου υψηλής πίεσης
- Επαγωγικοί λαμπτήρες

Οι βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση των συστημάτων φωτισμού παρέχουν ευκαιρίες για μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στα κτίρια. Τρεις είναι οι παράγοντες που συνήθως καθορίζουν το σωστό επίπεδο φωτισμού ενός συγκεκριμένου χώρου: η ηλικία των ενοίκων, οι απαιτήσεις ταχύτητας και ακρίβειας, και η αντίθεση του φόντου (ανάλογα με τη δραστηριότητα που διεξάγεται). Είναι κοινή εσφαλμένη αντίληψη ότι ο υπερφωτισμός ενός χώρου συνεπάγεται και υψηλότερη οπτική ποιότητα. Πράγματι, έχει αποδειχθεί ότι ο υπερφωτισμός μπορεί να ελαττώσει την ποιότητα του φωτισμού και το επίπεδο οπτικής άνεσης σε ένα χώρο, πέρα από την όποια σπατάλη ενέργειας. Επομένως, είναι σημαντικό κατά την αναβάθμιση ενός συστήματος φωτισμού να καθορίζεται και να διατηρείται ένα επαρκές επίπεδο φωτισμού, όπως αυτό καθορίζεται από τα σχετικά πρότυπα.

Τα κριτήρια επιλογής λαμπτήρων είναι η φωτεινή απόδοση (lm/W), η καταναλισκόμενη ενέργεια (W), η διάρκεια ζωής, η απόδοση των χρωμάτων και το κόστος αγοράς. Δεν πρέπει επίσης να διαφεύγει ότι οι λαμπτήρες με χαμηλότερη κατανάλωση δεν είναι κατάλληλοι για όλες τις χρήσεις (π.χ. η χρήση των λαμπτήρων πυρακτώσεως είναι αναγκαία σε χώρους με μικρές διαστάσεις και μικρού κόστους, ή ότι οι λαμπτήρες με μεγάλη φωτεινή απόδοση δεν διαθέτουν καλή χρωματική απόδοση).

Οι απαραίτητες διατάξεις για την έναυση και τη λειτουργία των φωτιστικών σωμάτων είναι οι ακόλουθες:

☞ Εκκινητές (starters)

Είναι απαραίτητα όργανα για την έναυση των λαμπτήρων φθορισμού επειδή η τάση του δικτύου δεν είναι ικανή να δημιουργήσει το ηλεκτρικό τόξο μεταξύ των ηλεκτροδίων.

☞ Αντισταθμιστικές διατάξεις (ballasts μαγνητικά ή ηλεκτρονικά)

Είναι διατάξεις που συνδέονται σε σειρά με το λαμπτήρα και περιορίζουν το ρεύμα λειτουργίας του. Πριν από την εξέλιξη των ηλεκτρονικών ballasts στις αρχές της δεκαετίας του 80, χρησιμοποιούνταν μόνο μαγνητικά ή «πυρήνα πηνίου» ballasts για τη λειτουργία των λαμπτήρων φθορισμού. Ενώ η συχνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος διατηρείται στα 50 Hz από τα μαγνητικά ballasts, τα ηλεκτρονικά χρησιμοποιούν την τεχνολογία στερεάς κατάστασης για να παράγουν ρεύμα υψηλής συχνότητας, το οποίο αυξάνει την ενεργειακή απόδοση των φωτιστικών φθορισμού διότι το φως πάλλεται γρηγορότερα και φαίνεται λαμπρότερο. Όταν χρησιμοποιούνται με λαμπτήρες υψηλής απόδοσης (π.χ. T8), τα ηλεκτρονικά ballasts μπορούν να αποδώσουν 95 lumens/Watt, έναντι των 70 lumens/Watt των συμβατικών μαγνητικών. Πάντως, πρέπει να αναφερθεί ότι οι

αποδοτικές μαγνητικές διατάξεις αντιστάθμισης μπορούν να αποδώσουν παρόμοια lumens/Watt με τις ηλεκτρονικές.

Άλλα πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών αντισταθμιστικών διατάξεων έναντι των αντιστοίχων μαγνητικών περιλαμβάνουν:

- Υψηλότερο συντελεστή ισχύος. Ο συντελεστής ισχύος των ηλεκτρονικών ballasts είναι συνήθως μεταξύ 0,90 και 0,98. Εντούτοις, τα συμβατικά μαγνητικά ballasts έχουν χαμηλό συντελεστή ισχύος (μικρότερο από 0,80), εκτός εάν προστεθεί ένας πυκνωτής.
- Λιγότερα προβλήματα τρεμοπαίγματος. Αφού τα μαγνητικά ballasts λειτουργούν με ρεύμα 50 Hz εναλλάσσουν το ηλεκτρικό τόξο περίπου 120 φορές ανά δευτερόλεπτο, με αποτέλεσμα το τρεμόπαιγμα να είναι αντιληπτό, ειδικά εάν ο λαμπτήρας είναι παλιός ή όταν μειώνεται η λειτουργία του κάτω από το 50% της ισχύος του. Πάντως, η εναλλαγή του ηλεκτρικού τόξου στα ηλεκτρονικά ballasts είναι μερικές χιλιάδες φορές το δευτερόλεπτο και το τρεμόπαιγμα αποφεύγεται, ακόμα και όταν οι λαμπτήρες λειτουργούν στο 5% της ισχύος τους.
- Λιγότερα προβλήματα θορύβου. Τα μαγνητικά ballasts χρησιμοποιούν ηλεκτρικά πηνία και παράγουν ένα βόμβο, ο οποίος μπορεί να αυξηθεί με τη γήρανση. Αυτός ο θόρυβος δεν υπάρχει στα ηλεκτρονικά εξαρτήματα των ηλεκτρονικών αντισταθμιστικών διατάξεων.

☞ **Χρήση ανακλαστήρων**

Είναι τα εξαρτήματα που ρυθμίζουν την κατανομή της φωτεινής έντασης στο χώρο. Με τους ανακλαστήρες το παραγόμενο φως κατευθύνεται στο χώρο εργασίας και δεν κατανέμεται ομοιόμορφα στο χώρο.

☞ **Μείωση του χρόνου χρήσης των συστημάτων φωτισμού**

Έχουν αναπτυχθεί αυτόματα συστήματα ελέγχου για τη μείωση της χρήσης των συστημάτων φωτισμού ώστε ο φωτισμός να παρέχεται μόνο όταν απαιτείται. Η εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με τη μη λειτουργία υπό πλήρη ισχύ του συστήματος φωτισμού στις περιπτώσεις που ο φωτισμός δεν είναι απαραίτητος. Ο έλεγχος λειτουργίας του συστήματος γίνεται με:

☞ **Χειροκίνητους διακόπτες και ρυθμιστές (dimmers)**

Με τη χειροκίνητη λειτουργία και ρύθμιση μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας, τα αποτελέσματά της είναι συνήθως απρόβλεπτα διότι εξαρτώνται από τη συμπεριφορά των ενοίκων.

☞ **Προγραμματιζόμενα προγράμματα**

Μια πιο αποτελεσματική μέθοδος για εξοικονόμηση ενέργειας παρέχουν τα προγραμματιζόμενα συστήματα ελέγχου του φωτισμού, που όμως μπορούν επίσης να επηρεασθούν από τις συχνές ρυθμίσεις των ενοίκων.

☞ **Αυτόματα συστήματα ελέγχου**

Μόνο τα αυτόματα συστήματα λειτουργίας ή/και ρύθμισης του φωτισμού μπορούν να ανταποκριθούν σε πραγματικό χρόνο στις αλλαγές λόγω παρουσίας ατόμων και στις κλιματικές αλλαγές. Ένα τέτοιο αυτόματο σύστημα ελέγχου του φωτισμού είναι οι ανιχνευτές παρουσίας. Αυτοί εξοικονομούν ενέργεια με το αυτόματο σβήσιμο των φώτων σε χώρους που δεν είναι κατειλημμένοι. Γενικά, οι ανιχνευτές παρουσίας είναι

κατάλληλοι για τις περισσότερες εφαρμογές ελέγχου του φωτισμού και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στις αναβαθμίσεις των συστημάτων φωτισμού. Είναι σημαντικό να επιλέγονται και να εγκαθίστανται σωστά οι ανιχνευτές παρουσίας για να παρέχουν αξιόπιστο φωτισμό κατά τη διάρκεια ενοίκησης.

Δύο τύποι τεχνολογιών ανίχνευσης κίνησης είναι οι:

1. Ανιχνευτές υπερύθρων, που καταγράφουν την υπέρυθη ακτινοβολία από τις διάφορες επιφάνειες του χώρου καθώς και από το ανθρώπινο σώμα. Όταν ο επεξεργαστής που είναι συνδεδεμένος με τους ανιχνευτές υπερύθρων λάβει μια σταθερή μεταβολή στη θερμική κατάσταση του περιβάλλοντος (π.χ. όταν υπάρξει κίνηση στο χώρο), τότε ανάβουν τα φώτα. Τα φώτα παραμένουν αναμμένα μέχρις ότου να μην καταγράφονται σημαντικές θερμοκρασιακές μεταβολές. Οι ανιχνευτές υπερύθρων λειτουργούν ικανοποιητικά μόνον εάν υπάρχει άμεση οπτική επαφή με τους ενοίκους και συνιστάται η χρήση τους σε μικρούς κλειστούς χώρους με κανονικό σχήμα και χωρίς διαχωριστικά.
2. Ανιχνευτές υπερήχων, που λειτουργούν σύμφωνα με την αρχή του σόναρ, όπως τα ραντάρ των υποβρυχίων και των αεροδρομίων, εκπέμποντας έναν υψηλής συχνότητας (2540 kHz) ήχο που δεν είναι αντιληπτός από τον άνθρωπο, ο οποίος ανακλάται από τις επιφάνειες του χώρου (έπιπλα, ένοικοι, κ.λπ.) και καταγράφεται από ένα δέκτη. Όταν στο χώρο κινούνται άνθρωποι, η μορφή των ηχητικών κυμάτων μεταβάλλεται. Τα φώτα παραμένουν αναμμένα μέχρις ότου να μην ανιχνεύεται καμία κίνηση σε ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα (π.χ. 5 λεπτά). Αντίθετα με την υπέρυθη ακτινοβολία, τα εμπόδια δεν παρενοχλούν τα ηχητικά κύματα. Όμως, οι αισθητήρες αυτοί μπορεί να μη λειτουργούν σωστά σε μεγάλους χώρους, όπου υπάρχει τάση να δημιουργούνται ασθενείς ανακλάσεις.

☞ **Τακτική συντήρηση φωτιστικών σωμάτων.**

Οι ρύποι του περιβάλλοντος επικάθονται στα φωτιστικά σώματα και στις επιφάνειες των χώρων, με αποτέλεσμα να έχουμε σημαντική υποβάθμιση της στάθμης φωτισμού. Η ρύπανση προκαλεί μείωση της απόδοσης των ανακλαστών και των υλικών κατασκευής, και μείωση της ανακλαστικότητας των επιφανειών.

☞ **Αλλαγή χρώματος σε τοίχους.**

Ένας παράγοντας που επηρεάζει αισθητά τα αποτελέσματα της μελέτης φωτισμού είναι το χρώμα των τοίχων, του ταβανιού και του πατώματος. Γι' αυτό και μια από τις βασικές και εύκολες μεθόδους εξοικονόμησης που προτάθηκε είναι η βαφή των τοίχων στο εσωτερικό του κτηρίου. Το πόσο σημαντικό είναι το χρώμα του χώρου στην μελέτη φάνηκε ιδιαίτερα σε έναν χώρο του κτηρίου του «Οίκου αδελφών».

Όπως αναφέρθηκε και στην ιστορική αναδρομή, το Ιπποκράτειο Νοσοκομείο ανεγέρθηκε τμηματικά. Έτσι χώροι που αρχικά είχαν προγραμματιστεί για θαλάμους και κλινικές πλέον έχουν μεταμορφωθεί σε χώρους γραφείων κλπ. Έτσι και στο ισόγειο του κτηρίου «Οίκος αδελφών», ο χώρος «τμήμα βιοϊατρικής τεχνολογίας» αλλά και ο χώρος «τμήμα πληροφορικής» χτίστηκαν με σκοπό να αποτελέσουν την τραπεζαρία των ιατρών. Ειδικά όμως στο «τμήμα βιοϊατρικής τεχνολογίας» οι χρωματικές επιλογές είναι υπερβολικά ιδιαίτερες.

Σε έναν χώρο περίπου 31τμ, η οροφή αποτελείται από μπλε πλαστική ψευδοροφή, και όλοι οι τοίχοι είναι καλυμμένοι με καφέ σκούρο πλακάκι. Ο χώρος αυτός πλέον

λειτουργεί σαν χώρος γραφείων οπότε θα πρέπει η μέση ένταση φωτισμού να είναι μεγαλύτερη από 500lm. Με την υπάρχουσα αρχιτεκτονική απαιτούνται 12 φωτιστικά LED. Με αλλαγή μόνο του χρώματος του ταβανιού σε λευκό απαιτούνται 10 φωτιστικά του ίδιου τύπου ενώ βάζοντας το πλακάκι στον τοίχο με ένα σομόν – θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί και πιο ανοιχτό χρώμα - πλαστικό χρώμα, απαιτούνται 6 φωτιστικά LED του ίδιου τύπου.



A)



B)



Γ)

Εικόνα 53: Παράδειγμα σημασίας απόχρωσης τοίχων: α) Αρχική εγκατάσταση β) Με αλλαγή της ψευδοροφής γ) Με αλλαγή της τοιχοποιίας

Όπως φαίνεται λοιπόν και από το παραπάνω παράδειγμα, η επιλογή του χρώματος στον χώρο είναι πολύ σημαντική, και όσο πιο ανοιχτόχρωμος είναι ο χώρος τόσο λιγότερα φωτιστικά απαιτούνται και αρα προκύπτει μικρότερη κατανάλωση.

☞ Αξιοποίηση του ηλιακού φωτός

Ο ήλιος αποτελεί τη σημαντικότερη και αποδοτικότερη φωτεινή πηγή παρέχοντας ανεξάντλητα φως με μηδενικό κόστος. Με τον κατάλληλο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό κτηρίων, το ηλιακό φως μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το φωτισμό εσωτερικών χώρων, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και κατά συνέπεια το κόστος λειτουργίας. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται επίσης και καλύτερος ποιοτικά φωτισμός, δεδομένου ότι η φασματική κατανομή του ηλιακού φωτός είναι αυτή που παρέχει το βέλτιστο αποτέλεσμα. Αν και σήμερα δεν είναι πολλά τα κτήρια από αξιοποιούν το ηλιακό φως για τον εσωτερικό φωτισμό τους, ωστόσο υπάρχει μια εμφανής τάση αύξησης τους ειδικά στον ευρωπαϊκό χώρο.

Οι λόγοι που υπαγορεύουν την αξιοποίηση του ηλιακού φωτός για τον εσωτερικό φωτισμό των κτηρίων μπορούν να συνοψιστούν στους ακόλουθους:

- Ο φωτισμός ενός κτηρίου με αξιοποίηση του φωτός της ημέρας μειώνει σημαντικά τα λειτουργικά κόστη. Αν το ίδιο κτήριο φωτιζόταν πλήρως με την χρήση τεχνητών

πηγών φωτισμού , θα παρουσίαζε όχι μόνο μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και μεγαλύτερη καταπόνηση του χρησιμοποιούμενου εξοπλισμού, μιας και οι ώρες λειτουργίας αυτού θα ήταν περισσότερες.

- Το φως της ημέρας παρέχει μεγαλύτερο διαχωρισμό χρωμάτων παρουσιάζοντας καλύτερο φωτεινό αποτέλεσμα από οποιαδήποτε τεχνητή φωτεινή πηγή. Αυτό οφείλεται στην φασματική του κατανομή που είναι πρακτικά αδύνατο να αποδοθεί με τεχνητά μέσα.
- Το ηλιακό φως πέραν του άρτιου αποτελέσματος από φωτοτεχνικής μεριάς έχει παρατηρηθεί ότι βελτιώνει την ανθρώπινη ψυχολογική κατάσταση και προκαλεί ένα αίσθημα ευφορίας.

Η χρήση του ηλιακού φωτός για τον εσωτερικό φωτισμό ενός κτηρίου μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας όταν συνδυαστεί με τον κατάλληλο ρυθμιστικό εξοπλισμό (dimming). Ωστόσο αυτός ο απλός τρόπος εφαρμογής δεν εγγυάται πάντα την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Η μεταβολές που γίνονται στο κέλυφος του κτηρίου ώστε να αυξηθεί το εισερχόμενο μηχανικό φως όπως η αύξηση του ανοίγματος των παραθύρων επηρεάζουν και τα φορτία του κτηρίου. Οι αύξηση των γυάλινων επιφανειών, πιθανότατα προκαλεί και αύξηση των θερμικών απωλειών κατά την διάρκεια του χειμώνα. Επίσης, η μεγάλες γυάλινες επιφάνειες ή οι υαλοπίνακες υψηλής εκπομπής μπορούν να προκαλέσουν και σημαντική αύξηση των ψυκτικών φορτίων κατά τις περιόδους θερινής ηλιοφάνειας. Σε περιοχές με χαμηλές χειμερινές θερμοκρασίες χρησιμοποιούνται συνήθως υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (low-e) οι οποίοι παρέχουν χαμηλές ενεργειακές απώλειες. Η ανάλυση του συστήματος ηλιακού φωτός από ενεργειακή σκοπιά απαιτεί πολύπλοκους ενεργειακούς υπολογισμούς λαμβάνοντας υπόψιν τόσο το σύστημα φωτισμού, όσο και το σύστημα ψύξης-θέρμανσης (HVAC-Heating Ventilating and Air Conditioning).

Ένα σωστά μελετημένο σύστημα πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για το φωτισμό αλλά και την εξοικονόμηση ενέργειας στα συστήματα ψύξης-θέρμανσης. Υπάρχουν 2 γενικοί κανόνες οι οποίοι είναι αποτελεσματικοί στις περισσότερες εφαρμογές και οδηγούν στην μέγιστη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και στους 2 τομείς.

Ο πρώτος κανόνας υπαγορεύει την ελαχιστοποίηση της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας κατά τις θερινές περιόδους που απαιτείται ψύξη του κτηρίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί ελέγχοντας την έκθεση στον ήλιο, όπου αυτό είναι δυνατό, και την αποφυγή της άμεσης εισχώρησης ακτινοβολίας στους εσωτερικούς χώρους. Η άμεση ακτινοβολία μπορεί να παρεμποδιστεί με τη χρήση καλύπτρων και εξωτερικών μηχανισμών σκίασης. Η χρήση ανακλαστήρων είναι επίσης πολύ αποδοτική, διότι μειώνει την γυάλινη επιφάνεια, μειώνοντας ταυτόχρονα την αύξηση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων, αλλά επιτρέπει ταυτόχρονα στο ηλιακό φως να εισχωρήσει στο εσωτερικό.

Ο δεύτερος κανόνας αφορά κυρίως την κατανομή του ηλιακού φωτός στο εσωτερικό του κτηρίου. Για να μεγιστοποιηθεί η ενεργειακή αποδοτικότητα, το ηλιακό φως πρέπει να κατανεμηθεί ομοιόμορφα στους χώρους που πρέπει να φωτιστούν και σε επίπεδα παραπλήσια των επιθυμητών επιπέδων φωτισμού. Ο υπερβολικός φωτισμός πρέπει να αποφεύγεται μιας και έχει ως αποτέλεσμα αφενός την δημιουργία δυσάρεστων συνθηκών εργασίας και διαβίωσης και αφετέρου την αύξηση του ενεργειακού κόστους για την ψύξη του χώρου.

Είναι προφανές ότι η γεωγραφική θέση ενός κτηρίου, τόσο από άποψη ποσοστού ηλιοφάνειας όσο και από άποψη θερμοκρασιών και επιπέδου εργασίας, επηρεάζει πάρα πολύ την ενεργειακή του κατανάλωση. Μία μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί για μια συγκεκριμένη περιοχή, μπορεί να είναι μη αποδοτική ή ακόμα και ανεφάρμοστη για μια άλλη περιοχή.

6.12 Τοπικοί αυτοματισμοί

Η εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού αποφέρει σημαντικά ενεργειακά οφέλη στην ενεργειακή κατανάλωση των κτηρίων. Οι παρεμβάσεις που μπορεί να γίνουν προς την κατεύθυνση αυτές είναι πολλές. Οι περισσότερες στοχεύουν στην αρχιτεκτονική σχεδίαση και εσωτερική διαρρύθμιση των κτιρίων (βιοκλιματική, αρχιτεκτονική) ή στην χρήση συστημάτων προσαγωγής του φωτός στους εσωτερικούς χώρους (οπτικοί σωλήνες κάτοπτρα κλπ.)τα οποία αποτελούν αντικείμενα μείζονος αρχιτεκτονικής παρέμβασης. Η πιο ρεαλιστική και υλοποιήσιμη σε υφιστάμενα κτήρια, όπως και τα δικά μας, είναι η τοποθέτηση αυτόνομων αυτοματισμών στους επιμέρους χώρους. Το κόστος είναι λογικό και η επένδυση αποσβένεται αρκετά σύντομα. Επιπροσθέτως οι εργασίες μπορούν να διεξαχθούν χωρίς σοβαρή διατάραξη της επαγγελματικής δραστηριότητας του κτηρίου. Η πιο απλή λύση για την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού είναι η τοποθέτηση αισθητήρα φωτός σε κάθε διακριτό χώρο εργασίας, ο οποίος να μετρά την ένταση του φωτισμού και να ρυθμίζει την ένταση του τεχνητού φωτισμού στο επιθυμητό επίπεδο μέσω ρυθμιστή φωτός (dimmer). Το σύστημα αυτό είναι τοπικού χαρακτήρα και δεν συνδυάζεται ούτε επικοινωνεί με αντίστοιχα συστήματα εγκατεστημένα σε άλλους χώρους. Δεν προϋποθέτει δηλαδή την ύπαρξη συστήματος κεντρικής διαχείρισης κτηρίου (BMS). Αντιθέτως απαραίτητη προϋπόθεση είναι τα υφιστάμενα φωτιστικά να λειτουργούν με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία.

Η ρύθμιση της φωτεινότητας (dimming) των λαμπτήρων επιτυγχάνεται είτε με το συνδυασμό απλού ηλεκτρονικού στραγγαλιστικού πηνίου και ρυθμιστή (dimmer), είτε με ηλεκτρονικό στραγγαλιστικό πηνίο που ενσωματώνει τον ρυθμιστή (HF regulator). Απαραίτητος φυσικά είναι και ο αισθητήρας φωτισμού ο οποίος επιδέχεται ρύθμιση από το χρήστη του χώρου για το επιθυμητό επίπεδο φωτισμού καθώς και το εύρος ρύθμισης ως ποσοστό της ονομαστικής απόδοσης. Η τεχνολογία των αισθητήρων αυτού του τύπου είναι διαφορετική από τους αρκετά απλούστερους αισθητήρες παρουσίας (ή αισθητήρες κίνησης) οι οποίοι διακόπτουν την λειτουργία των φωτιστικών όταν δεν ανιχνεύουν την κίνηση ή παρουσία ατόμων στο χώρο. Πλέον υπάρχουν αισθητήρες που ενσωματώνουν και τις 2 αυτές λειτουργίες.

Μια επιπλέον επιλογή είναι η εγκατάσταση χρονοδιακοπών που διακόπτουν τα κυκλώματα φωτισμού στους επιμέρους χώρους για καθορισμένα διαστήματα εντός των οποίων προβλέπεται η χρήση τους. Η ρύθμιση του κάθε χρονοδιακόπτη διενεργείται σύμφωνα με το ωράριο χρήσης του συγκεκριμένου χώρου.

Η εφαρμογή των ανωτέρω συστημάτων αξιοποιεί το φυσικό φωτισμό και περικόπτει την άσκοπη λειτουργία του τεχνητού φωτισμού όταν οι χρήστες απουσιάζουν. Έχει διαπιστωθεί με μετρήσεις εξειδικευμένων φορέων ότι με την χρησιμοποίηση αυτόνομων αυτοματισμών αυτού του τύπου επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό 10 εως 20% ανάλογα με τη χρήση του χώρου.

Επισημαίνεται και πάλι ότι η εφαρμογή αυτών των αυτόνομων μηχανισμών δεν προϋποθέτει την ύπαρξη συστήματος κεντρικής διαχείρισης κτιρίου (BMS), αρα μπορούν να εγκατασταθούν σε όλα τα υφιστάμενα κτήρια υπο τις προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν. Όλες αυτές οι λειτουργίες των αυτόνομων μηχανισμών που αναφέρθηκαν αποτελούν υποσύνολο του BMS το οποίο εξοικονομεί ακόμα περισσότερη ενέργεια στο φωτισμό αλλά και στις άλλες καταναλώσεις των κτηρίων.

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. για επιφάνεια κτηρίου ή θερμικής ζώνης μεγαλύτερη από 15 m² ο τεχνητός φωτισμός του πρέπει να είναι κατανεμημένος σε περισσότερα του ενός κυκλώματα και να ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Σε χώρους όπου δεν υπάρχει συνεχής παρουσία ατόμων, όπως σε τουαλέτες, δευτερεύοντες διαδρόμους, βοηθητικούς χώρους αλλά ακόμη και σε ατομικά γραφεία συνιστάται η χρήση αισθητήρων **ανίχνευσης παρουσίας** για τον έλεγχο του φωτισμού.

Στους χώρους με φυσικό φωτισμό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο διαχωρισμός των ζωνών που καλύπτονται από φυσικό φωτισμό και να εξασφαλίζεται η δυνατότητα ελέγχου/σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών, μέσω αισθητήρων φωτισμού ή η δυνατότητα συνεχούς ρύθμισης της φωτεινότητας των λαμπτήρων μέσω κατάλληλου συστήματος ελέγχου του φωτισμού.

Σε ειδικές περιπτώσεις χώρων μεγάλης επιφάνειας (>15 m²) αλλά ενιαίας και μη σταθερής λειτουργίας (π.χ. εμπορικές αγορές με ακανόνιστη πυκνότητα πληθυσμού σε συνάρτηση με το χρόνο), η προαναφερόμενη απαίτηση (ανεξάρτητου ελέγχου ανά 15 m²) δεν ισχύει. Πρέπει όμως να εφαρμόζεται σε χώρους στους οποίους επί αδιάλειπτο και συνεχές χρονικό διάστημα μπορεί ο χώρος να λειτουργεί τμηματικά (π.χ. χώρος εκπαίδευσης, σεμιναρίων κ.τ.λ.).

Στην συνέχεια ακολουθεί η μελέτη εγκατάστασης αισθητήρων παρουσίας στα 2 κτήρια που έγινε και η μελέτη φωτισμού. Για να φανεί πόσο μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας προσφέρουν θεώρησα ότι εγκαθίσταται ένας αισθητήρας κάθε 15τμ σε όλους τους χώρους των κτηρίων παρόλο που σε κάποιους χώρους που υπάρχει συνεχής κίνηση τόσο προσωπικού όσο και ασθενών, θα μπορούσε να παραληφθεί η εγκατάσταση.

Για την μελέτη χρησιμοποίησα έναν αισθητήρα της Osram και συγκεκριμένα τον DIM MULTI. Ο αισθητήρας αυτός είναι και αισθητήρας παρουσίας και αισθητήρας ανίχνευσης φωτός. Παρόλα αυτά αξίζει να αναφερθεί ότι σύμφωνα με το U.S. Environmental Protection Agency και το πρόγραμμα της E.U., Intelligent Energy Europe η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας με τη χρήση αισθητήρων παρουσίας αγγίζει το 90%:

- Χώροι Γραφείων 13-50%
- Τάξεις Σχολίων 40-46%
- Αίθουσες Συνεδρίων 22-65%
- Αποχωρητήρια 30-90%
- Διάδρομοι 30-80%
- Αποθηκευτικοί Χώροι 45-80%

Σύμφωνα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του DIM MULTI, ο αισθητήρας αυτός εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους και παρέχει:

- Εξοικονόμηση ενέργειας έως και 70% (συγκριτικά με το συνδυασμό συστήματος CCG + λαμπτήρα T8, χωρίς αισθητήρες)
- Έλεγχος εξαρτώμενος από το φως ημέρας με αυτόματη απενεργοποίηση σε επαρκές φως ημέρας
- Αντιστάθμιση έως και 100% του εισερχόμενου φωτός ημέρας
- Δυνατότητα σύνδεσης πολλών αισθητήρων σε δίκτυο

Σύμφωνα επίσης με την εταιρία πωλείται σε πακέτα των 20 αισθητήρων με τιμή 9,45ευρώ/τεμάχιο.



Εικόνα 54: Αισθητήρας παρουσίας και ανίχνευσης φωτός DIM MULTI, Osram

Έτσι προέκυψε ο παρακάτω πίνακας:

Παραδοσιακό κτήριο	Αριθμός αισθητήρων	Τιμή/Μονάδα	Τιμή
πρώτος όροφος	72	9,45	680,4
ισόγειο	63	9,45	595,35
"Οίκος αδελφών"			
Δώμα	17	9,45	160,65
δεύτερος όροφος	39	9,45	368,55
πρώτος όροφος	50	9,45	472,5
ισόγειο	47	9,45	444,15
υπόγειο	41	9,45	387,45
Σύνολο	329	9,45	3109,05

Πίνακας 6.19: Υπολογισμός κόστους εγκατάστασης αισθητήρων

Παρά τα παραπάνω αποδεδειγμένα στοιχεία που αναφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας έως και 70%, εγώ θεώρησα ότι θα έχω εξοικονόμηση της τάξης του 20% λόγω της φύσης των χώρων αλλά και για να αποδείξω πως ακόμα και με αυτή την εξοικονόμηση, η δράση αυτή είναι απολύτως συμφέρουσα. Έτσι για τα δύο κτήρια που γίνεται η ανάλυση προκύπτει εξοικονόμηση 2625,59 ευρώ/χρόνο και αρα προκύπτει ότι:

Κοστος επενδωσης (€):	3110
Όφελος (€):	2626
Χρονικό διάστημα:	12
Λειτουργικά εξοδα (€):	0
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	20164.9
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	84.3826
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	1.2511

Πίνακας 6.20: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης αισθητήρων

Προκύπτει λοιπόν ότι είναι μια πολύ συμφέρουσα επένδυση η εγκατάσταση αισθητήρων όπως θα αναλυθεί και στις τελικές προτάσεις στο τελευταίο κεφάλαιο

6.13 Συστήματα κεντρικής διαχείρισης

Τα συστήματα κεντρικής διαχείρισης κτιρίων (Building Management Systems- BMS) συνιστούν ολοκληρωμένη λύση για την εποπτεία της λειτουργίας των κτηρίων, τον έλεγχο των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (και όχι μόνο) και τη διαχείριση τους. Η ορθολογική χρήση ενέργειας είναι μια μόνο από τις παραμέτρους που επηρεάζεται από την ύπαρξη αυτών των συστημάτων και η συνεπαγόμενη εξοικονόμηση ενέργειας ένα μόνο από τα πλεονεκτήματα λειτουργίας του.

Αλλιώς το σύστημα λέγεται BEMS δηλαδή Building Energy Management System και ο σκοπός της λειτουργίας του είναι:

- Κεντρική διαχείριση και εποπτεία των ηλεκτρικών και υδραυλικών εγκαταστάσεων ενός κτηρίου από την οθόνη ενός και μόνο υπολογιστή
- Έγκαιρη διάγνωση ή και πρόγνωση βλαβών και φθορών του εξοπλισμού της εγκατάστασης
- Αυτοματοποίηση των διαφόρων λειτουργιών πετυχαίνοντας εκτός των προηγούμενων τη μείωση του χρόνου απασχόλησης ή και επέμβασης στο σύστημα από το προσωπικό
- Έλεγχος των εσωτερικών συνθηκών άνεσης
- Παρακολούθηση και στόχευση της κατανάλωσης ενέργειας
- Εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος για τη συντήρηση

Ένα σύστημα διαχείρισης κτιρίου (BMS) ή (πιο πρόσφατη ορολογία) σύστημα αυτοματισμού κτιρίου (BAS), είναι ένα σύστημα ελέγχου μέσω υπολογιστή που είναι εγκατεστημένο σε κάποιο κτίριο και ελέγχει και παρακολουθεί τον μηχανολογικό και ηλεκτρολογικό εξοπλισμό του κτιρίου, όπως αερισμού, φωτισμού, συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, σύστημα πυρασφάλειας και γενικώς συστήματα ασφαλείας

Τα συστήματα διαχείρισης κτιρίων που εφαρμόζονται συνήθως σε μεγάλα έργα με εκτεταμένες μηχανικές, HVAC, ηλεκτρικές και υδραυλικές εγκαταστάσεις. Τα συστήματα που συνδέονται με το BMS συνήθως αντιπροσωπεύουν το 40% της ενέργειας που καταναλώνει ένα κτίριο. Εάν συμπεριλαμβάνεται και ο φωτισμός, ο αριθμός αυτός προσεγγίζει το 70%. Τα συστήματα BMS αποτελούν πλέον ένα κρίσιμο συστατικό για τη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας

Εκτός από τον έλεγχο του εσωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου, τα συστήματα BMS είναι μερικές φορές συνδεδεμένα με τα συστήματα πρόσβασης (ελέγχει σε ποιόν επιτρέπεται η πρόσβαση σε χώρους και στο κτήριο γενικότερα) ή άλλα συστήματα ασφαλείας, όπως η τηλεόραση κλειστού κυκλώματος (CCTV) και οι ανιχνευτές κίνησης. Μερικές φορές συνδέονται με BMS συστήματα το σύστημα πυρανίχνευσης και οι ανελκυστήρες.

Κάποια από τα συστήματα που συμπεριλαμβάνονται στο σύστημα BMS είναι:

- Φωτισμός
- Έλεγχος ηλεκτρικής ενέργειας
- Θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός (HVAC)
- ασφάλεια
- έλεγχος πρόσβασης
- σύστημα συναγερμού πυρκαγιάς
- Ανελκυστήρες, αναβατόρια κ.λπ.
- Υδραυλικά
- κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης (CCTV)
- Άλλα συστήματα μηχανικής
- Πίνακας Ελέγχου
- ΡΑ σύστημα
- Παρακολούθηση συναγερμού
- Αυτοματισμός Ασφάλειας

Οφέλη της BMS

- Καλός έλεγχος των εσωτερικών συνθηκών άνεσης
- Δυνατότητα ελέγχου μεμονωμένων χώρων
- Αύξηση της παραγωγικότητας του προσωπικού
- Αποτελεσματική παρακολούθηση και στόχευση της κατανάλωσης ενέργειας
- Αποτελεσματική απάντηση στις καταγγελίες που σχετίζονται με το σύστημα HVAC
- Εξοικονόμηση χρόνου και χρήματος κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

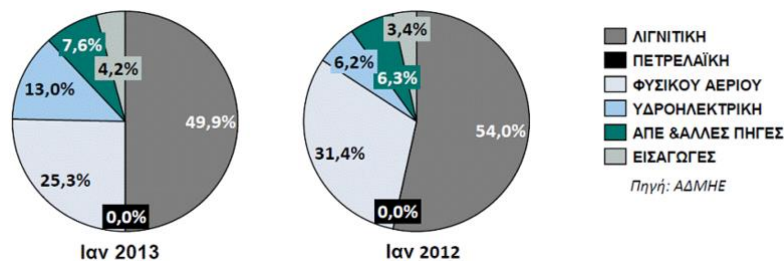
Στη χώρα μας οι πρώτες μελέτες για την εγκατάσταση συστημάτων BMS συναντώνται στα τέλη της δεκαετίας του 1990.

Τα τελευταία 10 περίπου χρόνια στα περισσότερα δημόσια αλλά και σε αρκετά ιδιωτικά κτήρια μελετώνται και εγκαθίστανται τέτοια συστήματα. Τα τελευταία 4-5 χρόνια υπάρχει μεγάλη εξέλιξη στην εφαρμογή των συστημάτων και ιδίως με την συνεργασία με τρίτα συστήματα όπως τα Κηχ Bus αλλά και συνεργασία με εφαρμογές καινοτόμες όπως συστήματα γεωθερμίας, φωτοβολταϊκών κα.

Κεφάλαιο 7 – Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, ως ενέργεια από ανανεώσιμες μη ορυκτές πηγές θεωρείται η αιολική, ηλιακή, αεροθερμική, γεωθερμική, υδροθερμική και ενέργεια των ωκεανών, υδροηλεκτρική, από βιομάζα, από τα εκλυόμενα στους χώρους υγειονομικής ταφής αέρια, από αέρια μονάδων επεξεργασίας λυμάτων και από βιοαέρια.

Η χώρα μας στην προσπάθεια της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και την εξοικονόμηση φυσικών πόρων, έχει θέσει ως στόχο έως το 2020 οι ΑΠΕ να αποτελούν το 20% της παραγόμενης ενέργειας. Στο διάγραμμα 7.1 παρουσιάζεται η συμμετοχή των ΑΠΕ στη συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας το 2012 και το 2013 ενώ στην εικόνα 7.1 παρουσιάζονται οι περιοχές στις οποίες έχουν εγκατασταθεί φωτοβολταϊκοί σταθμοί στην Ελλάδα.



Διάγραμμα 7.1: Η συμμετοχή των ΑΠΕ στην συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας



Εικόνα 7.1: Φωτοβολταϊκοί σταθμοί στην Ελλάδα

Στο κέντρο της Αθήνας και ειδικά σε μια ήδη χτισμένη νοσοκομειακή εγκατάσταση είναι δύσκολο να εφαρμοστούν οι περισσότερες τεχνικές χρησιμοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η πιο εύκολα εφαρμόσιμη μέθοδος είναι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στα δώματα των κτηρίων.

7.1 Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων

7.1.1 Γενικά στοιχεία φωτοβολταϊκών πλαισίων

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κατατάσσονται ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους σε 3 κατηγορίες:

- Μονοκρυσταλλικά ΦΒ στοιχεία (απόδοση 15-18%)
- Πολυκρυσταλλικά ΦΒ στοιχεία (απόδοση 13-16%)
- ΦΒ στοιχεία λεπτών υμενίων
- ΦΒ στοιχεία άμορφου πυριτίου (απόδοση 5-7%)

Αξίζει να γίνει μια ιδιαίτερη αναφορά στα φωτοβολταϊκά στοιχεία λεπτών υμενίων ή αλλιώς φωτοβολταϊκά τεχνολογίας CIS. Τα φωτοβολταϊκά αυτά, προσφέρουν μια από τις υψηλότερες αποδόσεις μετατροπής ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Τα πάνελ παράγουν περισσότερη ενέργεια (kWh κιλοβατώρες) σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας λόγω των πλεονεκτημάτων της τεχνολογίας CIS.

Μεγαλύτερη παραγωγή ενέργειας +10% τουλάχιστον :

- Καλύτερη απόδοση των CIS φωτοβολταϊκών σε σχέση με τα κρυσταλλικά πάνελ (μονοκρυσταλλικά και πολυκρυσταλλικά) σε διάχυτο φως, συννεφίες και όταν η ηλιοφάνεια είναι μειωμένη.
- Χαμηλός θερμοκρασιακός συντελεστής ισχύος, ανέρχεται σε μόλις -0,31%/K .
- Πολύ καλή συμπεριφορά και απόδοση των πάνελ σε συνθήκες μερικής σκίασης.
- Light soaking effect, που είναι μοναδικό για τα ηλιακά πάνελ τεχνολογίας CIS, αυξάνει την ισχύ των πάνελ μετά από την έκθεση τους στον ήλιο(!), σε σχέση με την ονομαστική τους κατά +10%

Για τα ΦΒ στοιχεία πυριτίου δεν υφίσταται καμία απολύτως ανησυχία ή/και κανένας προβληματισμός ως προς τις ενδεχόμενες επιπτώσεις των χρησιμοποιούμενων υλικών στην υγεία των ανθρώπων που ζούν ή και εργάζονται σε αυτά. Όμως στην τεχνολογία ΦΒ λεπτών υμενίων ενδεχομένως να υπάρχουν ορισμένα **τοξικά υλικά κατασκευής**, λόγω των οποίων θα πρέπει να εκτιμηθεί η καταλληλότητα των πλαισίων στην κάθε εφαρμογή, πριν από την τελική επιλογή και χρήση. Για παράδειγμα πρόσφατα σε ορισμένες χώρες η χρήση του καδμίου έχει τεθεί σε περιορισμό και **απαγορεύεται η χρήση σε οικιακές εγκαταστάσεις** των ηλεκτρικών διατάξεων που το περιλαμβάνουν ακόμα και σε εξαιρετικά μικρές περιεκτικότητες. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ακόμα και η χρήση κβαντικών σημείων που εμπεριέχονται σε ηλεκτρικές διατάξεις στερεάς κατάστασης (εξαιρετικά μικρού μεγέθους) και αποτελούνται από CdSe, εμπίπτουν στα πλαίσια αυτών των περιορισμών.

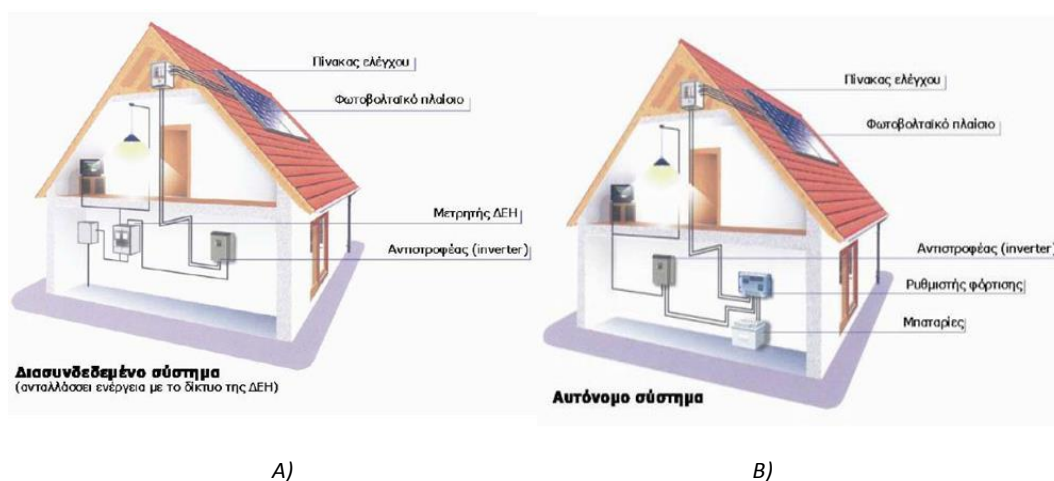
Επίσης, πρόσφατα έχουν δοκιμαστεί και χρησιμοποιηθεί για φωτοβολταϊκές κατασκευές ορισμένα ΦΒ στοιχεία λεπτών υμενίων που περιέχουν ιδιαίτερα αυξημένες αποδόσεις και

κατασκευάζονται από οξειδία μετάλλων όπως πχ είναι του U_2O_5 που προέρχεται από το απεμπλουτισμένο ουράνιο. Για τους λόγους αυτούς, θα πρέπει πάντοτε να ζητείται η ακριβής σύσταση των υλικών των πλαισίων και αν δεν δίνονται να μην επιλέγονται. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο σε χώρες που υπάρχει μεγάλη εμπειρία και παράδοση στον τομέα των ΦΒ εγκαταστάσεων (ΗΠΑ) δεν τοποθετούνται στις οικιακές εγκαταστάσεις ΦΒ στοιχεία τα οποία δεν είναι ταξινομημένα ως αποδεκτά «Listed» από τα εθνικά κεντρα ελέγχου ποιότητας.

Από τα φωτοβολταϊκά το ρεύμα που παίρνουμε είναι συνεχές και αρα για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε το ρεύμα στο εσωτερικό της οικίας το μεταρέπουμε σε εναλλασσόμενο χρησιμοποιώντας κατάλληλο αναστροφέα.

Υπάρχουν 2 ειδών συνδέσεις με το δίκτυο της ΔΕΗ:

- Διασυνδεδεμένη Εγκατάσταση :
Ο τρόπος αυτός σύνδεσης αποτελεί το θέμα της παρούσας εργασίας και θα αναλυθεί και στην συνέχεια. Η κύρια διαφορά με την αυτόνομη εγκατάσταση είναι ότι δεν διαθέτει μπαταρία και έτσι δεν αποθηκεύει την περισσευούμενη ενέργεια αλλά την διαθέτει στο δίκτυο της ΔΕΗ.
- Αυτόνομη εγκατάσταση:
Ο σκοπός της αυτόνομης εγκατάστασης είναι να προμηθεύει την οικία με ενέργεια καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας ακόμα και όταν δεν φωτίζεται το φωτοβολταϊκό. Για τον σκοπό αυτό διαθέτει μία μπαταρία στην οποία αποθηκεύει την ενέργεια την οποία χρησιμοποιεί η οικία κατά την διάρκεια της νύχτας.



Εικόνα 7.2: α) Παράδειγμα διασυνδεδεμένης εγκατάστασης β) Παράδειγμα Αυτόνομης εγκατάστασης

Στην εγκατάσταση μας θα χρησιμοποιήσουμε το διασυνδεδεμένο σύστημα και πιο ειδικά την μέθοδο net metering.

Net Metering είναι ο συμψηφισμός παραγόμενης-καταναλισκόμενης ενέργειας και εφαρμόζεται κυρίως για εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών σε διάφορες χώρες όπως η Κύπρος, η Ιταλία, η Γερμανία, η Δανία και οι ΗΠΑ. Το Net Metering επιτρέπει στον καταναλωτή να καλύψει ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας που καταναλώνει ενώ παράλληλα του δίνει τη

δυνατότητα να χρησιμοποιήσει το δίκτυο για έμμεση αποθήκευση της πράσινης ενέργειας που παράγει το φωτοβολταϊκό του σύστημα. Ο όρος “net” προκύπτει από τη διαφορά μεταξύ καταναλισκόμενης και παραγόμενης ενέργειας σε μία ορισμένη χρονική περίοδο. Η περίοδος αυτή είναι συνήθως ο κάθε κύκλος καταμέτρησης και τιμολόγησης της καταναλισκόμενης ενέργειας. Αν υπάρχει περίσσεια ενέργειας, αυτή συνήθως δεν χάνεται για τον καταναλωτή αλλά συμψηφίζεται για μια ορισμένη χρονική περίοδο οπότε και γίνεται η τελική εκκαθάριση. Η περίοδος αυτή σύμφωνα με την τελευταία υπουργική απόφαση ορίζεται στους 12 μήνες.

Σύμφωνα με το υπουργείο περιβάλλοντος, ενέργειας και κλιματικής αλλαγής, η ισχύς κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να ανέρχεται μέχρι 20 kWp ή μέχρι το 50% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης (Ισχύς Φωτοβολταϊκού (kWp) \leq 0,5xΣυμφωνημένη Ισχύ Κατανάλωσης (kVA)), εφόσον η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη του ως άνω ορίου των 20 kWp. Ειδικά για νομικά πρόσωπα, δημοσίου ή ιδιωτικού δικαίου, που επιδιώκουν κοινωφελείς ή άλλους δημόσιου 3 ενδιαφέροντος σκοπούς, γενικής ή τοπικής εμβέλειας, η ανώτατη ισχύς κάθε φωτοβολταϊκού συστήματος μπορεί να ανέρχεται έως και στο 100% της συμφωνημένης ισχύος κατανάλωσης. Στην περίπτωση μας η συμφωνημένη ισχύς της κατανάλωσης είναι 1600kVA. Έτσι η εγκατεστημένη ισχύς από τα φωτοβολταϊκά μπορεί να φτάσει και τα 800kW.

Στην παρούσα εγκατάσταση εγκαταστάθηκαν φωτοβολταϊκά στο δώμα του κτηρίου «οίκος αδελφών» αλλά και στο δώμα του 4όροφου κτηρίου που δεν έχει αναλυθεί στην εργασία αλλά αποτελεί την βέλτιστη τοποθεσία για την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών. Οι κατόψεις των δωματίων παρατίθενται παρακάτω μαζί με τις μελέτες.

7.1.2 Μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων

Για την εγκατάσταση χρησιμοποιήσα το εξής πάνελ από την εταιρία Solar Energy:



Εικόνα 7.3: Φωτοβολταϊκό SE 260-265WATT

Τα αναλυτικά στοιχεία του πάνελ αυτού βρίσκονται στον παρακάτω πίνακα.

Rating Power (Pm)	260W-265W
Tolerance	0 +5%
Rated Voltage (Vm)	30.1V
Rated Current (Im)	8.65A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.4 V
Short Circuit Voltage (Isc)	8.98 A
Size	1650mm*992mm*50mm
Number of cells	60pcs
Size of cells	156mm*156mm poly
Weight	21.5 KG
Maximum Voltage	1000V
Efficiency of cells	>17.8%
Efficiency of modules	>15.7%
Certificates	TUV, UL, IEC61215, IEC61730, CE, ISO9001, ISO14001
Quality Assurance	10 years product guarantee for power output more than 90% within 10 years, and 80% within 25 years

Πίνακας 7.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού SE 260-265WATT

Οι αντίστοιχοι **Inverters** αναφέρονται σε κάθε κτήριο χωριστά ανάλογα με τις απαιτήσεις τις εγκατάστασης. Στο σημείο αυτό αξίζει να γίνει μια αναφορά στον ρόλο του Inverter στην εγκατάσταση.

Με τον όρο αναστροφέα (inverter), εννοούμε την διάταξη ηλεκτρονικών ισχύος η οποία μετατρέπει την συνεχή τάση που παράγει το ΦΒ σύστημα σε εναλλασσόμενη ονομαστικών τιμών 230 V (ανά φάση)/ 50Hz.

Η ΔΕΗ, αναγνωρίζοντας το σημαντικό ρόλο των αναστροφέν σε ένα διασυνδεδεμένο σύστημα, θέτει συγκεκριμένες προδιαγραφές οι οποίες πρέπει να πληρούνται έτσι ώστε να μπορεί να επιτραπεί στο σύστημα του ιδιώτη η σύνδεση στο ευρύτερο δίκτυο. Οι προδιαγραφές αυτές έχουν ως εξής :

- Η διακύμανση της τάσης επιτρέπεται εντός των ορίων -20% έως +15%, ενώ η διακύμανση της συχνότητας περιορίζεται στο $\pm 0,5$ Hz για σταθμούς στο διασυνδεδεμένο δίκτυο.
- Η ολική αρμονική παραμόρφωση (Total Harmonic Distortion –THD) του ρεύματος των αναστροφέν δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το 5%.
- Σε περίπτωση που ο αναστροφέας δεν διαθέτει μετασχηματιστή απομόνωσης, η έγχυση συνεχούς ρεύματος δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το 0,5% του ονομαστικού ρεύματος.
- Προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης κατά το πρότυπο VDE 0126.

Επίσης είναι πολύ σημαντικός ο βαθμός απόδοσης ενός αναστροφέα. Η τιμή του επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό , θεωρώντας ίδιο ποσό φόρτισης, από την ύπαρξη ή μη μετασχηματιστή απομόνωσης. Τυπικές τιμές απόδοσης αναστροφέν με μετασχηματιστή είναι της τάξης του 92-94% ενώ χωρίς μετασχηματιστή ο βαθμός απόδοσης κυμαίνεται στο 96-98,5%.

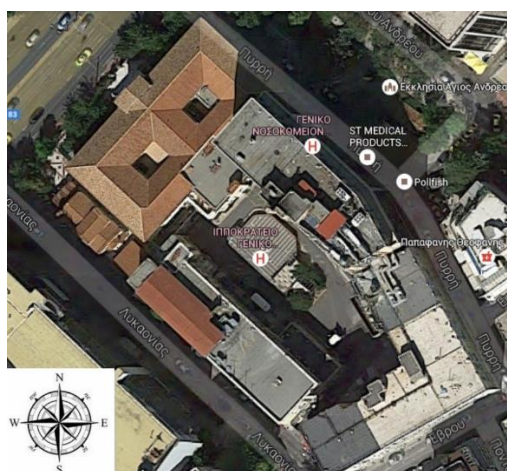
Οι αναστροφέες ανάλογα με την τάση που παράγουν χωρίζονται σε μονοφασικούς και τριφασικούς. Οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις κάτω των 5 kW συνδέονται με μονοφασικό αναστροφέα , οι εγκαταστάσεις που βρίσκονται ενδιάμεσα από 5-15 kW μπορούν να συνδεθούν είτε με μονοφασικό είτε με τριφασικό αναστροφέα, ενώ οι εγκαταστάσεις άνω των 15 kW συνδέονται υποχρεωτικά με τριφασικό αναστροφέα και οι εγκαταστάσεις άνω των 100 kW συνδέονται υποχρεωτικά στο δίκτυο μέσης τάσης. Επίσης οι αναστροφέες

διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο που χειρίζονται τα πλαίσια σε κεντρικούς αναστροφείς, αναστροφείς κλάδων, αναστροφείς πολλαπλών κλάδων και μικροαναστροφείς. Οι κεντρικοί αναστροφείς είναι οι αναστροφείς που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος και για αυτό συνήθως έχουν και μετασχηματιστή για απευθείας σύνδεση στο δίκτυο MT. Με τον πρόοδο της τεχνολογίας στα ηλεκτρονικά ισχύος μπορούν να παράγουν ρεύμα καλής ποιότητας και δεν έχουμε μεγάλες απαιτήσεις φίλτρων όμως έχουν λίγες εισόδους στην DC πλευρά και λόγω του μεγάλου αριθμού των πλαισίων γίνεται εκτεταμένη χρήση DC καλωδιώσεων. Οι αναστροφείς κλάδων ή στοιχειοσειρών είναι οι πιο διαδεδομένοι για σταθμούς μικρής και μέσης ισχύος. Έχουν αρκετές DC εισόδους και μπορούν να συνδέσουν παράλληλα τις στοιχειοσειρές που παίρνουν σε αυτές υπό την προϋπόθεση να μην ξεπερνιούνται τα όρια αντοχής τους στην τάση και το ρεύμα. Οι αναστροφείς πολλαπλών κλάδων ή στοιχειοσειρών μοιάζουν με τους αναστροφείς κλάδων με την διαφορά ότι σε αυτούς κάθε είσοδος χειρίζεται ανεξάρτητα και διαθέτει τους δικούς της ελεγκτές μέγιστης ισχύος και μετατροπείς. Για αυτό οι αναστροφείς αυτοί χρησιμοποιούνται όταν συνδέονται πλαίσια διαφορετικής ισχύος, προέλευσης κατασκευαστή κτλ. Οι μικροαναστροφείς είναι μία νέα κατηγορία αναστροφέων πολύ μικρής ισχύος που είναι ενσωματωμένοι στα φωτοβολταϊκά πλαίσια με αποτέλεσμα αυτά να βγάζουν απευθείας εναλλασσόμενη τάση, είτε μονοφασική είτε τριφασική, και να μειώνονται οι DC καλωδιώσεις.

Εκτός από την μετατροπή της τάσης και του ρεύματος από συνεχή σε εναλλασσόμενη μορφή ο αναστροφέας κάνει και μία ακόμα πολύ σημαντική δουλειά. Καθώς τα φωτοβολταϊκά μεταβάλλουν την αποδιδόμενη ισχύ τους ανάλογα με την ακτινοβολία και την θερμοκρασία, ο αντιστροφέας έχει την ικανότητα να παρακολουθεί αυτές μεταβολές και να εντοπίζει στην χαρακτηριστική I-V το σημείο μέγιστης ισχύος (MPPT) εφαρμόζοντας διάφορους αλγορίθμους που υπάρχουν όπως ο αλγόριθμος της διαταραχής και παρατήρησης ή άλλους.



Καθώς κανένα από τα κτήρια μελέτης δεν έχει Νότιο προσανατολισμό επιλέχθηκε η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών να μην έχει νότιο προσανατολισμό και να ακολουθεί την δομή του κτηρίου για να προκύψει μεγαλύτερη εγκατεστημένη ισχύς.

Έτσι στο 4όροφο κτήριο ο προσανατολισμός των πλαισίων έχει απόκλιση από τον νότο **30°** ενώ στον «οίκο αδελφών» **50°** όπως προκύπτει και από την παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 7.4: Πανοραμική φωτογραφία γενικού νοσοκομείου Αθηνών «Ιπποκράτειο»

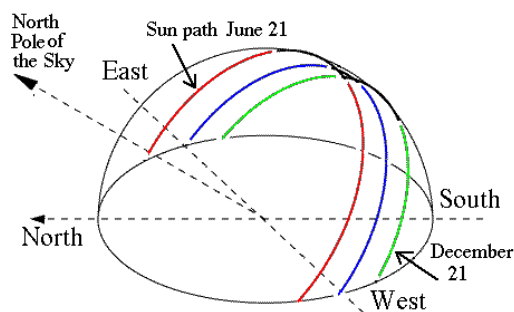
Η απόκλιση αυτή δεν έχει σημαντική επίδραση στην απόδοση των φωτοβολταϊκών καθώς ισχύει ότι:

Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο	Προσανατολισμός		
	Νότιος	Νοτιοανατολικός Νοτιοδυτικός	Ανατολικός Δυτικός
0° 	90%	90%	90%
15° 	98%	95%	88%
30° 	100%	95%	85%
90° 	60%	60%	50%

Πίνακας 7.2: Μείωση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση εγκατάστασης

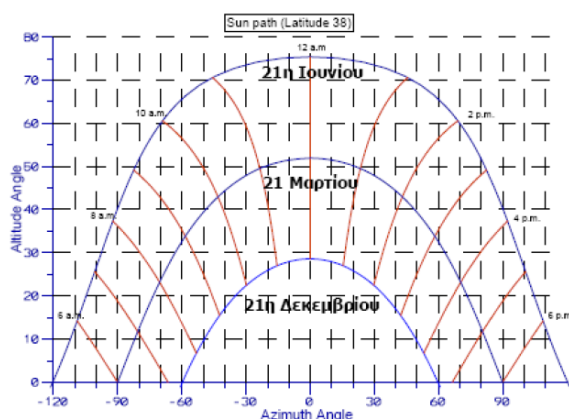
Για το βόρειο ημισφαίριο η βέλτιστη κλίση του Φ/Β πλαισίου για τη μέγιστη παραγωγή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους είναι ίση με τη γεωγραφική παράλληλο του τόπου και η αζιμούθια γωνία είναι περίπου 0° (κατεύθυνση προς νότο). Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα η μεγιστοποίηση της συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε 9 επιφάνεια σταθερής κλίσης, επιτυγχάνεται για Νότιο προσανατολισμό και κλίση περί των 30°. Έτσι και στην εγκατάσταση αυτή η κλίση των πλαισίων είναι 30°.

Για να προχωρήσουμε στην εγκατάσταση θα πρέπει να ξέρουμε τι χώρο έχουμε χωρίς σκιάσεις και αρα πρώτα θα πρέπει να υπολογίσω αν τα δώματα σκιάζονται από κοντινά κτήρια. Αυτός ο υπολογισμός πραγματοποιείται κυρίως για τη μεγιστοποίηση του οικονομικού κέρδους και απαιτείται τα φωτοβολταϊκά πλαίσια να εκτίθενται στην άμεση δέσμη της ηλιακής ακτινοβολίας για τουλάχιστον 4 ώρες κάθε μέρα. Ο υπολογισμός των σκιάσεων θα γίνει για την 21^η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο) και για την ηλιακή ώρα 10:00πμ. Επιλέγεται η ημέρα αυτή καθώς ο ήλιος είναι στο χαμηλότερο ύψος και οπότε και οποιαδήποτε άλλη μέρα τα πλαίσια δεν θα δέχονται σκιάσεις και άρα δεν θα υπολειπώνονται. Μετά τις 10πμ και πριν τις 2πμ ο ήλιος είναι σε υψηλότερο σημείο και άρα τα πλαίσια δεν θα σκιάζονται περεταίρω.



Σχήμα 7.1: Κίνηση του ήλιου κατά την 21^η Ιουνίου , 21 Μαρτίου και κατά την 21^η Δεκεμβρίου

Το σχήμα 7.1 μας δείχνει την κίνηση του ήλιου κατά την 21^η Ιουνίου , 21 Μαρτίου και κατά την 21^η Δεκεμβρίου, ενώ το σχήμα 7.2 μας δείχνει την μεταβολή του ηλιακού ύψους και της αζιμούθιας γωνίας ως προς το Νότο κατά τη διάρκεια των ηλιοστασίων και των ισημεριών στην περιοχή των Αθηνών.



Σχήμα 7.2: Μεταβολή του ηλιακού ύψους και της αζιμούθιας γωνίας ως προς το Νότο κατά τη διάρκεια των ηλιοστασίων και των ισημεριών στην περιοχή των Αθηνών

Υπολογίζω την κλίση β των ακτινών του ήλιου ως προς την ταράτσα, δηλαδή το ύψος του ήλιου από την εξής σχέση:

$$\sin \beta = \sin \delta * \sin \varphi + \cos \delta * \cos \varphi * \cos \omega$$

Εξίσωση 7.1: Εξίσωση υπολογισμού της κλίσης β των ακτινών του ήλιου ως προς την ταράτσα

Όπου:

- β (η γωνία) για το ύψος του ήλιου στη συγκεκριμένη περιοχή και ώρα
- δ η ηλιακή απόκλιση της συγκεκριμένης ημερολογιακής ημέρας , όπου $\delta = -23,45^\circ$ αφού βρισκόμαστε στο χειμερινό ηλιοστάσιο
- φ το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής , όπου για μας $\varphi = 37^\circ 58' = 37.9^\circ$
- ω η ηλιακή ωριαία γωνία που αναλογεί στην ώρα υπολογισμού της θέσης του ήλιου που δίνεται από την σχέση $\omega = 15^\circ/h * (T_{solar} - 12)h$ όπου T_{solar} η ηλιακή ώρα σε ώρες , για μας $T_{solar} = 10h$ και άρα $\omega = -30^\circ$

Έτσι προκύπτει ότι $\beta = 22,47^\circ$

Και για την σκίαση που μπορεί να προκύψει από την τοποθέτηση των ίδιων των φωτοβολταϊκών υπολογίζω την αζιμούθια γωνία η οποία στις 10πμ την 21^η Δεκεμβρίου θα είναι:

$$\cos Z = \frac{\sin \beta * \sin \varphi - \sin \delta}{\cos \beta * \cos \varphi} = 29,79^\circ$$

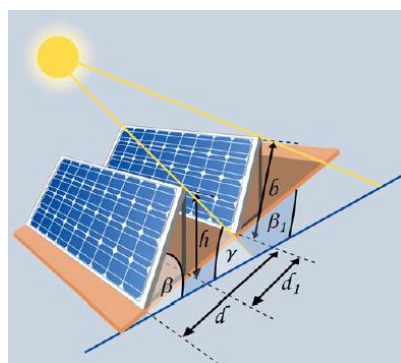
Εξίσωση 7.2: Εξίσωση υπολογισμού της αζιμούθιας γωνίας Z

Η σκίαση είναι πολύ σημαντική παράμετρος καθώς όπως δείχνει και η παρακάτω εικόνα έχει μεγάλη επίδραση στην απόδοση των φωτοβολταϊκών ενώ ταυτόχρονα είναι υπεύθυνη και για το φαινόμενο γήρανσης των πλαισίων.

Απώλειες από σκίαση			
Τρόπος σκίασης	Σκίαση (%)	Ενδεικτική απώλεια ισχύος (1 string x 9 modules)	Ενδεικτική απώλεια ισχύος (3 string x 3 modules)
	0,15%	-3,7%	-1,7%
	2,6%	-16,7%	-7%
	11,1%	-36,5%	-30,5%
	12,5%	-18,3%	-17%

Πίνακας 7.3: Απώλεια ισχύος ανάλογα με την σκίαση

Ενώ στην συνέχεια παρουσιάζεται η βασική γεωμετρία που χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό της απόστασης των πλαισίων στα δύο δώματα.

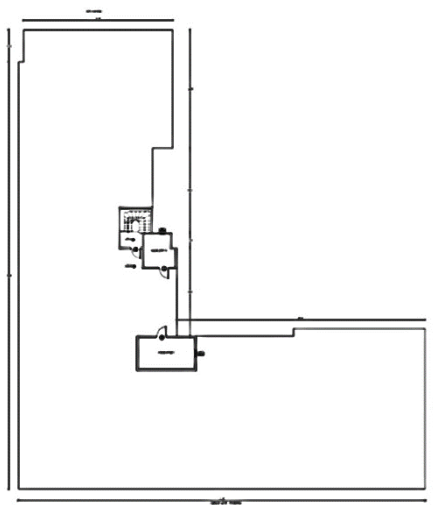


Εικόνα 7.5: Γεωμετρία υπολογισμού της απόστασης των φωτοβολταϊκών πλαισίων

Σε κάθε δώμα μελετήθηκαν 2 περιπτώσεις τοποθέτησης των πλαισίων. Στην μια περίπτωση η μεγάλη διάσταση του πλαισίου είναι κάθετη στο δώμα ενώ στην δεύτερη περίπτωση είναι παράλληλη με το δώμα. Στην πρώτη περίπτωση προκύπτει σκιά από το φωτοβολταϊκό στην χειρότερη θέση ήλιου **1,99m** ενώ στην δεύτερη περίπτωση προκύπτει σκιά **1,16m**.

7.1.2.1 4όροφο κτήριο

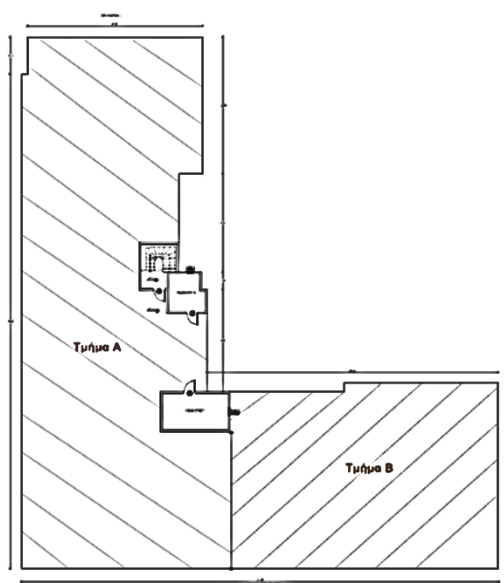
Αρχικά παρατίθεται η κάτοψη του δώματος στην οποία θα γίνει η εγκατάσταση.



Σχήμα 7.3: Κάτοψη ταράτσας 4όροφου κτηρίου

Για τη διευκόλυνση της μελέτης χώρισα το δώμα σε 2 τμήματα. Το τμήμα Α και το τμήμα Β.

Επίσης λόγω του στηθαίου και της σκίασης που αυτό προκαλεί, τα πάνελ εγκαθίστανται σε απόσταση 2,5 μέτρων από τα άκρα του δώματος.



Σχήμα 7.4: Διαχωρισμός τμημάτων ταράτσας 4όροφου κτηρίου με σκοπό τη διευκόλυνση της μελέτης

❖ Περίπτωση 1

➤ Τμήμα Α

Στην περίπτωση αυτή προκύπτει η εγκατάσταση 3 σειρών των 40 πλαισίων αρα 120 πλαίσια. Αφαιρώ 10 πάνελ λόγω της σκάλας και του μηχανοστασίου αρα έχω 110 πλαίσια.

Άρα συνολική ισχύς: 29150 W

- Τμήμα Β
Στην περίπτωση αυτή προκύπτει η εγκατάσταση 7 σειρών των 10 πλαισίων αρα 70 πλαισία.
Άρα συνολική ισχύς: 18550 W

❖ Περίπτωση 2

- Τμήμα Α
Στην περίπτωση αυτή προκύπτει η εγκατάσταση 6 σειρών των 24 πλαισίων αρα 144 πλαισία. Αφαιρώ 10 πάνελ λόγω της σκάλας και του μηχανοστασίου αρα έχω 134 πλαισία.
Άρα συνολική ισχύς: 35510 W
- Τμήμα Β
Στην περίπτωση αυτή προκύπτει η εγκατάσταση 7 σειρών των 11 πλαισίων αρα 77 πλαισία.
Άρα συνολική ισχύς: 20405 W

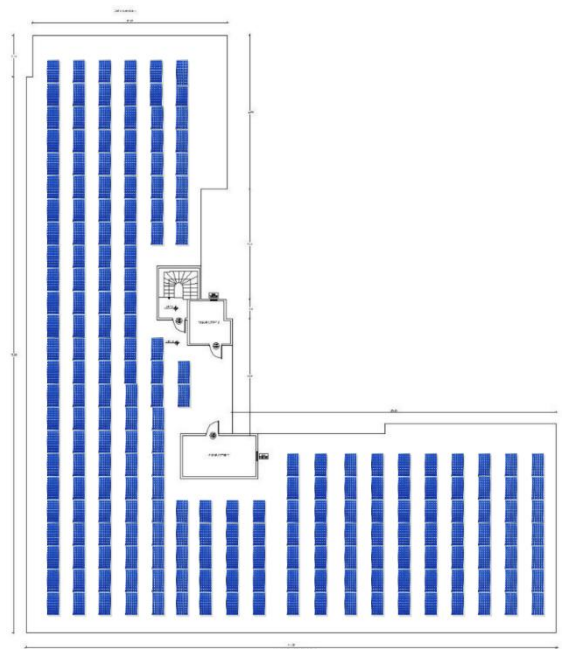
Άρα επιλέγουμε την περίπτωση 2 και για τα 2 τμήματα.

Άρα στο συνολικό δώμα:

Αριθμός πλαισίων: 211

Εγκατεστημένη Ισχύς: 55915 W

Στην συνέχεια παρουσιάζεται η κάτοψη του δώματος μετά την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών.



Σχήμα 7.5: Κάτοψη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στην ταράτσα του 4όρουφου κτηρίου

Επιλογή Inverter

Για την εγκατάσταση αυτή μπορούμε να συνδέσουμε είτε ένα Inverter που θα διαχειρίζεται την συνολική ισχύ της εγκατάστασης είτε 2 μικρότερους που θα διαμοιράζονται την εγκατάσταση. Οι Inverter επιλέγονται ώστε να μπορούν να διαχειριστούν την ονομαστική ισχύ της εγκατάστασης και όχι αυτή που προκύπτει από την μείωση της απόδοσης λόγω του προσανατολισμού των πλαισίων. Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα δύο σενάρια επιλογής των Inverter.

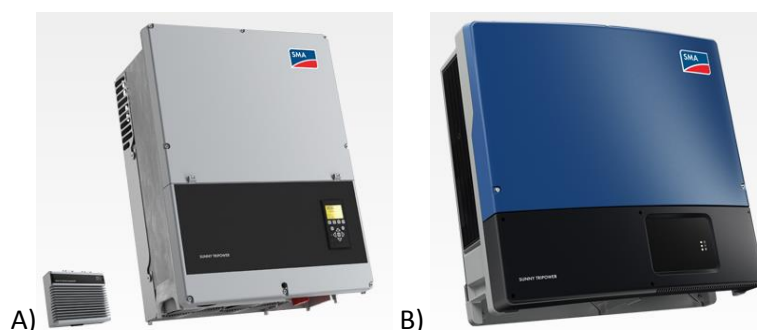
1. SUNNY TRIPOWER 60

Εάν θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε έναν Inverter, αυτός θα πρέπει να μπορεί να διαχειριστεί την ισχύ των 55915W. Για τον λόγο αυτό επιλέγουμε τον SUNNY TRIPOWER 60 ο οποίος μπορεί να διαχειριστεί ισχύ μέχρι 61240W. Για τον Inverter που θα επιλεγεί θα πρέπει η ονομαστική ισχύς λειτουργίας του να βρίσκεται όσο πιο κοντά γίνεται στην ισχύ που παράγεται από τα φωτοβολταϊκά για να έχει και την πιο αποδοτική λειτουργία. Έτσι η ονομαστική ισχύς του συγκεκριμένου Inverter είναι 60000W και άρα έχει απόκλιση 6,8% από την ονομαστική ισχύ της παραγωγής και 8,6% από την μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύ.

2. SUNNY TRIPOWER 25000TL-JP + STP 30000TL-US-10

Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται δύο Inverter της SMA. Η εγκατάσταση χωρίζεται σε δύο τμήματα των 95 και 116 πλαισίων με παραγόμενη ονομαστική ισχύ αντίστοιχα 25175W και 30740W. Για το πρώτο τμήμα χρησιμοποιώ τον SUNNY TRIPOWER 25000TL-JP και για το δεύτερο τμήμα τον STP 30000TL-US-10. Ο πρώτος Inverter έχει ονομαστική ισχύ 25000W και μέγιστη επιτρεπόμενη συνδεόμενη ισχύ 25550W ενώ ο δεύτερος έχει ονομαστική ισχύ 30000W και μέγιστη επιτρεπόμενη συνδεόμενη ισχύ 30800W.

Στην περίπτωση αυτή φαίνεται ότι η ισχύς από την λειτουργία των φωτοβολταϊκών ξεπερνάει την ονομαστική ισχύ των δύο Inverter αλλά σε κατάσταση λειτουργίας και με τον συντελεστή μείωσης λόγω του προσανατολισμού η ισχύς αυτή θα είναι η κατάλληλη για την αποδοτικότερη λειτουργία των Inverter. Επίσης είμαστε εντός των ορίων λειτουργίας οπότε και με την μέγιστη παραγωγή οι Inverter είναι κατάλληλοι.

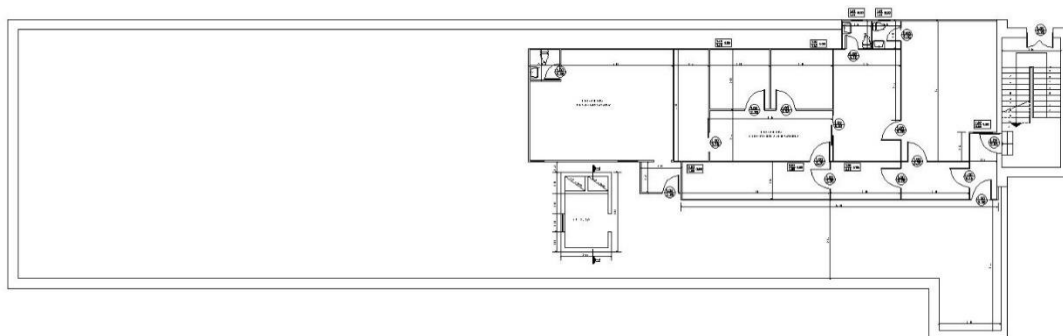


Εικόνα 7.6: α) Inverter SUNNY TRIPOWER 60 β) Inverter SUNNY TRIPOWER 25000TL-JP + STP 30000TL-US-10

Για την ορθολογικότερη διαχείριση της παραγόμενης ενέργειας προτιμάται η επιλογή με τους δύο Inverter.

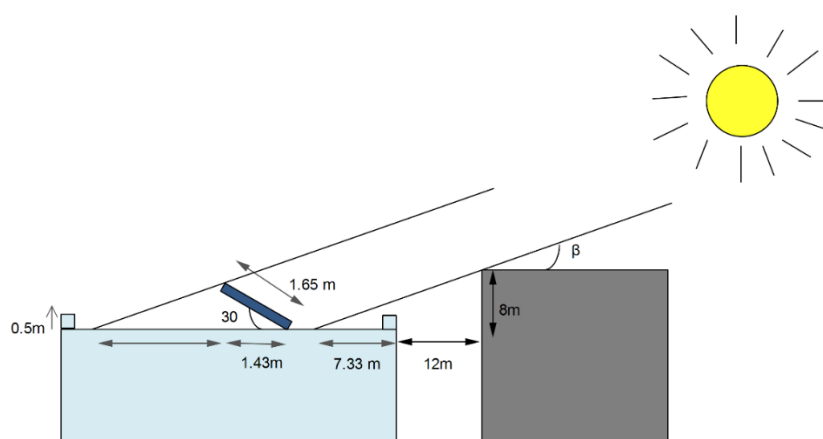
7.1.2.2 Κτήριο «Οίκος αδελφών»

Αρχικά παρατίθεται η κάτοψη του δώματος στην οποία θα γίνει η εγκατάσταση.



Σχήμα 7.6: Κάτοψη ταράτσας κτηρίου «Οίκος αδελφών»

Στην παρακάτω εικόνα σχεδιάζεται η περίπτωση 1 και ο τρόπος υπολογισμού της σκιάς.



Σχήμα 7.7: Γεωμετρία υπολογισμού απόστασης εγκατάστασης μεταξύ των φωτοβολταϊκών πλαισίων και της απόστασης εγκατάστασης από το άκρο του κτηρίου λόγω του απέναντι κτίσματος

Οι αναλυτικοί υπολογισμοί δεν παρουσιάζονται στην εργασία τόσο για την περίπτωση 1 όσο και για την περίπτωση 2. Η ίδια μεθοδολογία ακολουθήθηκε και για τον υπολογισμό του αριθμού των πλαισίων που απαιτήθηκαν για την εγκατάσταση στο δώμα του 4όροφου κτηρίου. Έτσι προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα.

- **Περίπτωση 1**

Στην περίπτωση αυτή προκύπτει η εγκατάσταση 2 σειρών των 17 πλαισίων αρα 34 πλαίσια.

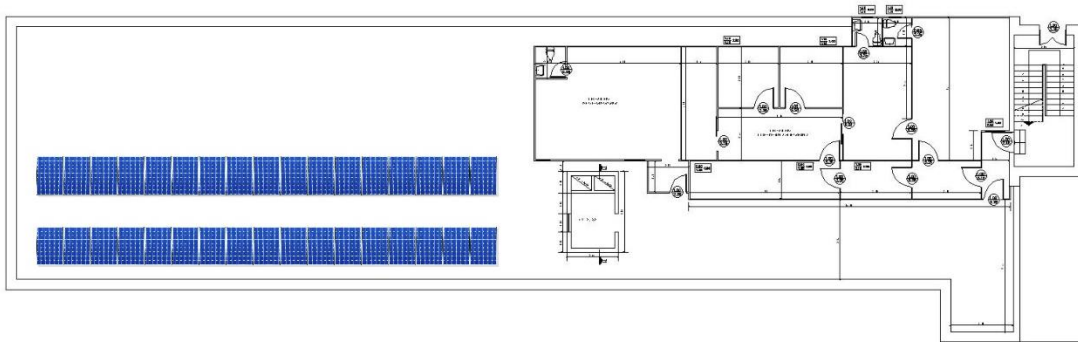
Άρα συνολική ισχύς: 9010 W

- **Περίπτωση 2**

Στην περίπτωση αυτή προκύπτει η εγκατάσταση 3 σειρών των 10 πλαισίων αρα 30 πλαίσια.

Άρα συνολική ισχύς: 7950 W

Άρα επιλέγουμε την περίπτωση 1.



Σχήμα 7.8: Κάτοψη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στην ταράτσα του κτηρίου «Οίκος αδελφών»

Επιλογή Inverter

Για την εγκατάσταση αυτή απαιτείται ένας Inverter για να διαχειριστεί τα 9010 W. Κατάλληλος είναι ο Sunny Tripower 9000TL της SMA με μέγιστη επιτρεπόμενη συνδεόμενη ισχύ 9225W και ονομαστική ισχύ 9000W.



Εικόνα 7.6: Inverter Sunny Tripower 9000TL

Όπως φαίνεται και από τις ονομασίες των παραπάνω Inverter, επέλεξα να είναι όλοι τριφασικοί λόγω τόσο του μεγέθους της ισχύος όσο και λόγω του είδους του δικτύου στο οποίο θα συνδεθούν.

Άρα η συνολική εγκατάσταση αποτελείται από:

Αριθμός πλαισίων: 245

Εγκατεστημένη Ισχύς: 64925 W

7.3 Χρηματοοικονομική Μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων

Η παρακάτω μελέτη πραγματοποιήθηκε στην πλατφόρμα διαχείρισης ενέργειας.

Αριθμό πλαισίων	245		
Ισχύς ανά πλαίσιο	265		
Εγκατεστημένη ισχύς (W)	64925		
Εκτιμώμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (W)	61000		
Τιμή πώλησης παραγόμενης ενέργειας	0.166		
	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας	Δαπάνη
Φωτοβολταϊκά πλαίσια	245	195	47775
Μεταλλικές βάσεις, στήριξης, αγκύρια στέγης, βίδες κλπ	245	40	9800
Καλωδιώσεις	1000	1	1000
Μετατροπέας ισχύος	3	8000	24000
Μεταφορά, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία	1	2000	2000
Υπολογισμός			
ΣΥΝΟΛΟ ΔΑΠΑΝΩΝ:			84575
ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ 9%:			7611.75
ΑΞΙΑ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ:			92186.8
ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗ ΦΠΑ 23%:			21203
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΔΑΠΑΝΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ:			113390
Επιτόκιο αναγωγής:			0.05
Συντελεστής μείωσης:			0.995
Υπολογισμός			
			ΚΠΑ 22754.607047939
Χρονιά	Παραγόμενη ενέργεια (Kwh)	Ετήσια Έσοδα	Ανηγμένες ΚΤΡ
1	61000	10126	9643.8095238095
2	60695	10075.37	9138.6575963719
3	60391.525	10024.99315	8659.9660079905
4	60089.567375	9974.86818425	8206.3487409053
5	59789.119538125	9924.9938433287	7776.4923782864
6	59490.173940434	9875.3688741121	7369.1523013286
7	59192.723070732	9825.9920297415	6983.1490855447
8	58896.759455379	9776.8620695928	6617.3650858257
9	58602.275658102	9727.977592449	6270.7412003777
10	58309.264279811	9679.3378704486	5942.2738041674
11	58017.717958412	9630.9411810964	5631.0118429967
12	57727.62936862	9582.7864751909	5336.0540797921
13	57438.991221777	9534.872542815	5056.5464851364
14	57151.796265668	9487.1981801009	4791.6797644864
15	56866.03728434	9439.7621892004	4540.687014918
16	56581.707097918	9392.5633782544	4302.8415046128
17	56298.798562428	9345.6005613631	4077.4545686569
18	56017.304569616	9298.8725585563	3863.8736150606
19	55737.218046768	9252.3781957635	3661.4802352241
20	55458.531956534	9206.1163047847	3469.688413379
21	55181.239296752	9160.0857232608	3287.9428298211
22	54905.333100268	9114.2852946445	3115.7172530209
23	54630.806434767	9068.7138681712	2952.5130159579
24	54357.652402593	9023.3702988304	2797.8575722649
25	54085.86414058	8978.2534473362	2651.3031280034

Πίνακας 7.4: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων στα 2 κτήρια

Την παραπάνω μελέτη η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλα αυτά οι ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Καθώς όμως στα κτήρια που μελετήθηκαν δεν υπάρχει ιδιαίτερη κατανάλωση για ΖΝΧ, δεν πραγματοποιήθηκε η αντίστοιχη μελέτη για την εξοικονόμηση ενέργειας στο ΖΝΧ. Παρόλα αυτά αξίζει να γίνει μια αναφορά στην τεχνολογία αυτή.

Τα συστήματα που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα και αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση, τον κλιματισμό ή την παραγωγή θερμού νερού χρήσης, ονομάζονται ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Διακρίνονται σε αυτόνομα, προθέρμανσης και υβριδικά συστήματα, ανάλογα με το αν συνδυάζονται ή όχι με συμβατικά συστήματα. Για τη συλλογή και αποθήκευση της ενέργειας χρησιμοποιούν είτε αέρα, οπότε πρόκειται για ηλιακά συστήματα αέρα, είτε υγρό (ηλιακά συστήματα υγρού), που είναι και η πιο διαδεδομένη κατηγορία.

Τα ενεργητικά ή θερμικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται ευρέως στην Ελλάδα, κυρίως για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Μπορούν, όμως, να χρησιμοποιηθούν οπουδήποτε απαιτείται θερμότητα χαμηλής θερμοκρασιακής στάθμης. Έτσι, η χρήση της ηλιακής ενέργειας για την παραγωγή ψύξης και τον κλιματισμό των χώρων κερδίζει συνεχώς έδαφος, καθώς την εποχή που απαιτούνται τα ψυκτικά φορτία είναι αυξημένη η ηλιακή ακτινοβολία. Σήμερα η τεχνολογία ηλιοθερμικών συστημάτων έχει εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό ώστε αυτά να αποτελούν πλέον ανταγωνιστική επιλογή συστήματος θέρμανσης έναντι των άλλων συμβατικών συστημάτων με λέβητα. Αυτό οφείλεται και στο γεγονός της παράλληλης ανάπτυξης των συστημάτων θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών. Τέτοια συστήματα είναι το ενδοδαπέδιο σύστημα το οποίο απαιτεί θερμότητα θερμοκρασίας κάτω των 35°C καθώς και τα θερμαντικά πινάκια (πανέλα) τα οποία λειτουργούν περί τους 50°C. Σε αυτές τις περιοχές των χαμηλών θερμοκρασιών, οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες λειτουργούν με υψηλό βαθμό απόδοσης. Έτσι οι λέβητες μπορούν πλέον να συμβάλουν οικονομικά στην θέρμανση χώρων παράλληλα με την παραδοσιακή τους χρήση, δηλαδή την παραγωγή ΖΝΧ.

Έτσι διατίθενται πλέον εις την αγορά ηλιοθερμικά συστήματα για την συνδυασμένη θέρμανση χώρων και την παραγωγή ΖΝΧ, τα οποία αποκαλούνται ηλιοθερμικά τύπου Κόμπι (Combi). Τα συστήματα αυτά διακρίνονται από τα ηλιακά συστήματα παραγωγής μόνο ΖΝΧ, ως προς τον τρόπο παραγωγής και αποθήκευσης ΖΝΧ.

Τα συστήματα Combi πρέπει να συνδυάζονται πάντα με μία βοηθητική πηγή ενέργειας διότι η ηλιακή ενέργεια δεν είναι πάντοτε διαθέσιμη όταν χρειάζεται. Παρά το γεγονός ότι το θερμοδοχείο αποθηκεύει θερμότητα για τις ώρες όπου δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία, εν τούτοις αυτή η αποθηκευτική ικανότητα δεν μπορεί να καλύπτει φορτία σε περιόδους παρατεταμένης συννεφιάς. Για τον λόγο αυτό, απαιτείται η χρήση μίας συμπληρωματικής πηγής θερμότητας, συνήθως λέβητας πετρελαίου ή αερίου, η οποία καλύπτει τις ανάγκες θερμότητας σε τέτοιου είδους περιόδους.

Κεφάλαιο 8 – Οικονομοτεχνική Μελέτη

8.1 Κριτήρια αξιολόγησης

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

- Επεμβάσεις νοικοκυρέματος

Είναι μέτρα χωρίς ειδική χρηματοδότηση, που εφαρμόζονται σε τακτική βάση και εντάσσονται στη συνήθη λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου. Δεν απαιτείται αρχικό κόστος ούτε διακοπή της λειτουργίας της επιχείρησης. Συνήθως αφορά σε μέτρα όπως π.χ. κλείσιμο του κλιματισμού και του φωτισμού όταν οι χώροι δεν χρησιμοποιούνται, διόρθωση της θερμοκρασίας ρύθμισης του κλιματισμού κλπ. Τα μέτρα αυτά συνδέονται άμεσα με την αλλαγή συμπεριφοράς των χρηστών ενός κτιρίου γι' αυτό για να εξασφαλιστεί η επιτυχία αυτών των μέτρων, θα πρέπει να υπάρξει συνεχής ενημέρωση των χρηστών σε ενεργειακά θέματα. Τέτοιες επεμβάσεις ενδεικτικά είναι:

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

- Επεμβάσεις χαμηλού κόστους

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

Μερικά από αυτά είναι :

- Κατάργηση περιττών ανοιγμάτων με ταυτόχρονη θερμική προστασία των επιφανειών που καλύπτουν.
- Αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης.
- Αντικατάσταση υαλοπινάκων με νέους διπλούς
- Εφαρμογή έγχρωμων και ανακλαστικών φιλμ ή τοπικών διατάξεων εσωτερικής σκίασης (περσίδες, κουρτίνες) σε ανοίγματα με ανεπιθύμητα υψηλό θερινό ηλιακό κέρδος.
- Εφαρμογή μηχανισμών αυτόματης επαναφοράς θυρών.

- Αντικατάσταση θυρών, με άλλες νέου σχεδιασμού από υλικά με ειδική προστασία και μικρότερη θερμοπερατότητα.
- Προσθήκη θερμομονωτικού στρώματος σε τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας που βρίσκονται πίσω από θερμαντικά σώματα κεντρικής θέρμανσης.
- Εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων στα θερμαντικά σώματα με δυνατότητα τοπικής ρύθμισης της θερμοκρασίας.

- Επεμβάσεις ανακατασκευής

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

Μερικά από αυτά:

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

Τα μέτρα ενεργειακής βελτίωσης διαχωρίζονται ακόμη με βάση το χώρο ή το σύστημα στο οποίο θα εφαρμοστούν. Πιο συγκεκριμένα χωρίζονται σε δράσεις:

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

Στόχος της χρηματοοικονομικής ανάλυσης των έργων ενεργειακής βελτίωσης είναι η εξέταση της οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης. Για τη χρηματοοικονομική ανάλυση θα χρειαστούν ορισμένες γνώσεις οικονομικών όρων όπως είναι ο χρόνος απόσβεσης ή ΧΑ, ο συντελεστής προεξόφλησης, η καθαρή παρούσα αξία ΚΠΑ και ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης.

Γενικά στις περισσότερες εφαρμογές απαιτούνται αρχικές επενδύσεις για την υλοποίηση των μέτρων ενεργειακής εξοικονόμησης. Οι επενδύσεις αυτές πρέπει να δικαιολογηθούν μέσω της μείωσης των λειτουργικών εξόδων, που προκύπτουν από τη μείωση του κόστους ενέργειας.

Οι βελτιώσεις των ενεργειακών συστημάτων έχουν πάντοτε μια καθυστερημένη απόδοση, επειδή τα έξοδα γίνονται στην αρχή της επέμβασης και τα οφέλη προκύπτουν αργότερα. Για να είναι ένα έργο οικονομικά αξιόπιστο θα πρέπει να εξασφαλίζει το βέλτιστο όφελος με το μικρότερο επενδυτικό κίνδυνο. Η διαδικασία αυτή αφορά τα ενεργειακά έργα με μέτριο κόστος επένδυσης και πολύ περισσότερο εκείνα με υψηλό κόστος επένδυσης.

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

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

Εξετάζοντας ορισμένες βασικές οικονομικές έννοιες που αφορούν την οικονομική αξιολόγηση των επεμβάσεων έχουμε:

- Ως μέτρο της οικονομικής απόδοσης συνήθως λαμβάνεται ο χρόνος απόσβεσης (ΧΑ) ή χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης. Ο χρόνος απόσβεσης αποτελεί τον απλούστερο δείκτη για μια πρώτη ένδειξη οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης. Βοηθά τον υποψήφιο επενδυτή στην εκτίμηση του οικονομικού κινδύνου μιας επένδυσης. Ορίζεται σαν ο λόγος της αρχικής δαπάνης σε Ευρώ δια το ετήσιο όφελος σε Ευρώ/έτος.
- Στα πιο σύνθετα μέτρα της οικονομικής απόδοσης συμπεριλαμβάνεται αυτό της καθαρής παρούσας αξίας ή ΚΠΑ μιας επένδυσης η οποία είναι το συνολικό καθαρό όφελος της επένδυσης, που προκύπτει ως διαφορά μεταξύ του λειτουργικού οφέλους και του συνόλου των δαπανών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της.
- Επίσης, χρησιμοποιείται και ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης ή ΕΣΑ ο οποίος είναι το επιτόκιο για το οποίο τα συνολικά έσοδα από την επένδυση είναι ίσα με το αρχικό της κόστος.

Πιο αναλυτικά παρουσιάζονται στην συνέχεια οι ορισμοί και οι τύποι υπολογισμού των οικονομικών μεγεθών που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των επεμβάσεων.

- Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)

Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής:

$$ΚΠΑ = -K + \sum_{i=1}^N \frac{F_i}{(1+d)^i} + \frac{YA_N}{(1+d)^N}$$

Εξίσωση 8.1: Εξίσωση υπολογισμού Καθαρής Παρούσας Αξίας

Όπου :

K : Κόστος αρχικής επένδυσης

F_i : Ετήσιο καθαρό όφελος

N : Διάρκεια ζωής επένδυσης (έτη)

d : Επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία

YA : Η υπολειμματική αξία της επένδυσης στο τέλος της διάρκειας ζωής της

Για τον προσδιορισμό της βιωσιμότητας της επένδυσης ισχύει:

- Για ΚΠΑ > 0, η επένδυση θεωρείται βιώσιμη
- Για ΚΠΑ < 0, η επένδυση δεν θεωρείται βιώσιμη
- Για ΚΠΑ = 0, η επένδυση θεωρείται βιώσιμη με μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης ίσο με d

Γενικότερα, μεγάλη ΚΠΑ συνεπάγεται και υψηλή οικονομική απόδοση της επένδυσης. Σημειώνεται ότι σε όλους τους υπολογισμούς του παρόντος κεφαλαίου, η υπολειμματική αξία θεωρείται μηδενική, το επιτόκιο αναγωγής ίσο με 5%.

- Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA)

Το κριτήριο του Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης (EBA) είναι η τιμή του επιτοκίου αγοράς που μηδενίζει την παρούσα αξία μιας σειράς πληρωμών. Για την εύρεση του πρακτικά εξισώνεται η καθαρή παρούσα αξία με μηδέν.

$$ΚΠΑ_{(d=EBA)} = 0$$

Εξίσωση 8.2: Συνθήκη υπολογισμού Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης

Για τον προσδιορισμό της βιωσιμότητας της επένδυσης ισχύει:

- Για EBA > d, η επένδυση κρίνεται αποδεκτή
- Για EBA < d, η επένδυση κρίνεται μη αποδεκτή
- Για EBA = d, η αποδοχή ή μη της επένδυσης είναι στην κρίση του επενδυτή

Το κριτήριο του EBA παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με το κριτήριο της ΚΠΑ γι' αυτό και συχνά προτιμάται για την αξιολόγηση της απόδοσης μιας επένδυσης. Ωστόσο πολλές φορές, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για σύγκριση επενδύσεων διαφορετικών μεγεθών ενδέχεται να μη δώσει απολύτως σωστά αποτελέσματα.

- Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (EPA)

Το κριτήριο της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (EPA) είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Για τον προσδιορισμό της EPA λύνεται η εξίσωση:

$$ΚΠΑ_{(N=EPA)} = 0$$

Εξίσωση 8.3: Συνθήκη υπολογισμού Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής

Η επένδυση θεωρείται οικονομικά βιώσιμη εάν η τιμή του ΕΠΑ ικανοποιεί της προσδοκίες του εκάστοτε επενδυτή ως προς τον χρόνο αποπληρωμής της. Συνήθως το έργο κρίνεται βιώσιμο εάν η ΕΠΑ είναι μικρότερη από την αναμενόμενη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

Πολλά ενεργειακά έργα έχουν κύκλο ζωής μεγαλύτερο από 5 έτη και απαιτούν σημαντικά επενδυτικά κεφάλαια. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να συνυπολογιστεί η διαχρονική μείωση της αξίας του χρήματος. Διαχρονική μείωση έχουμε γιατί τα χρήματα της επένδυσης που αποδίδονται σήμερα, αξίζουν περισσότερο από τα ίδια χρήματα που θα αποδοθούν μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα, αφού τα χρήματα που αποδίδονται σήμερα μπορούσαν να επενδυθούν με καλύτερη απόδοση μέχρι τη στιγμή που θα αποδοθεί το άλλο ίσης αξίας ποσό. Η διαχρονική μείωση της αξίας του χρήματος εκφράζεται με το συντελεστή προεξόφλησης ΣΠ του μελλοντικού κόστους και οφέλους, που υπολογίζεται από την σχέση:

$$\Sigma\Pi = \frac{1}{(1+r)^v}$$

Εξίσωση 8.4: Εξίσωση υπολογισμού Συντελεστή Προεξόφλησης

Όπου:

- ∞ r : επιτόκιο προεξόφλησης
- ∞ v : αριθμός έτους από αρχική επένδυση

Στο στάδιο αυτό εξετάζεται επίσης η πιθανότητα χρηματοδοτικής ενίσχυσης από ευρωπαϊκά προγράμματα, καθώς και η χρήση σύγχρονων χρηματοδοτικών μηχανισμών, όπως είναι η χρηματοδότηση από τρίτους κυρίως μέσω εταιρειών παροχής ενεργειακών υπηρεσιών.

8.2 Αξιολόγηση δράσεων εξοικονόμησης

Έχοντας παρουσιάσει πλήρως τα στοιχεία των κτηρίων και τις μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στα ήδη υπάρχοντα συστήματα αλλά και σε κάποιες δράσεις που μπορούν να πραγματοποιηθούν, θα παρουσιαστούν σε αυτή την παράγραφο τα οικονομικά μεγέθη των δράσεων αυτών. Ταυτόχρονα θα σχολιαστεί και η σκοπιμότητα υλοποίησής τους.

1^η δράση - Εγκατάσταση Μετρητών

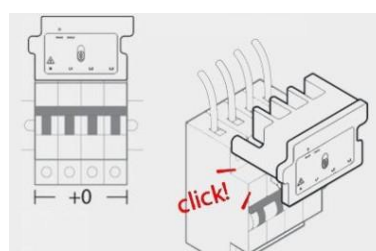
Η δράση αυτή δεν έχει παρουσιαστεί προηγουμένως παρόλο που είναι από τις πιο σημαντικές δράσεις. Λόγω της έλλειψης μετρητών στην εγκατάσταση είναι δύσκολη τόσο η εποπτεία όσο και η διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας. Γι' αυτό θεωρείται πρωταρχικής σημασίας να εγκατασταθούν μετρητές τόσο στους κεντρικούς πίνακες στο μηχανοστάσιο όσο και στους πίνακες στους ορόφους. Πλέον υπάρχουν διάφορα συστήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εγκατάσταση τα οποία μπορούν να συνδυάζουν εκτός από την καταγραφή της ενέργειας και την διαχείριση διάφορων συστημάτων όπως παρουσιάστηκε

και προηγουμένως. Παρόλα αυτά υπάρχουν και πιο άμεσες λύσεις για τη εποπτεία μόνο της κατανάλωσης. Ένας τέτοιος μετρητής είναι το Wi-beee.

Το Wi-beee είναι ένας μετρητής κατανάλωσης (μονοφασικός ή τριφασικός), που τοποθετείται στις ηλεκτρολογικές ασφάλειες στον πίνακα μετρώντας το ρεύμα που διέρχεται από αυτές. Χρησιμοποιεί μια ασύρματη σύνδεση Wi-Fi στο δίκτυο για την αποστολή & λήψη από τον χρήστη των ηλεκτρικών στοιχείων κατανάλωσης από οποιαδήποτε ηλεκτρονική συσκευή (smartphone, το tablet ή PC) σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα καταγράφονται στο διακομιστή σύννεφο (cloud) ή μπορούν να σταλούν στο τοπικό server, παρέχοντας τη δυνατότητα γραφημάτων, σύγκρισης καταναλώσεων κτλ. ώστε να ανταποκρίνονται οι αναφορές όσο το δυνατόν καλύτερα στις ανάγκες του χρήστη. Δεν απαιτείται ειδική εγκατάσταση όπως δείχνει και η παρακάτω εικόνα.



A)



B)

Εικόνα 8.1: α) Το Wi-beee, β) Τρόπος εγκατάστασης Wi-beee

2^η δράση - Βάψιμο εσωτερικής τοιχοποιίας

Η δράση αυτή δεν αφορά τόσο την εξοικονόμηση ενέργειας παρόλο που τελικά προκύπτει και εξοικονόμηση λόγω των αισθητήρων παρουσίας. Όπως παρουσιάστηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, το χρώμα των τοίχων είναι πολύ σημαντικό για τον σωστό φωτισμό του χώρου. Όσο πιο ανοιχτά είναι τα χρώματα τόσο μεγαλύτερες είναι οι αντανακλάσεις και αρα τόσο περισσότερο φως διαχέεται στους χώρους. Οι μελέτες φωτισμού πραγματοποιήθηκαν με συγκεκριμένες αποχρώσεις που προσομοιάζουν τις πραγματικές αποχρώσεις των χώρων. Το κόστος για την πλήρη κάλυψη των ΤΜ ανέρχεται στα 6000 ευρώ.

3^η δράση - Καινούρια κλιματιστικά

Η δράση αυτή όπως προκύπτει και από την παρακάτω μελέτη είναι ιδιαίτερα συμφέρουσα παρόλο που η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι αρκετά μεγάλη. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια καθώς ΚΠΑ>0, ΕΒΑ>d και η ΕΠΑ είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Παρόλα αυτά η δράση αυτή κατατάσσεται στις λιγότερο αποδοτικές σε σχέση με τις υπόλοιπες.

Κόστος επένδυσης (€):	24979
Διαφορά κατανάλωσης:	39370.6
Αξία ηλεκτρικής ενέργειας ανά KWh:	0.06428
Όφελος (€):	2530.75
Χρονικό διάστημα ΚΠΑ (έτη):	25
Λειτουργικά έξοδα (€):	500
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	3642.28
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	6.40977
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	13.9424

Πίνακας 8.1: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης κλιματιστικών μονάδων

4^η δράση - Εγκατάσταση θερμοστατικών κεφαλών

Η δράση αυτή είναι μία από τις πιο συμφέρουσες και υλοποιήσιμες δράσεις. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια καθώς ΚΠΑ>0 , ΕΒΑ>d και η ΕΠΑ είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Το κόστος της επένδυσης είναι ιδιαίτερα μικρό και το όφελος από την εγκατάσταση του συστήματος ιδιαίτερα μεγάλο. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι σχεδόν μηδαμινός. Τέλος αυτή η δράση μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα.

Κόστος επένδυσης (€):	3880
Όφελος (€):	5595
Χρονικό διάστημα:	30
Λειτουργικά έξοδα (€):	0
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	82128.9
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	144.201
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	0.723286

Πίνακας 8.2: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης θερμοστατικών κεφαλών

5^η δράση - Εγκατάσταση συστήματος καιρικής αντιστάθμισης

Η δράση αυτή είναι η πιο συμφέρουσα και υλοποιήσιμη δράση απ' όσες μελετήθηκαν. Αφορά το σύνολο της εγκατάστασης κάτι που αποδεικνύει τα μακροχρόνια οφέλη της δράσης. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια καθώς ΚΠΑ>0 , ΕΒΑ>d και η ΕΠΑ είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Το κόστος της επένδυσης είναι ιδιαίτερα μικρό και το όφελος από την εγκατάσταση του συστήματος ιδιαίτερα μεγάλο. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι σχεδόν μηδαμινός. Τέλος αυτή η δράση μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα.

Κοστος επενδυσης (€):	3465
Όφελος (€):	46625
Χρονικό διάστημα:	30
Λειτουργικά εξοδα (€):	0
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	713276
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	1345.6
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	0.076301

Πίνακας 8.3: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης συστήματος καιρικής αντιστάθμισης

6^η δράση αλλαγή μόνωσης

Για την μελέτη της μόνωσης εξετάστηκαν χωριστά τα δύο κτήρια. Έτσι και η αξιολόγηση των δράσεων πραγματοποιείται στην συνέχεια ξεχωριστά. Αξίζει να επαναληφθεί ότι και στα δύο κτήρια χρησιμοποιήθηκε διογκωμένη πολυστερίνη πάχους 0,05m με τιμή 4ευρώ/τμ.

ω Παραδοσιακό

Στο παραδοσιακό κτήριο σύμφωνα με την οικονομοτεχνική μελέτη η δράση είναι συμφέρουσα καθώς πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια όπου ΚΠΑ>0 , ΕΒΑ>d και η ΕΠΑ είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Το αρχικό κεφάλαιο είναι συγκρίσιμο με τις περισσότερες από τις άλλες δράσεις αλλά πρέπει να αναφερθεί πως το κόστος αναφέρεται μόνο στην αγορά του μονωτικού. Καθώς όμως το παραδοσιακό κτήριο σαν διατηρητέο απαιτεί ειδικούς τρόπους επεξεργασίας της τοιχοποιίας για την εγκατάσταση του μονωτικού, ενδέχεται το αρχικό κεφάλαιο να είναι σημαντικά μεγαλύτερο από αυτό που υπολογίστηκε.

Αξία ανά Τετραγωνικό Υλικού (€):	7
Επιφάνεια (τ.μ):	2481
Κοστος επενδυσης (€):	17367
Όφελος (€):	2455
Χρονικό διάστημα:	50
Λειτουργικά εξοδα (€):	0
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	27451.3
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	14.11682564020157
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	8.94651

Πίνακας 8.4: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης θερμομόνωσης στο παραδοσιακό κτήριο

ω Οίκος αδελφών

Στο κτήριο «Οίκος αδελφών» σύμφωνα με την οικονομοτεχνική μελέτη η δράση είναι συμφέρουσα καθώς πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια όπου ΚΠΑ>0 , ΕΒΑ>d και η ΕΠΑ είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Το αρχικό

κεφάλαιο είναι συγκρίσιμο με τις περισσότερες από τις άλλες δράσεις αλλά πρέπει να αναφερθεί πως το κόστος αναφέρεται μόνο στην αγορά του μονωτικού.

Αξία ανά Τετραγωνικό Υλικού (€):	7
Επιφάνεια (τ.μ):	2424
Κόστος επένδυσης (€):	16968
Όφελος (€):	2316
Χρονικό διάστημα:	50
Λειτουργικά εξοδα (€):	0
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	25312.7
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	13.62625068426132
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	9.35051

Πίνακας 8.5: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης θερμομόνωσης στο κτήριο «Οίκος αδελφών»

Παρατηρείται πως και στα δύο κτήρια η εφαρμογή εσωτερικής θερμομόνωσης κρίνεται ως πολύ συμφέρουσα δράση καθώς η έντοκη περίοδος αποπληρωμής προκύπτει γύρω στα 10 χρόνια. Το χρονικό διάστημα αυτό αποτελεί το μισό από το συνήθως προκύπτων χρονικό διάστημα σε δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στη μόνωση. Αξίζει να αναφερθεί πως λόγω της παλαιότητας των κτηρίων, προτού εφαρμοστεί η δράση, πρέπει να γίνει εμπειριστατωμένη μελέτη από πολιτικό μηχανικό που θα διαπιστώσει πως η διογκωμένη πολυστερίνη που χρησιμοποιήθηκε στη μελέτη, είναι συμβατή με τα δομικά υλικά των δύο κτηρίων.

7^η δράση - Εγκατάσταση φωτιστικών LED

Η δράση αυτή είναι ομοίως πολύ συμφέρουσα. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια καθώς ΚΠΑ>0 , ΕΒΑ>d και η ΕΠΑ είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Το κόστος της επένδυσης είναι δεν είναι ιδιαίτερα μικρό αλλά τα μακροπρόθεσμα οφέλη είναι ιδιαίτερα μεγάλα. Με την δράση αυτή μειώθηκε η κατανάλωση του φωτισμού κατά 50%. Την στιγμή αυτή το κόστος των φωτιστικών LED είναι ιδιαίτερα μεγάλο αλλά στα επόμενα χρόνια προσμένεται οι τιμές να έχουν μειωθεί έως και 50%. Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι η τιμές που χρησιμοποιήθηκαν είναι λιανικής οπότε το κόστος της επένδυσης ενδέχεται να είναι μικρότερο. Παρόλα αυτά ακόμα και με τις υπολογισμένες τιμές η δράση προκύπτει ιδιαίτερα συμφέρουσα.

Κόστος επένδυσης (€):	60818
Όφελος (€):	6843
Χρονικό διάστημα:	30
Λειτουργικά εξοδα (€):	0
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	44375.7
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	10.7216
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	12.0449

Πίνακας 8.6: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης φωτιστικών LED

8^η δράση - Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων

Η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών είναι μια δράση με ιδιαίτερα μεγάλα οικονομικά οφέλη και ιδιαίτερα μεγάλη ΚΠΑ. Όπως προέκυψε και από την οικονομοτεχνική μελέτη που παρουσιάστηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, για την μελέτη αυτή ισχύει **ΚΠΑ=22754,60**. Η δράση αυτή είναι ιδιαίτερα συμφέρουσα καθώς υπάρχουν πολύ οργανισμοί που υποστηρίζουν την χρήση της πράσινης ενέργειας στις κτηριακές και νοσοκομειακές εγκαταστάσεις με αποτέλεσμα να μειωθεί αισθητά το κόστος της επένδυσης, το οποίο και είναι το μεγαλύτερο από όλες τις δράσεις που παρουσιάζονται.

9^η δράση - Εγκατάσταση ρυθμιστών διαφορικής πίεσης

Η δράση αυτή είναι η δεύτερη πιο συμφέρουσα από όλες τις δράσεις που μελετήθηκαν. Αφορά το σύνολο της εγκατάστασης κάτι που αποδεικνύει τα μακροχρόνια οφέλη της δράσης. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια καθώς ΚΠΑ>0 , ΕΒΑ>d και η ΕΠΑ είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Το κόστος της επένδυσης είναι ιδιαίτερα μικρό και το όφελος από την εγκατάσταση του συστήματος ιδιαίτερα μεγάλο. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι σχεδόν μηδαμινός. Τέλος αυτή η δράση μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα.

Κόστος επένδυσης (€):	722
Όφελος (€):	5596
Χρονικό διάστημα:	30
Λειτουργικά έξοδα (€):	0
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	85302.2
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	775.069
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	0.132648

Πίνακας 8.7: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης ρυθμιστών διαφορικής πίεσης

10^η δράση εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας

Η δράση αυτή είναι από τις πιο συμφέρουσες δράσεις. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια καθώς ΚΠΑ>0 , ΕΒΑ>d και η ΕΠΑ είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Το κόστος της επένδυσης είναι ιδιαίτερα μικρό και το όφελος από την εγκατάσταση του συστήματος ιδιαίτερα μεγάλο. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι σχεδόν μηδαμινός. Τέλος αυτή η δράση μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα.

Κοστος επενδυσης (€):	3110
Όφελος (€):	2626
Χρονικό διάστημα:	12
Λειτουργικά εξοδα (€):	0
Επιτόκιο Αναγωγής (i):	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):	20164.9
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ):	84.3826
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ):	1.2511

Πίνακας 8.8: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης αισθητήρων παρουσίας

8.3 Τελικά συμπεράσματα

Σύμφωνα με την μελέτη που προηγήθηκε, προκύπτει ότι υπάρχουν πολλές δράσεις που μπορούν να υλοποιηθούν στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο Αθηνών. Υπάρχουν δράσεις που απαιτούν πολύ μικρό αρχικό κεφάλαιο αλλά και δράσεις που θα βελτιώσουν την λειτουργικότητα των χώρων και το έργο των εργαζομένων. Αξίζει να αναφερθεί πως οι δράσεις αυτές αποτελούν αντικείμενο προμελέτης και συνεπώς προτού υλοποιηθούν είναι απαραίτητη η μελέτη από μηχανικούς που ειδικεύονται στην κάθε εγκατάσταση.

Λόγω τις ιδιομορφίας των δύο κτηρίων που μελετήθηκαν, δεν παρουσιάστηκαν δράσεις που μπορούν να εφαρμοστούν στα υπόλοιπα κτήρια που αποτελούν το Ιπποκράτειο. Προτείνεται λοιπόν οι δράσεις αυτές να μελετηθούν από την αρχή για τα άλλα κτήρια ώστε να αποδειχτεί η αποτελεσματικότητά τους και τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί πως αν υλοποιηθούν όλες οι παραπάνω δράσεις, η εξοικονόμηση ενέργειας θα αγγίξει το ποσοστό του 60% στο φωτισμό, του 50% στη θέρμανση και του 20% στον κλιματισμό. Έτσι μπορεί η νοσοκομειακή εγκατάσταση με λίγες δράσεις να γίνει πιο πράσινη από ποτέ.

Βιβλιογραφία

- [1] Γενικών Νοσοκομείων Αθηνών «Ιπποκράτειον» 85 Χρόνια, Προσέγγιση στην ιστορική διαδρομή του & η πραγματοποίηση του οράματος αναμόρφωσης του (2005-2007), Δημήτρης Βανδώρος, Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα 2007
- [2] Φωτοτεχνία, 2^η έκδοση, Φραγκίσκος Β. Τοπαλής, Λάμπρος Οικονόμου, Σταυρούλα Κουρτέση, Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα 2014
- [3] Φωτοβολταϊκά συστήματα από τη θεωρία στην πράξη, Κωσταντίνος Θ. Δέρβος, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2013
- [4] Σημειώσεις: Διαχείριση Ενέργειας και Περιβαλλοντική πολιτική, Ιωάννης Ψαρράς, 9^ο εξάμηνο, Αθήνα 2010
- [5] Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων και βιομηχανιών, Σταμάτης Δ. Πέρδιος, ΣΕΛΚΑ-4Μ, Αθήνα 2006
- [6] Βιομηχανικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Τόμος Ι, Κτηριακές ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, Π.Δ. Μπούρκας, Αθήνα 2012
- [7] Επίσημη σελίδα Γ.Ν.Α. Ιπποκράτειο www.hippocratio.gr
- [8] Τιμολόγια Μέσης Τάσης (Τιμοκατάλογοι) της ΔΕΗ
<https://www.dei.gr/el/epaggelmaties30802/megales-epixeiriseis/timologia-me-isxu-aro-01102015>
- [9] Πλατφόρμα Διαχείρισης Ενέργειας, ΕΜΠ <http://energymanagement.epu.ntua.gr>
- [10] Επίσημη Ιστοσελίδα Φυσικό Αέριο Αττικής
<http://www.aerioattikis.gr/gr/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C-%CE%91%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF-%CE%91%CF%84%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CE%91%CE%95>
- [11] Πληροφορίες για κλιματιστικά <http://www.skroutz.gr/guides/14.Chrisimes-plirofories-gia-tin-agera-klimatistikoy.html>
- [12] Modul-R LED – Glamox <http://glamox.com/gsx/products/modul-micro-led#TechGallery>
- [13] Αντλίες θερμότητας, TiSoft, <http://www.ti-soft.com/el/support/help/thermocad/libraries/products/heatpumps/general>
- [14] Το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ, Επίσημη ιστοσελίδα Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak/te_e_kenak
- [15] Εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ από αυτοπαραγωγούς με συμψηφισμό ενέργειας κατ' εφαρμογή του άρθρου 14Α του ν.3468/2006, ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΠΕ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΠΟΠΤΕΙΑΣ ΑΠΕ, Αθήνα, 30/12/2014 Αρ. Πρωτ.: ΑΠΕΗΛ/Α/Φ1/οικ. 24461
- [16] Net metering αυτοπαραγωγή ρεύματος με φωτοβολταϊκά, Επίσημη ιστοσελίδα Εταιρίας Olympic <http://www.oleng.eu/net-metering/>
- [17] ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ/PANEL SOLAR ENERGYΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ SE 260-265WATT, eshops.gr, <http://www.eshops.gr/catalog/product/view/id/4296/s/se-260-265-watt-photovoltaic-off-grid-stand-alone/category/803/>
- [18] Τι είναι η ενεργειακή κλάση, Επίσημη ιστοσελίδα Κλιματιστικών Inventor , <http://inventoraircondition.gr/faq-frequently-asked-questions/faq-end-users/ti-einai-i-energeiaki-klasi-a/>

- [19] ΑΠΑΓΟΡΕΥΣΗ ΔΙΑΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ R-22, Επίσημη ιστοσελίδα εταιρίας cryoart,
<http://www.cryoart.gr/index.jsp;jsessionid=5EB10725B9A267C786292690BB2E88B7?CMCCode=1005&CMRCode=14TLRVPO7&extLang>
- [20] SINGER 12 SNG16-12iVi Air Condition | Media Markt,
http://www.mediemarkt.gr/el/product/singer-12-sng16-12ivi-1179147.html#_CF_84_CE_B5_CF_87_CE_BD_CE_B9_CE_BA_CE_AC-_CF_87_CE_B1_CF_81_CE_B1_CE_BA_CF_84_CE_B7_CF_81_CE_B9_CF_83_CF_84_CE_B9_CE_BA_CE_AC
- [21] INVENTOR Life L3VI-16 με ιονιστή Air Condition | Media Markt,
http://www.mediemarkt.gr/el/product/inventor-life-l3vi-16-%CE%BC%CE%B5-%CE%B9%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE-1174441.html#_CF_84_CE_B5_CF_87_CE_BD_CE_B9_CE_BA_CE_AC-_CF_87_CE_B1_CF_81_CE_B1_CE_BA_CF_84_CE_B7_CF_81_CE_B9_CF_83_CF_84_CE_B9
- [22] INVENTOR Life L3VI-18 με ιονιστή Air Condition | Media Markt,
http://www.mediemarkt.gr/el/product/inventor-life-l3vi-18-%CE%BC%CE%B5-%CE%B9%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE-1174443.html#_CF_84_CE_B5_CF_87_CE_BD_CE_B9_CE_BA_CE_AC-_CF_87_CE_B1_CF_81_CE_B1_CE_BA_CF_84_CE_B7_CF_81_CE_B9_CF_83_CF_84_CE_B9
- [23] MIDEA MS11D-24HRDN1-QC2W Air Condition | Media Markt,
http://www.mediemarkt.gr/el/product/midea-ms11d-24hrdn1-qc2w-1120256.html#_CF_84_CE_B5_CF_87_CE_BD_CE_B9_CE_BA_CE_AC-_CF_87_CE_B1_CF_81_CE_B1_CE_BA_CF_84_CE_B7_CF_81_CE_B9_CF_83_CF_84_CE_B9_CE_BA_CE_AC
- [24] TOSHIBA Suzumi Plus Inverter RAS-B22N3KV2-E Air Condition | Media Markt,
http://www.mediemarkt.gr/el/product/toshiba-suzumi-plus-inverter-ras-b22n3kv2-e-1113728.html#_CF_84_CE_B5_CF_87_CE_BD_CE_B9_CE_BA_CE_AC-_CF_87_CE_B1_CF_81_CE_B1_CE_BA_CF_84_CE_B7_CF_81_CE_B9_CF_83_CF_84_CE_B9_CE_BA_CE_AC
- [25] Ενεργειακή Σήμανση Κλιματιστικών - Κλιματιστικά – Εγκατάσταση Φυσικού Αερίου – Φωτοβολταϊκά | Clima Hellas,
http://corporate.climahellas.gr/el/article_groups/4/articles/8
- [26] Kerosun Clima KCG1509IV - Κλιματιστικό Inverter,
<http://www.kotsovolos.gr/site/air-condition-heaters/air-condition/7.000-to-15.000-btu/160530-kerosun%20clima-kcg1509iv>
- [27] Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα - Οι ΑΠΕ στην Ελλάδα σήμερα,
<http://renewablegreece.wikispaces.com/%CE%9F%CE%B9+%CE%91%CE%A0%CE%95+%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BD+%CE%95%CE%BB%CE%BB%CE%AC%CE%B4%CE%B1+%CF%83%CE%AE%CE%BC%CE%B5%CF%81%CE%B1>
- [28] Τι είναι η τεχνολογία VRF-VRV; - Κλιματιστικά - Air Condition | Inventor.ac,
<http://inventoraircondition.gr/faq-frequently-asked-questions/faq-professionals/ti-einai-i-texnologia-vrf-vrv/>
- [29] Green Hospital, <http://hospital2020.org/Agreenhospital.html>
- [30] ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΑ ΚΤΙΡΙΑ & ΣΥΝΟΛΑ, Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Επίσημη ιστοσελίδα, <http://www.ypeka.gr/?tabid=382>

- [31] Philips TL5 HE 14W 830 - 55cm (MASTER) | Any-lamp , <https://www.any-lamp.com/philips-tl5-he-14w-830-55cm-master>
- [32] SUNNY TRIPOWER 25000TL-JP, Επίσημη Ιστοσελίδα SMA, <http://www.sma.de/en/products/solarinverters/sunny-tripower-25000tl-jp.html#Downloads-187993>
- [33] SUNNY TRIPOWER 60, Επίσημη Ιστοσελίδα SMA, <http://www.sma.de/en/products/solarinverters/sunny-tripower-60.html#Downloads-109590>
- [34] INVERTER ΔΙΚΤΥΟΥ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟ SMA STP TL 9000W | Smart Cover
- [35] DIM MULTI | Μεμονωμένοι αισθητήρες | OSRAM, http://www.osram.gr/osram_gr/products/electronics/light-management-systems/stand-alone-sensors/dim-multi/index.jsp
- [36] Θερμοστατική κεφαλή RTN51 SIEMENS, Επίσημη Ιστοσελίδα Τηλεθέρμανση ΕΠΕ, <http://www.telethermansia.gr/el-gr/Products.aspx?ElementID=1862f78e-4766-4895-b79b-2d741ac4f250#.Vxv5Lfl97IV>
- [37] ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ HYDROMAT DP | Hydrofire, <http://www.hydrofire.gr/?product=%CF%81%CF%85%CE%B8%CE%BC%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%B7%CF%83-%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%B7%CF%83-%CF%80%CE%B9%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%83-hydromat-dp>
- [38] Έλεγχος με Θερμοκάμερα, , Επίσημη Ιστοσελίδα Panflow <http://www.panflow.gr/ti-kanoume/exoikonomisi-energeias/elegchos-me-thermokamera>
- [39] Wibeee, Επίσημη Ιστοσελίδα ΧΩΡΟΣ ΣΜ Α.Ε., <http://wibeee.gr/wibeee/>
- [40] Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Νοσοκομείο | ΕΕΡ , <http://electrical-engineering-portal.com/energy-efficiency-in-hospitals-part-1>
- [41] EPS - Διογκωμένη Πολυστερίνη, <http://www.monotikaylika.gr/diogomeni-polysterini-eps>
- [42] Εξοικονόμηση κατανάλωσης στη θέρμανση , Επίσημη Ιστοσελίδα thermansipress, <http://thermansipress.gr/thermansia/%CF%80%CF%8E%CF%82-%CE%BC%CF%80%CE%BF%CF%81%CE%B5%CE%AF%CF%84%CE%B5-%CE%BD%CE%B1-%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CF%8E%CF%83%CE%B5%CF%84%CE%B5-%CF%84%CE%BF-%CE%BA%CF%8C%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%82-%CE%B8%CE%AD%CF%81/#.Vxv7P I97IV>
- [43] Ελεγκτές θέρμανσης – Αντιστάθμιση, Επίσημη Ιστοσελίδα HVAC Solutions, <http://www.hvac-solutions.gr/default.aspx?tab=page&ContentID=10>
- [44] Ελεγκτές θέρμανσης (αντισταθμίσεις) υψηλής ενεργειακής απόδοσης, Επίσημη Ιστοσελίδα Siemens, http://w5.siemens.com/greece/internet/el/pss/ic/bt/hvac/pages/hvaccontrollers.aspx#_ce_95_ce_bb_ce_b5_ce_b3_ce_ba_cf_84_ce_ad_cf_82_20_ce_b8_ce_ad_cf_81_ce_bc_ce_b1_ce_bd_cf_83_ce_b7_cf_82_20_ce_b1_ce_bd_cf_84_ce_b9_cf_83_cf_84_ce_b1_ce_b8_ce_bc_ce_af_cf_83_ce_b5_ce_b9_cf_82_20_ce_bc_ce_b5_20_ce_b5_cf_80_ce_b9_ce_ba_ce_bf_ce_b9_ce_bd_cf_89_ce_bd_ce_af_ce_b1
- [45] LED & Maintenance Factors, Whitecroft lighting , whitecroftlighting.com
- [46] Μεταπτυχιακή εργασία «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΣΕ ΝΕΟΚΛΑΣΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ» , Μπεκιάρη Ηλιάνα, Αθήνα, Ιανουάριος 2014, ΕΜΠ
- [47] Ρυθμιστής διαφορικής πίεσης 390 γωνιακού τύπου, SYR, http://www.syr.de/gr/download/produkte/griechenland/gr_390.pdf

- [48] Εγχειρίδιο για διατηρητέες οικοδομές,
[http://www.moi.gov.cy/moi/tph/tph.nsf/All/1B98C7B750E667CAC225784000529AD9/\\$file/Egchiridio_Diatiriteon_Oikodomon_2008.pdf?OpenElement](http://www.moi.gov.cy/moi/tph/tph.nsf/All/1B98C7B750E667CAC225784000529AD9/$file/Egchiridio_Diatiriteon_Oikodomon_2008.pdf?OpenElement)
- [49] Πρακτικές οδηγίες για εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση και τον κλιματισμό,
Κυριάκος Κυριακού
- [50] Εναλλακτικές τεχνολογίες θέρμανσης – εξοικονόμηση ενέργειας, Απόστολος
Ευθυμιάδης, Νικόλαος Γαλάνης, Κωνσταντίνα Καλλιακούδη, Αθήνα Ιούλιος 2014
- [51] Κτιριακές Υποδομές ΑΕ, Επίσημη ιστοσελίδα, <http://www.ktyp.gr/el/>

Παράρτημα Α

Υπολογισμός απωλειών στη θέρμανση πριν και μετά την εγκατάσταση της θερμομόνωσης.

- Παραδοσιακό κτήριο πριν την εγκατάσταση επιπλέον μόνωσης

Μήνας	Επιφάνεια	Uk(W/m2K)	Εσωτερική θερμ. (Κ)	Εξωτερική θερμ. (Κ)	Θερμότητα /ώρα	Ώρες/ μήνα	Απώλειες/ μήνα	Σύνολο απωλειών/ μήνα
Ιανουάριος	1400	2,236257	297	283	43830,65	198	8678,468	
	1081	1,261334	297	283	19089,02	198	3779,626	12458,09
Φεβρουάριος	1400	2,236257	297	284	40699,89	198	8058,577	
	1081	1,261334	297	284	17725,52	198	3509,653	11568,23
Μάρτιος	1400	2,236257	297	285	37569,13	171	6424,32	
	1081	1,261334	297	285	16362,02	171	2797,905	9222,226
Απρίλιος	1400	2,236257	297	289	25046,08	135	3381,221	
	1081	1,261334	297	289	10908,01	135	1472,582	4853,803
Μάιος	1400	2,236257	297	294	9392,281	90	845,3053	
	1081	1,261334	297	294	4090,505	90	368,1454	1213,451
Ιούνιος	1400	2,236257	297	298	-3130,76	180	-563,537	
	1081	1,261334	297	298	-1363,5	180	-245,43	808,9672
Ιούλιος	1400	2,236257	297	301	-12523	198	-2479,56	
	1081	1,261334	297	301	-5454,01	198	-1079,89	3559,456
Αύγουστος	1400	2,236257	297	301	-12523	198	-2479,56	
	1081	1,261334	297	301	-5454,01	198	-1079,89	3559,456
Σεπτέμβρης	1400	2,236257	297	297,5	-1565,38	135	-211,326	
	1081	1,261334	297	297,5	-681,751	135	-92,0364	303,3627
Οκτώβρης	1400	2,236257	297	293	12523,04	108	1352,489	
	1081	1,261334	297	293	5454,006	108	589,0327	1941,521
Νοέμβρης	1400	2,236257	297	288	28176,84	180	5071,832	
	1081	1,261334	297	288	12271,51	180	2208,873	7280,705
Δεκέμβρης	1400	2,236257	297	285	37569,13	198	7438,687	
	1081	1,261334	297	285	16362,02	198	3239,68	10678,37
Σύνολο απωλειών								67447,64

- Παραδοσιακό κτήριο μετά την εγκατάσταση επιπλέον μόνωσης

Μήνας	Επιφάνεια	Uk(W/m2K)	Εσωτερική θερμ. (Κ)	Εξωτερική θερμ. (Κ)	Θερμότητα /ώρα	Ώρες/ μήνα	Απώλειες/ μήνα	Σύνολο απωλειών/ μήνα
Ιανουάριος	1400	0,780939	297	283	15306,41	198	3030,67	
	1081	0,458358	297	283	6936,791	198	1373,485	4404,154
Φεβρουάριος	1400	0,780939	297	284	14213,1	198	2814,193	
	1081	0,458358	297	284	6441,306	198	1275,379	4089,572
Μάρτιος	1400	0,780939	297	285	13119,78	171	2243,483	
	1081	0,458358	297	285	5945,821	171	1016,735	3260,218
Απρίλιος	1400	0,780939	297	289	8746,522	135	1180,78	
	1081	0,458358	297	289	3963,88	135	535,1238	1715,904

Μάιος	1400	0,780939	297	294	3279,946	90	295,1951	
	1081	0,458358	297	294	1486,455	90	133,781	428,9761
Ιούνιος	1400	0,780939	297	298	-1093,32	180	-196,797	
	1081	0,458358	297	298	-495,485	180	-89,1873	285,984
Ιούλιος	1400	0,780939	297	301	-4373,26	198	-865,906	
	1081	0,458358	297	301	-1981,94	198	-392,424	1258,33
Αύγουστος	1400	0,780939	297	301	-4373,26	198	-865,906	
	1081	0,458358	297	301	-1981,94	198	-392,424	1258,33
Σεπτέμβρης	1400	0,780939	297	297,5	-546,658	135	-73,7988	
	1081	0,458358	297	297,5	-247,743	135	-33,4452	107,244
Οκτώβρης	1400	0,780939	297	293	4373,261	108	472,3122	
	1081	0,458358	297	293	1981,94	108	214,0495	686,3617
Νοέμβρης	1400	0,780939	297	288	9839,837	180	1771,171	
	1081	0,458358	297	288	4459,365	180	802,6858	2573,856
Δεκέμβρης	1400	0,780939	297	285	13119,78	198	2597,717	
	1081	0,458358	297	285	5945,821	198	1177,272	3774,989
Σύνολο απωλειών								23843,92

▪ «Οίκος αδελφών» πριν την εγκατάσταση επιπλέον μόνωσης

Μήνας	Επιφάνεια	Uk(W/m2K)	Εσωτερική θερμ. (K)	Εξωτερική θερμ.(K)	Θερμότητα /ώρα	Ώρες/ μήνα	Απώλειες/ μήνα	Σύνολο απωλειών/ μήνα
Ιανουάριος	1062	0,999516	297	283	14860,81	198	2942,44	
	560	2,058824	297	283	16141,18	198	3195,953	
	96	2,216157	297	283	2978,515	198	589,746	
	706	2,236257	297	283	22103,17	198	4376,427	11104,57
Φεβρουάριος	1062	0,999516	297	284	13799,32	198	2732,266	
	560	2,058824	297	284	14988,24	198	2967,671	
	96	2,216157	297	284	2765,764	198	547,6213	
	706	2,236257	297	284	20524,37	198	4063,825	10311,38
Μάρτιος	1062	0,999516	297	285	12737,84	171	2178,17	
	560	2,058824	297	285	13835,29	171	2365,835	
	96	2,216157	297	285	2553,013	171	436,5652	
	706	2,236257	297	285	18945,57	171	3239,693	8220,264
Απρίλιος	1062	0,999516	297	289	8491,891	135	1146,405	
	560	2,058824	297	289	9223,529	135	1245,176	
	96	2,216157	297	289	1702,009	135	229,7712	
	706	2,236257	297	289	12630,38	135	1705,102	4326,454
Μάιος	1062	0,999516	297	294	3184,459	90	286,6013	
	560	2,058824	297	294	3458,824	90	311,2941	
	96	2,216157	297	294	638,2533	90	57,44279	
	706	2,236257	297	294	4736,393	90	426,2754	1081,614
Ιούνιος	1062	0,999516	297	298	-1061,49	180	-191,068	
	560	2,058824	297	298	-1152,94	180	-207,529	
	96	2,216157	297	298	-212,751	180	-38,2952	

	706	2,236257	297	298	-1578,8	180	-284,184	721,0757
Ιούλιος	1062	0,999516	297	301	-4245,95	198	-840,697	
	560	2,058824	297	301	-4611,76	198	-913,129	
	96	2,216157	297	301	-851,004	198	-168,499	
	706	2,236257	297	301	-6315,19	198	-1250,41	3172,733
Αύγουστος	1062	0,999516	297	301	-4245,95	198	-840,697	
	560	2,058824	297	301	-4611,76	198	-913,129	
	96	2,216157	297	301	-851,004	198	-168,499	
	706	2,236257	297	301	-6315,19	198	-1250,41	3172,733
Σεπτέμβριος	1062	0,999516	297	297,5	-530,743	135	-71,6503	
	560	2,058824	297	297,5	-576,471	135	-77,8235	
	96	2,216157	297	297,5	-106,376	135	-14,3607	
	706	2,236257	297	297,5	-789,399	135	-106,569	270,4034
Οκτώβριος	1062	0,999516	297	293	4245,945	108	458,5621	
	560	2,058824	297	293	4611,765	108	498,0706	
	96	2,216157	297	293	851,0044	108	91,90847	
	706	2,236257	297	293	6315,191	108	682,0406	1730,582
Νοέμβριος	1062	0,999516	297	288	9553,377	180	1719,608	
	560	2,058824	297	288	10376,47	180	1867,765	
	96	2,216157	297	288	1914,76	180	344,6568	
	706	2,236257	297	288	14209,18	180	2557,652	6489,682
Δεκέμβριος	1062	0,999516	297	285	12737,84	198	2522,092	
	560	2,058824	297	285	13835,29	198	2739,388	
	96	2,216157	297	285	2553,013	198	505,4966	
	706	2,236257	297	285	18945,57	198	3751,224	9518,2
Σύνολο απωλειών								60119,69

▪ «Οίκος αδελφών» μετά την εγκατάσταση επιπλέον μόνωσης

Μήνας	Επιφάνεια	Uk(W/m2K)	Εσωτερική θερμ. (Κ)	Εξωτερική θερμ. (Κ)	Θερμότητα /ώρα	Ώρες/ μήνα	Απώλειες/ μήνα	Σύνολο απωλειών/ μήνα
Ιανουάριος	1062	0,41852	297	283	6222,553	198	1232,066	
	560	0,411496	297	283	3226,127	198	638,7731	
	96	0,411496	297	283	553,0503	198	109,504	
	706	0,780939	297	283	7718,805	198	1528,323	3508,666
Φεβρουάριος	1062	0,41852	297	284	5778,085	198	1144,061	
	560	0,411496	297	284	2995,689	198	593,1464	
	96	0,411496	297	284	513,5467	198	101,6822	
	706	0,780939	297	284	7167,462	198	1419,158	3258,047
Μάρτιος	1062	0,41852	297	285	5333,617	171	912,0485	
	560	0,411496	297	285	2765,251	171	472,858	
	96	0,411496	297	285	474,0431	171	81,06137	
	706	0,780939	297	285	6616,119	171	1131,356	2597,324
Απρίλιος	1062	0,41852	297	289	3555,745	135	480,0256	

	560	0,411496	297	289	1843,501	135	248,8726	
	96	0,411496	297	289	316,0287	135	42,66388	
	706	0,780939	297	289	4410,746	135	595,4507	1367,013
Μάιος	1062	0,41852	297	294	1333,404	90	120,0064	
	560	0,411496	297	294	691,3129	90	62,21816	
	96	0,411496	297	294	118,5108	90	10,66597	
	706	0,780939	297	294	1654,03	90	148,8627	341,7532
Ιούνιος	1062	0,41852	297	298	-444,468	180	-80,0043	
	560	0,411496	297	298	-230,438	180	-41,4788	
	96	0,411496	297	298	-39,5036	180	-7,11065	
	706	0,780939	297	298	-551,343	180	-99,2418	227,8355
Ιούλιος	1062	0,41852	297	301	-1777,87	198	-352,019	
	560	0,411496	297	301	-921,75	198	-182,507	
	96	0,411496	297	301	-158,014	198	-31,2868	
	706	0,780939	297	301	-2205,37	198	-436,664	1002,476
Αύγουστος	1062	0,41852	297	301	-1777,87	198	-352,019	
	560	0,411496	297	301	-921,75	198	-182,507	
	96	0,411496	297	301	-158,014	198	-31,2868	
	706	0,780939	297	301	-2205,37	198	-436,664	1002,476
Σεπτέμβρης	1062	0,41852	297	297,5	-222,234	135	-30,0016	
	560	0,411496	297	297,5	-115,219	135	-15,5545	
	96	0,411496	297	297,5	-19,7518	135	-2,66649	
	706	0,780939	297	297,5	-275,672	135	-37,2157	85,4383
Οκτώβρης	1062	0,41852	297	293	1777,872	108	192,0102	
	560	0,411496	297	293	921,7505	108	99,54905	
	96	0,411496	297	293	158,0144	108	17,06555	
	706	0,780939	297	293	2205,373	108	238,1803	546,8051
Νοέμβρης	1062	0,41852	297	288	4000,213	180	720,0383	
	560	0,411496	297	288	2073,939	180	373,3089	
	96	0,411496	297	288	355,5323	180	63,99582	
	706	0,780939	297	288	4962,089	180	893,1761	2050,519
Δεκέμβρης	1062	0,41852	297	285	5333,617	198	1056,056	
	560	0,411496	297	285	2765,251	198	547,5198	
	96	0,411496	297	285	474,0431	198	93,86054	
	706	0,780939	297	285	6616,119	198	1309,992	3007,428
Σύνολο απωλειών								18995,78