



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Διαχείριση Ενέργειας σε Νοσοκομειακές Εγκαταστάσεις – Εφαρμογή στο  
Γενικό Αντικαρκινικό Νοσοκομείο Πειραιά “ΜΕΤΑΞΑ”**

Διπλωματική Εργασία

Ιωάννης Μαργέτης

Επιβλέπων: Χρήστος Χριστοδούλου  
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούνιος 2024





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

**Διαχείριση Ενέργειας σε Νοσοκομειακές Εγκαταστάσεις – Εφαρμογή στο Γενικό Αντικαρκινικό Νοσοκομείο Πειραιά "ΜΕΤΑΞΑ"**

Διπλωματική Εργασία

Ιωάννης Μαργέτης

Επιβλέπων: Χρήστος Χριστοδούλου  
Επίκουρος Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή επιτροπή την Πέμπτη 18/7/2024

.....  
Χρήστος Χριστοδούλου  
Επίκουρος Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
Ιωάννης Γκόνος  
Καθηγητής ΕΜΠ

.....  
Πάυλος Γεωργιάκης  
Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Μάιος 2024

.....  
Μαργέτης Ιωάννης

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

Copyright © Μαργέτης Ιωάννης, 2024

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

Κύριο αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η διαχείριση ενέργειας και η ενεργειακή αναβάθμιση του Γενικού Αντικαρκινικού Νοσοκομείου Πειραιά (ΓΑΝΠ) «Μεταξά». Το κτίριο του νοσοκομείου ξεκίνησε να κατασκευάζεται το 1959 και οι πόρτες του άνοιξαν το 1967. Η παλαιότητα του κτιρίου είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν την υλοποίηση δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας. Η παρούσα διπλωματική εμβαθύνει στα χαρακτηριστικά του κτιρίου και παραθέτει όλες τις βασικές παρεμβάσεις που απαιτούνται για την εφαρμογή μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα γενικά στοιχεία που εξετάζονται σε αυτή τη διπλωματική είναι η θέρμανση, ο φωτισμός, η ψύξη και γενικά κάθε μεγάλη κατανάλωση ενέργειας είτε ηλεκτρικού ρεύματος είτε φυσικού αερίου. Το νοσοκομείο λειτουργεί για περισσότερο από μισό αιώνα, γεγονός που σημαίνει ότι το κτίριο πρέπει να έχει υποστεί πολλές αλλαγές, που ευτυχώς δεν εμπόδισαν την πορεία της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει τα θεμελιώδη μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να εφαρμοστούν άμεσα στην εγκατάσταση, ταυτόχρονα με την αξιολόγησή τους με βάση τρία βασικά οικονομικά επενδυτικά κριτήρια: Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV), Εσωτερικό Επιτόκιο Απόδοσης (IRR) και Περίοδος Αποπληρωμή Δημοσίου (PSC).

## Λέξεις κλειδιά

Νοσοκομείο, αντικαρκινικό νοσοκομείο “Μεταξά” , εξοικονόμηση ενέργειας, διαχείριση ενέργειας, νοσοκομειακές εγκαταστάσεις, ενεργειακή επιθεώρηση, μελέτη θέρμανσης, μελέτη κλιματισμού, θερμομόνωση, μελέτη φωτισμού, μελέτη μόνωσης, φωτοβολταϊκή εγκατάσταση.

## **Abstract**

The main object of this thesis is the Anticancer Hospital of Piraeus “Metaxa”. The construction of the building begun in 1959 and its doors opened in 1967. The age of the building is one of the main factors affecting the implementation of energy saving actions. This thesis delves into the characteristics of the building and outlines all the essential elements required for implementing energy-saving methods.

The general points considered for this thesis are heating, lighting, cooling and generally any large consumption of energy either electricity or natural gas. The hospital is operating for over half a century which means that the building must have been subjected to many changes, which thankfully didn't impede the course of the thesis.

Lastly, this thesis presents the fundamental energy-saving measures that can be directly implemented in the facility, along with their evaluation based on three key economic investment criteria: Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), and Treasury Repayment Period (PSC).

## **Key words**

Hospital, Anticancer Hospital of Piraeus “Metaxa”, Metaxa, energy conservation, energy management, hospital facilities, energy audit, heating study, conditioning study, thermal insulation, listed building, lighting study, insulation study, PV system

## Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Χρήστο Χριστοδούλου, για την αμέριστη υποστήριξή του και την καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας. Ιδιαίτερες ευχαριστίες απευθύνω επίσης στον καθηγητή κύριο Ιωάννη Γκόνο, για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσε μέσα από τα μαθήματά της σχολής, καθώς και στον Γεωργιάκη για τη συμβολή του. Ευχαριστώ θερμά τον κ. Μαδιά για τις εύστοχες παρατηρήσεις του στη διπλωματική μου εργασία, καθώς και τον κ. Κυριακόπουλο για όλη την καθοδήγηση και τη βοήθειά του κατά τη διάρκεια της πορείας αυτής της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Φιλιππάκη, διευθυντή της Τεχνικής Υπηρεσίας του νοσοκομείου, για όλη την βοήθεια και τις συμβουλές που μου προσέφερε σε όλα τα στάδια εκπόνησης της παρούσας εργασίας. Ταυτόχρονα, ευχαριστίες οφείλω στην Τεχνική Υπηρεσία για την κατανόηση και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αλλά και σε όλο το προσωπικό του νοσοκομείου για την θέρμη με την οποία με δέχτηκε στους χώρους του νοσοκομείου. Η συνεισφορά τους υπήρξε ανεκτίμητη και καθοριστική για την ολοκλήρωση του έργου μου.

Τέλος, εκφράζω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στην οικογένεια μου και στην Ευαγγελία για τη συνεχή υποστήριξή τους και την αδιάκοπη παρουσία τους στο πλευρό μου. Ιδιαίτερη μνεία οφείλω στον πατέρα μου, Παναγιώτη Μαργέτη, Διευθυντή Καρδιολογίας του Γενικού Αντικαρκινικού Νοσοκομείου Μεταξά, χωρίς την βοήθεια του οποίου δεν θα είχε καταστεί δυνατή η συνεργασία μου με το νοσοκομείο.

Σας ευχαριστώ όλους από τα βάθη της καρδιάς μου.

## Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή .....	11
1.1 Σκοπός της εργασίας.....	11
1.2 Δομή της εργασίας .....	11
Κεφάλαιο 2 - Στοιχεία του νοσοκομείου.....	13
2.1 Το αντικαρκινικό Νοσοκομείο Μεταξά .....	13
2.1.1 Ιστορικά στοιχεία .....	13
2.1.2 Οι διακρίσεις του νοσοκομείου Μεταξά.....	13
2.1.3 Οι καινοτόμες ιδέες και λειτουργίες του νοσοκομείου Μεταξά .....	14
2.1.4 Το κτήριο του Νοσοκομείο Μεταξά .....	14
2.2 Κατόψεις χώρων .....	15
Κεφάλαιο 3 - Νοσοκομειακές Εγκαταστάσεις .....	27
3.1 Καταναλώσεις στις νοσοκομειακές εγκαταστάσεις.....	27
3.2 Δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης νοσοκομείων στην Ελλάδα.....	28
Κεφάλαιο 4 - Καταναλώσεις ενέργειας Μεταξά.....	29
4.1 Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.....	29
4.2 Κατανάλωση φυσικού αερίου .....	30
4.3 Σύγκριση κατανάλωσης φυσικού αερίου με ηλεκτρικό ρεύμα.....	31
Κεφάλαιο 5 - Ενεργειακή Επιθεώρηση Νοσοκομείου.....	33
5.1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (KENAK) .....	33
5.2 Μεθοδολογία ενεργειακής επιθεώρησης .....	35
5.3 Διαδικασία καταγραφής στοιχείων.....	36
5.4 Κατηγορίες καταναλώσεων .....	36
5.4.1 Φωτισμός.....	36
5.4.2 Κλιματισμός .....	37
5.4.3 Συσκευές .....	38
5.5 Η διαδικασία επίσκεψης των χώρων .....	39
5.6 Το λογισμικό Building Energy Management Tool (BEMAT).....	39
Κεφάλαιο 6 - Κλιματισμός.....	40
6.1 Τα είδη των συσκευών κλιματισμού .....	40
6.2 Inverter vs Συμβατικό.....	43

6.3 Παράγοντες αλλαγής κλιματιστικών.....	45
6.3.1 Ενεργειακή κλάση κλιματιστικού.....	45
6.3.2 Ψυκτικό μέσο.....	46
6.4 Επιλογή ισχύος (BTU).....	49
6.5 Μελέτη κλιματισμού.....	51
6.6 Δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον κλιματισμό.....	53
6.6.1 1η–6η επένδυση: Αντικατάσταση παλαιών κλιματιστικών με νέα inverter .....	53
6.6.2 Συντήρηση μηχανημάτων κεντρικής θέρμανσης.....	56
6.7 Βελτίωση στα συστήματα ψύξης.....	57
6.8 Τεχνολογία VRV-VRF.....	59
6.9 Συστήματα ERV, DCV και VHR.....	60
Κεφάλαιο 7 – Μελέτη Θέρμανσης.....	61
7.1 Εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση.....	61
7.2 Λέβητες.....	63
7.3 Στοιχεία εγκατάστασης.....	66
7.4 Δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην θέρμανση.....	68
7.4.1 7η επένδυση: Θερμοστάτες.....	69
7.4.2 8η επένδυση: Ρυθμιστές διαφορικής πίεσης.....	70
7.4.3 9η επένδυση: Κεντρική αντιστάθμιση της θερμοκρασίας του νερού θέρμανσης.....	72
Κεφάλαιο 8 – Μελέτη Φωτισμού.....	76
8.1 Εισαγωγή.....	76
8.2 Κ.Εν.Α.Κ.....	76
8.3 Εγκατεστημένα φωτιστικά.....	76
8.4 Γιατί προτιμώνται τα φωτιστικά LED.....	78
8.5 Θερμοκρασία χρώματος.....	79
8.6 Αποτελέσματα Relux.....	80
8.7 Στοιχεία φωτιστικών Led.....	90
8.8 Παρόμοια φωτιστικά.....	92
8.9 Συντελεστής συντήρησης.....	96
8.10 10η επένδυση   Αποτελέσματα μελέτης φωτισμού και σχολιασμός.....	99

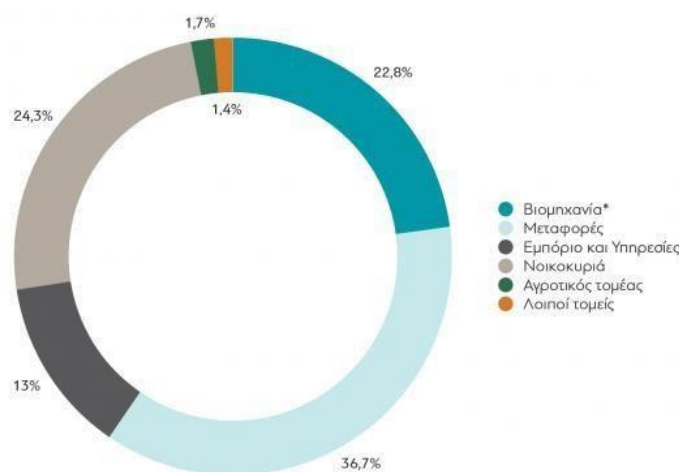
8.11 Βελτιώσεις στα συστήματα φωτισμού .....	104
8.12 10η επένδυση: Αισθητήρες παρουσίας .....	110
8.13 Συστήματα κεντρικής διαχείρισης.....	113
Κεφάλαιο 9 – Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας .....	115
9.1 Γενικά στοιχεία φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	115
9.2 Τεχνολογίες φωτοβολταϊκών πλαισίων.....	116
9.3 Μέθοδοι σύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΗ.....	118
9.3.1 Net Metering.....	119
9.4 Μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων .....	120
9.4.1 11η επένδυση: Αποτελέσματα μελέτης φωτοβολταϊκών.....	130
9.5 ΖΝΧ και φωτοβολταϊκά .....	131
Κεφάλαιο 10 – Οικονομοτεχνική Μελέτη .....	132
10.1 Κριτήρια αξιολόγησης .....	132
10.1.1 Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) .....	134
10.1.2 Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ).....	135
10.1.3 Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ).....	135
10.2 Αξιολόγηση δράσεων εξοικονόμησης .....	136
10.3 Τελικά συμπεράσματα .....	141
10.4 Τελικά συμπεράσματα για εξοικονόμηση ηλεκτρικού ρεύματος .....	142
10.5 Τελικά συμπεράσματα για εξοικονόμηση φυσικού αερίου.....	144
10.6 Τελικά συμπεράσματα και παράδειγμα εξοικονόμησης χρημάτων τυχαίου έτους.....	145
Βιβλιογραφία.....	148
Παράρτημα Α.....	153

# Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή

## 1.1 Σκοπός της εργασίας

Σύμφωνα με την κατανομή κατανάλωσης ενέργειας οι μεγαλύτερες καταναλώσεις οφείλονται στα κτίρια και στις μεταφορές. Τα κτήρια, δηλαδή τα νοικοκυριά μαζί με τις βιομηχανίες, αποτελούν πάνω από το 45% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Ο ενεργοβόρος αυτός τομέας συμπεριλαμβάνει τόσο τον ιδιωτικό όσο και τον δημόσιο τομέα. Μία από τις πιο ενεργοβόρες κατηγορίες κτηρίων είναι οι νοσοκομειακές εγκαταστάσεις επειδή διαχειρίζονται φορτία με μεγάλες καταναλώσεις. Για αυτό το λόγο, είναι σημαντικό να βρεθούν τρόποι μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας αυτών των κτηρίων, χωρίς να επηρεαστεί η λειτουργία τους.

Διάγραμμα. Κατανομή τελικής κατανάλωσης ενέργειας ανά τομέα, 2018



\* Περιλαμβάνει και τις μη ενεργειακές χρήσεις.  
Πηγή: Eurostat, Ανάλυση IOBE

Σχήμα 1.1: Κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα [1]

Στην εργασία αυτή θα μελετηθεί το “Αντικαρκινικό νοσοκομείο Μεταξά”, το οποίο βρίσκεται στον Πειραιά. Το νοσοκομείο ξεκίνησε να λειτουργεί το 1967, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τις δράσεις που μπορούν να επιτευχθούν προκειμένου να μειωθεί η καταναλισκόμενη ενέργεια.

Σκοπός της εργασίας είναι να μελετηθεί το νοσοκομείο, έτσι ώστε να βρεθούν τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας, αξιοποιώντας νέες τεχνικές και τρόπους. Είναι πολύ σημαντικό σε κάθε στάδιο της εκπόνησης, αυτής της εργασίας, να λαμβάνεται υπόψη ότι κάθε χώρος αποτελεί τμήμα νοσοκομειακής εγκατάστασης, συνεπώς οι αλλαγές που θα προταθούν θα πρέπει να μην αλλάζουν αλλά όπου είναι δυνατόν να βελτιστοποιούν την λειτουργία κάθε χώρου.

## 1.2 Δομή της εργασίας

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από οκτώ κεφάλαια, τα οποία περιλαμβάνουν ανάλυση και μελέτη σχετικά με τα εξής θέματα:

Το **πρώτο κεφάλαιο** είναι η εισαγωγή και παρουσιάζεται η γενική δομή της διπλωματικής εργασίας.

Το **δεύτερο κεφάλαιο** αφορά τα γενικά στοιχεία του νοσοκομείου, συμπεριλαμβανομένων και των κατόψεων των ορόφων.

Στο **τρίτο κεφάλαιο** αναλύονται οι ιδιαιτερότητες των νοσοκομειακών εγκαταστάσεων και παρουσιάζονται σύντομα ορισμένες δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης νοσοκομείων στην Ελλάδα.

Το **τέταρτο κεφάλαιο** αναλύει την κατανάλωση ενέργειας του νοσοκομείου από δύο βασικές πηγές ενέργειας, του φυσικού αερίου και της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το **πέμπτο κεφάλαιο** περιλαμβάνει μια πλήρη μελέτη διαχείρισης ενέργειας σε όλους τους τομείς εξοικονόμησης με εξαίρεση τον φωτισμό του οποίου η μελέτη ακολουθεί στο επόμενο κεφάλαιο. Πιο συγκεκριμένα πραγματοποιήθηκε μελέτη θέρμανσης και μόνωσης του κτιρίου όπως επίσης και μελέτη κλιματισμού.

Στο **έκτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται η μελέτη φωτισμού. Ο φωτισμός παίζει ένα ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς αντιστοιχεί περίπου στο 30% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε κάθε κτίριο.

Το **έβδομο κεφάλαιο** επισημαίνει τη σημασία και τη χρησιμότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε μια εγκατάσταση και παρουσιάζεται μία μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Στο **όγδοο κεφάλαιο**, το οποίο είναι και το τελευταίο, παρουσιάζονται εν συντομία οι προτεινόμενες δράσεις από τα προηγούμενα κεφάλαια, συνοδευόμενες από τα οικονομικά τους χαρακτηριστικά. Αναλύεται επίσης η αποτελεσματικότητα αυτών των μέτρων και η προβλεπόμενη συνεισφορά τους στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Τέλος στη βιβλιογραφία παρουσιάζονται όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για τη σύνταξη της διπλωματικής εργασίας.



## Κεφάλαιο 2 – Στοιχεία του νοσοκομείου

### 2.1 Το αντικαρκινικό Νοσοκομείο Μεταξά

#### 2.1.1 Ιστορικά στοιχεία

Το αντικαρκινικό νοσοκομείο μεταξά βρίσκεται επί της οδού Μπόττωση 51 στον Πειραιά. Ξεκίνησε να χτίζεται το 1959 και το 1967 άνοιξε τις πόρτες του για τους ασθενείς [2].

Στην αρχή, με την ονομασία “Διαγνωστικό Θεραπευτικό Ίδρυμα Πειραιώς εις Μνήμην Σπύρου και Δέσποινας Μεταξά” και στη συνέχεια ως “Αντικαρκινικό Ινστιτούτο Πειραιώς εις Μνήμην Σπύρου και Δέσποινας Μεταξά”, υπήρξε πρωτοπόρο ειδικά στην πρόληψη, διάγνωση και αντιμετώπιση του καρκίνου.



Σχήμα 2.1.: Λογότυπο Αντικαρκινικού νοσοκομείο Μεταξά



Σχήμα 2.2.: Προτομή του ιδρυτή Άγγελου Μεταξά

#### 2.1.2 Οι διακρίσεις του νοσοκομείου Μεταξά

Το νοσοκομείο Μεταξά διακρίθηκε για τα εξής:

1. Δόθηκε εξ αρχής μεγάλη έμφαση στα διαγνωστικά Τμήματα. Δημιουργήθηκε μεγάλο Τμήμα Κυτταρολογίας, Παθολογικής Ανατομικής και Ραδιοϊσοτόπων με ειδική κατεύθυνση.
2. Τις προηγούμενες δεκαετίες το Νοσοκομείο στέγασε μια από τις πλουσιότερες και μεγαλύτερες ιατρικές βιβλιοθήκες με ειδική κατεύθυνση.
3. Η Αιμοδοσία πρωτοστάτησε στην κατάργηση των ιδιωτικών τραπεζών αίματος από το 1974. Λίγα χρόνια αργότερα καταργήθηκαν οι τράπεζες και απαγορεύθηκε η επί πληρωμή αιμοδοσία.
4. Δημιουργήθηκε Σύλλογος εθελοντών και φίλων κυριών κατά τα αμερικανικά πρότυπα.
5. Δημιουργήθηκε Σύλλογος μαστεκτομηθεισών και λαρυγγεκτομηθέντων.
6. Μέσω γιατρών του Νοσοκομείου που ήταν μέλη της Ελληνικής Αντικαρκινικής Εταιρείας ασκήθηκε πίεση και δημιουργήθηκε ο «Ξενώνας Καρκινοπαθών» στη θέση Καλυφτάκι (μεταγενέστερα Νοσοκομείο «Αγ. Ανάργυροι»). Σημειωτέων ότι η ιστορία του Νοσοκομείου συνδέεται στενά με την Ελληνική Αντικαρκινική Εταιρεία, καθώς ο Γεώργιος
7. Κατσαφάδος υπήρξε πρόεδρος από το 1958-1975, ενώ ο Διευθυντής της Α΄ Χειρουργικής Βύρων Λισσαίος, το τελευταίο εν ζωή ιδρυτικό στέλεχος της Εταιρείας, από το 1975 έως το 1984. Ο κ. Λισσαίος εξ άλλου υπήρξε μέλος του ΔΣ και του Εκτελεστικού Γραφείου της UICC-Union for International Cancer Control- και από τη θέση αυτή, τη δεκαετία του '70, έκανε ευρέως γνωστό το Νοσοκομείο στο εξωτερικό, υπήρξε ανταλλαγή επιστημόνων και νοσηλευτικού προσωπικού, κοινές δημοσιεύσεις, υποτροφίες κ.λπ.».

### 2.1.3 Οι καινοτόμες ιδέες και λειτουργίες του νοσοκομείου Μεταξά

Ανάμεσα στις καινοτόμες ιδέες και λειτουργίες του νοσοκομείου ξεχώρισαν:

- Η δημιουργία οργανωμένου αρχείου φακέλων ασθενών, επανδρωμένου με καταρτισμένο προσωπικό αρχείο φακέλων ασθενών. Ο αριθμός φακέλου ακολουθούσε τον ασθενή δια βίου και οποιαδήποτε εξέταση διενεργείτο προστίθετο στον φάκελο από ειδικές γραμματείες.
- Η Κλινική Μιας Ημέρας, που είναι από τις πρώτες στην Ελλάδα. Δημιουργήθηκε με πρωτοβουλία του Β. Λισσαίου, αρχικά ως χώρος όπου γίνονταν οι αλλαγές των χειρουργικών τραυμάτων, αλλά σύντομα απέκτησε χαρακτήρα βραχείας νοσηλείας για παρακεντήσεις, μυελογράμματα, μεταγγίσεις και χημειοθεραπείες. Η προσφορά της συνεχίζεται μέχρι σήμερα.
- Η κατ' οίκον Νοσηλεία, που είναι η πρώτη στην Ελλάδα. Δημιουργήθηκε το 1979 με πρωτοβουλία του χειρουργού Β. Λισσαίου, που ήταν και ο πρώτος υπεύθυνος ιατρός, κατά τα ευρωπαϊκά και αμερικανικά πρότυπα. Λειτουργήσε αρχικά σε μικρή ακτίνα γύρω από το νοσοκομείο, αλλά σύντομα επεκτάθηκε σημαντικά. Στελεχώθηκε από έμπειρες νοσηλεύτριες και κοινωνική λειτουργό. Τα πρώτα χρόνια γίνονταν χημειοθεραπείες και μεταγγίσεις αίματος στο σπίτι!
- Η δημιουργία ομάδας ψυχο-ογκολογικής υποστήριξης. Δημιουργήθηκε με βάση δεδομένα από ευρωπαϊκά Αντικαρκινικά Νοσοκομεία. Το εξωτερικό ψυχιατρικό ιατρείο, χωρίς να αρνείται βοήθεια στα αμιγώς ψυχιατρικά περιστατικά, είχε ειδική κατεύθυνση την προσέγγιση και υποστήριξη ασθενών και των οικείων τους με νεοπλασματικά νοσήματα.
- Η δημιουργία ιατρείου πόνου, το οποίο εξ αρχής στελεχώθηκε από παθολόγους/ογκολόγους, αναισθησιολόγους και ψυχιάτρους.
- Η σύσταση και λειτουργία Ογκολογικών Συμβουλίων. Υπήρξαν πρωτοπόρα στην Ελλάδα. Δημιουργήθηκαν κατά τα αμερικανικά πρότυπα την εποχή όπου η κύρια αντινεοπλασματική αγωγή ήταν η χειρουργική αφαίρεση του όγκου και η ακτινοθεραπεία.
- Καινοτόμα για την εποχή της ήταν και η απόφαση εισαγωγής στην Αιμοδοσία πλαστικών ασκών αίματος μιας χρήσης και κατάργησης των γυάλινων φιαλών για πρώτη φορά στον ελλαδικό χώρο (περί το 1974).
- Επίσης στην Αιμοδοσία, η λειτουργία μιας από τις πρώτες συσκευές πλασμαφαίρεσης και διαχώρισης αιμοπεταλίων. Το μηχάνημα Haemonetics αγοράστηκε με δωρεά του ιδιοκτήτη της κλωστοϋφαντουργίας «ΑΙΓΑΙΟΝ» στα τέλη της δεκαετίας του 1970.

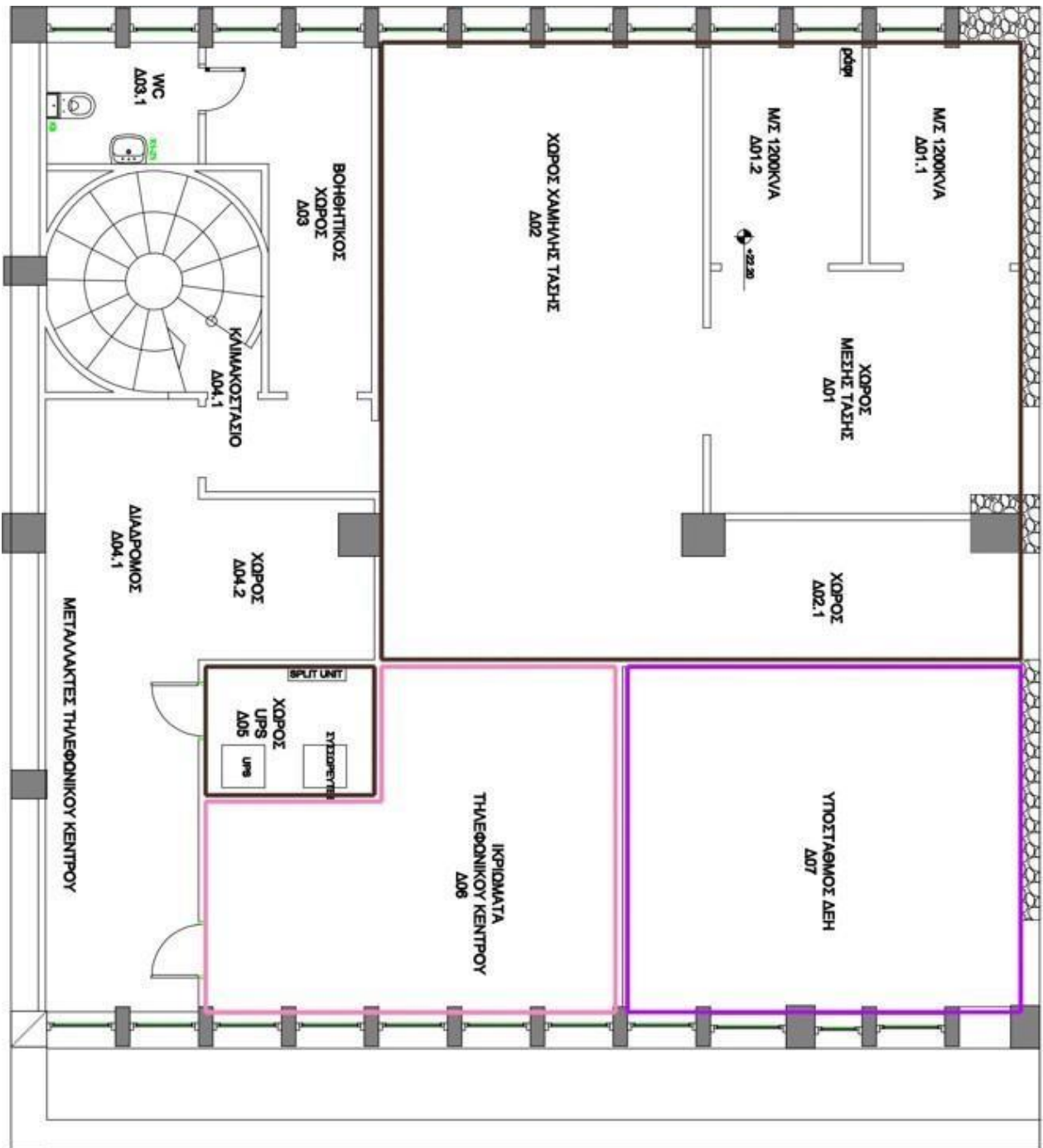
### 2.1.4 Το κτήριο του Νοσοκομείου Μεταξά



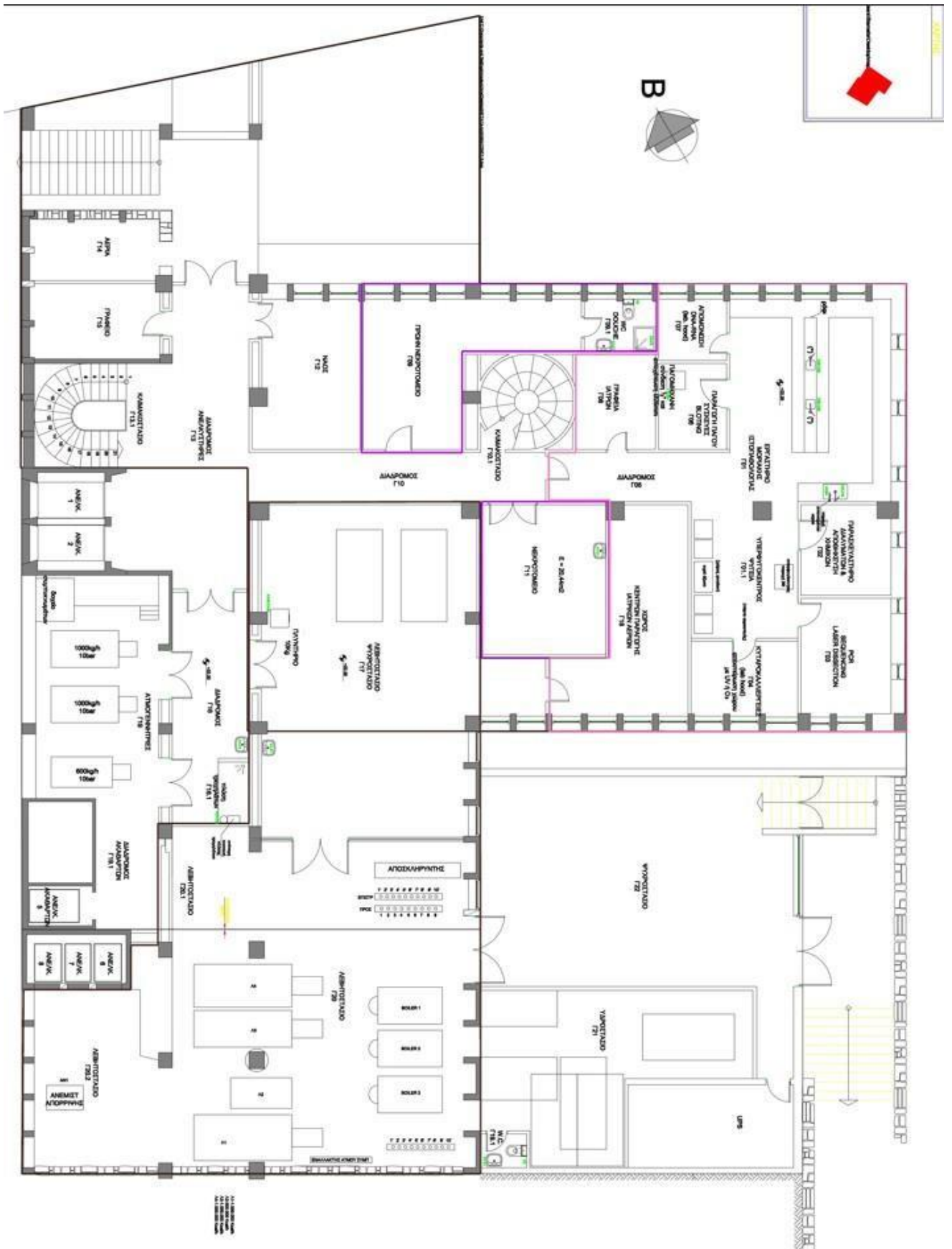
Σχήμα 2.3.: Το νοσοκομείο Μεταξά

Το νοσοκομείο Μεταξά διαθέτει 500 ανεπτυγμένες νοσηλευτικές κλίνες και στο οποίο εργάζονται 949 άτομα όλων των υπηρεσιών.

## 2.2 Κατόψεις χώρων



Σχήμα 2.4: Κάτοψη Δ υπογείου Μεταξά



Σχήμα 2.5: Κάτοψη Γ υπογείου Μεταξά





Σχήμα 2.6: Κάτοψη Β υπογείου Μεταξά



Σχήμα 2.7: Κάτοψη Α υπογείου Μεταξά



Σχήμα 2.8: Κάτοψη ισογείου Μεταξά





Σχήμα 2.9: Κάτοψη Α ορόφου Μεταξά





Σχήμα 2.10: Κάτοψη Β ορόφου Μεταξά

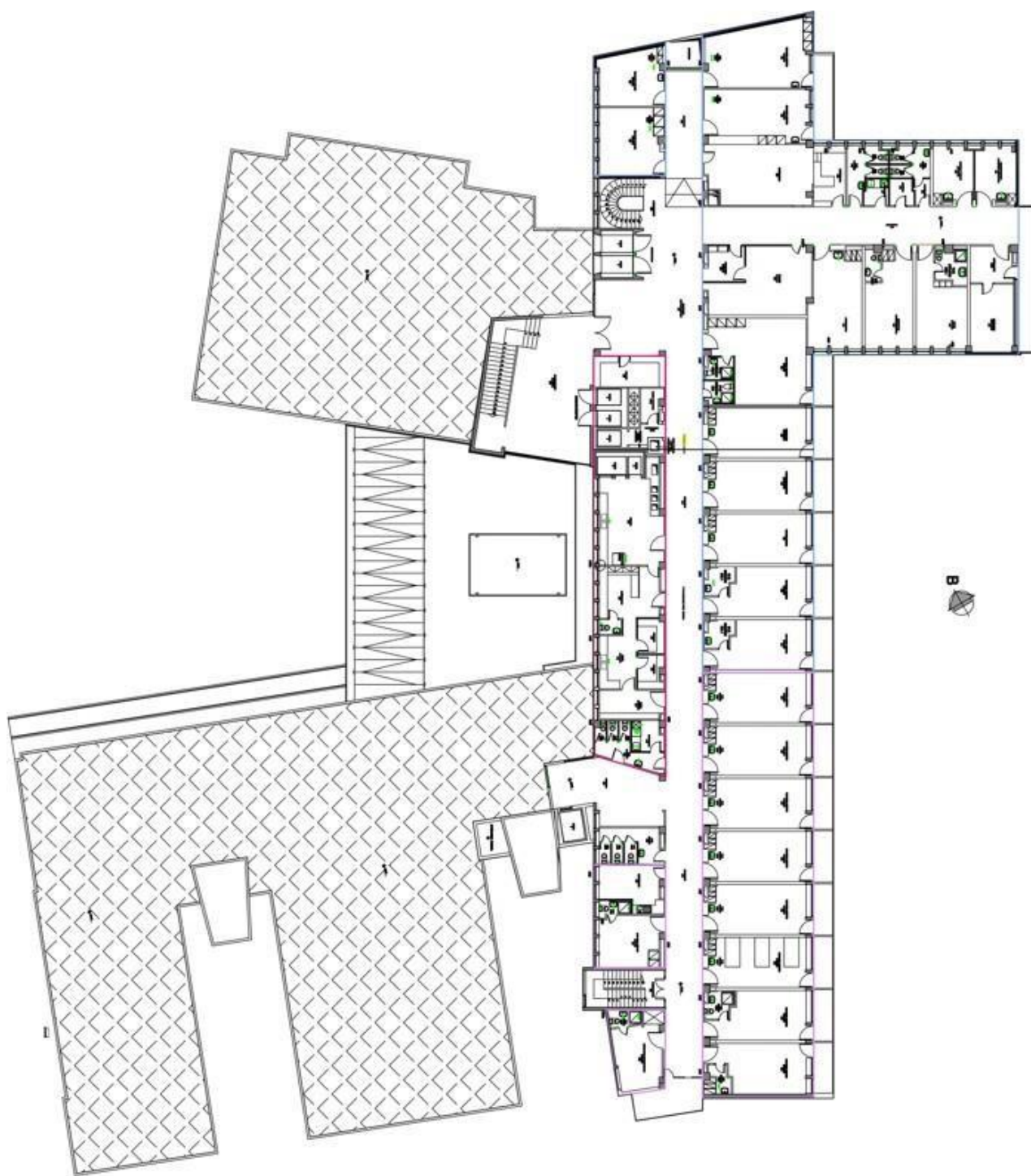


Σχήμα 2.11: Κάτοψη Γ ορόφου Μεταξά

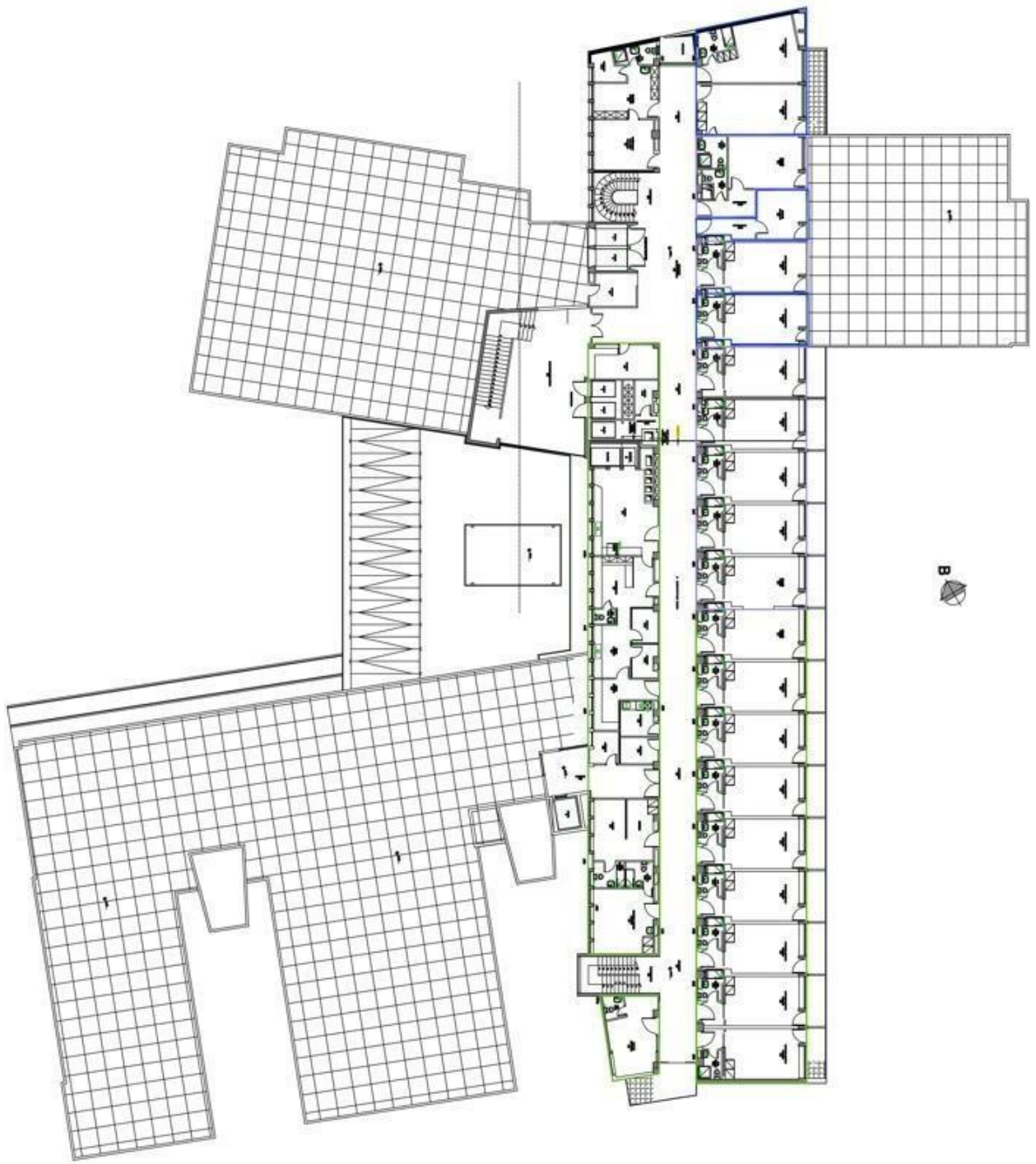


Σχήμα 2.12: Κάτοψη Δ ορόφου Μεταξά

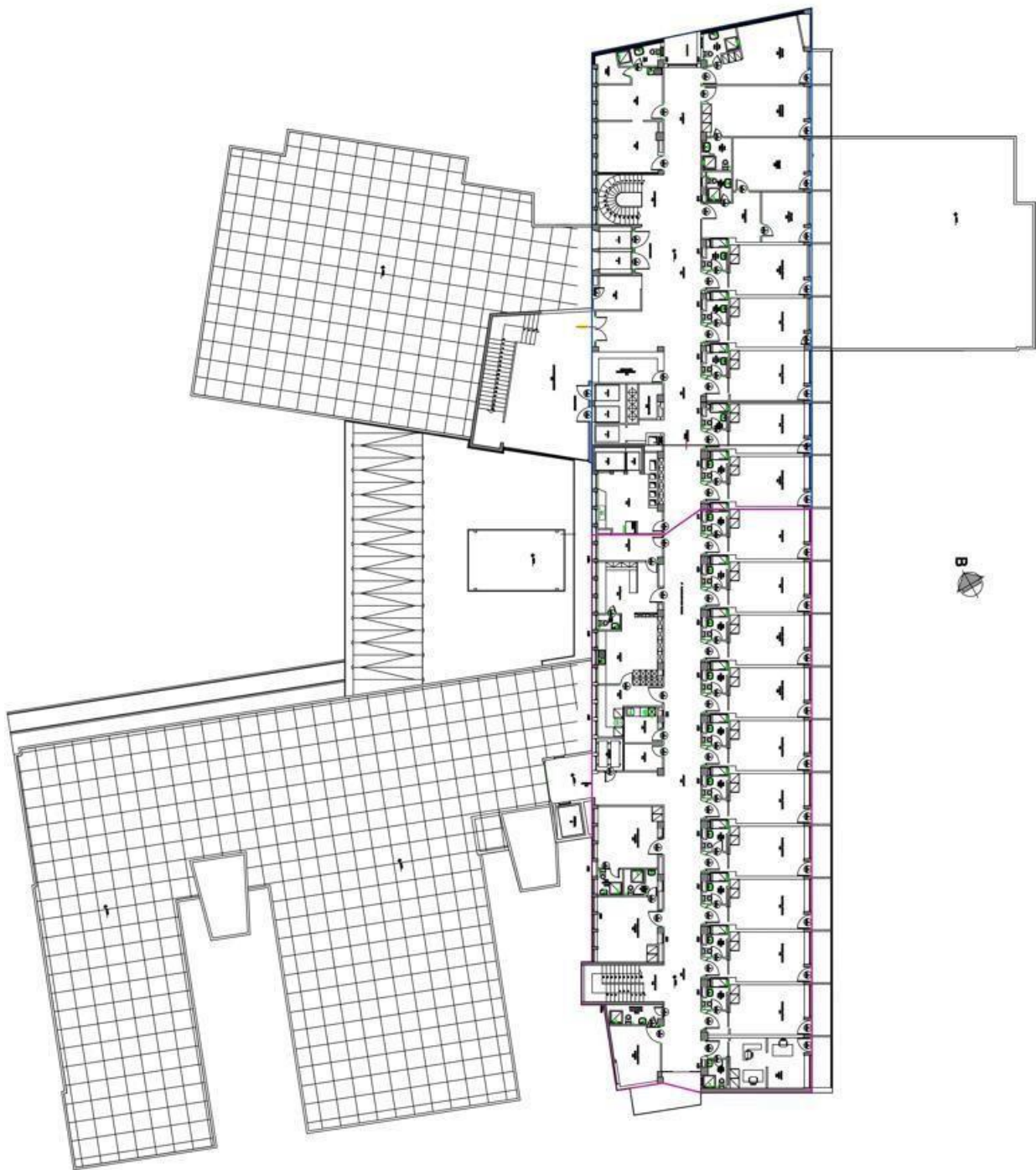




Σχήμα 2.13: Κάτοψη Ε ορόφου Μεταξά



Σχήμα 2.14: Κάτοψη ΣΤ ορόφου Μεταξιά



Σχήμα 2.15: Κάτοψη Z ορόφου Μεταξά

## Κεφάλαιο 3 – Νοσοκομειακές εγκαταστάσεις

### 3.1 Καταναλώσεις στις νοσοκομειακές εγκαταστάσεις

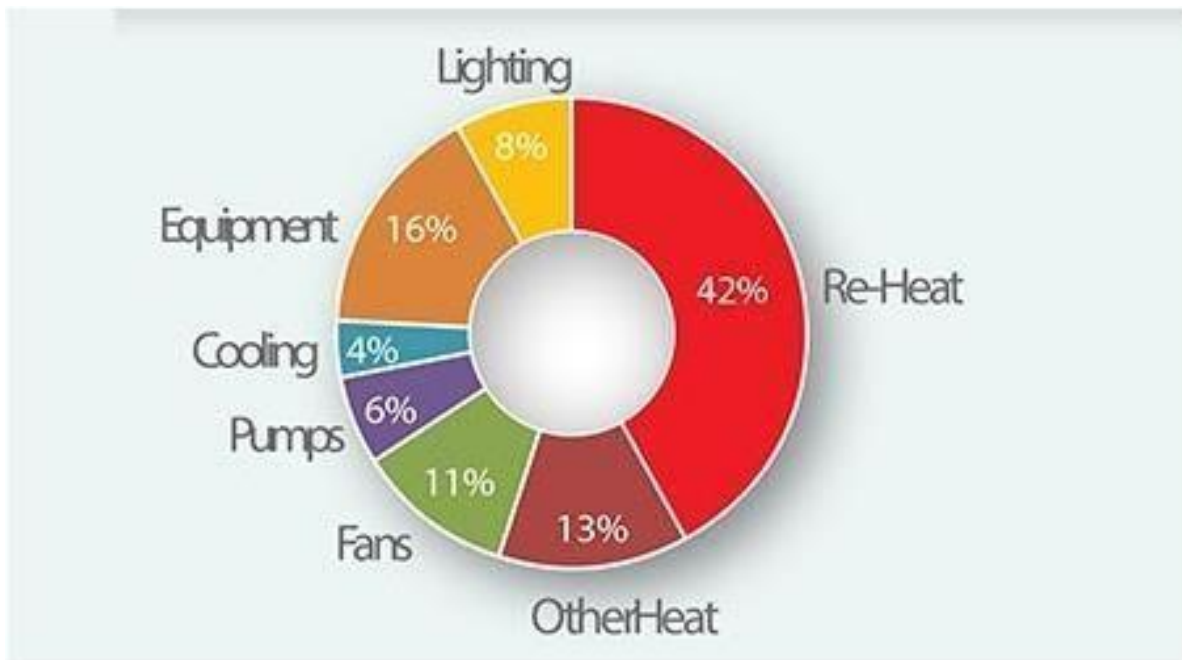
Η διαχείριση νοσοκομειακών εγκαταστάσεων είναι ένα ιδιαίτερο δύσκολο έργο λόγω των ειδικών συνθηκών που πρέπει να επικρατούν συνεχώς στο εσωτερικό τους. Σε κάθε τέτοια εγκατάσταση υπάρχουν ορισμένα ειδικά φορτία τα οποία πρέπει να λειτουργούν αδιάκοπα 7 ημέρες την εβδομάδα και εικοσιτέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο. Φυσικά, υπάρχουν ελεγκτικές διατάξεις που λειτουργούν ως δικλείδες ασφαλείας διασφαλίζοντας τη συνεχή λειτουργία των φορτίων. Η συνεχής παροχή ενέργειας είναι απαραίτητη ακόμα και σε περιπτώσεις διακοπής της ηλεκτροδότησης, λόγω προβλημάτων του δικτύου ή λόγω έκτακτων καιρικών φαινομένων και επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση κατάλληλων εφεδρικών γεννητριών στο υπόγειο κάθε νοσοκομείου.



Σχήμα 3.1: Πίνακας μέσης τάσης Μεταξά [3]

Ο σχεδιασμός νοσοκομειακών κτιρίων γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε ο χρόνος ζωής τους να ξεπερνάει τα 50 χρόνια. Σίγουρα μέσα σε αυτά τα χρόνια, γίνονται ανακαινίσεις τόσο των χώρων όσο και του εξοπλισμού, με στόχο την βέλτιστη δυνατή παροχή υπηρεσιών για τους ασθενείς. Πρωταρχικός στόχος του νοσοκομείου είναι η ικανοποίηση των ιατρικών απαιτήσεων, όμως η μεγάλη απόδοση στον ενεργειακό τομέα είναι, επίσης, μια σημαντική παράμετρος. Συγκεκριμένα, στο νοσοκομείο Μεταξά αυτή τη στιγμή βρίσκεται υπό ανακαίνιση ο έβδομος όροφος που μέχρι πριν λίγο καιρό λειτουργούσε κανονικά. Η αποδοτικότητα σε ένα νοσοκομείο επιτρέπει μεγάλη οικονομία τόσο στην ηλεκτρική ενέργεια όσο στο φυσικό αέριο και το πετρέλαιο. Σύμφωνα με μελετητικά κέντρα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, το μεγαλύτερο ποσοστό ενεργειακών αναγκών σε μια νοσοκομειακή εγκατάσταση οφείλεται στη θέρμανση. Πέρα από τη θέρμανση υπάρχουν διάφορες καταναλώσεις ενέργειας, οι οποίες αποσκοπούν στην ικανοποίηση των ηλεκτρικών απαιτήσεων, όπως για παράδειγμα ο φωτισμός των χώρων, η ψύξη, η λειτουργία μηχανημάτων κ.τ.λ. [4,5].





Σχήμα 3.2: Ενεργειακή κατανάλωση στο νοσοκομείο Legacy Salmon Creek στο Vancouver [6]

### 3.2 Δράσεις ενεργειακής αναβάθμισης νοσοκομείων στην Ελλάδα

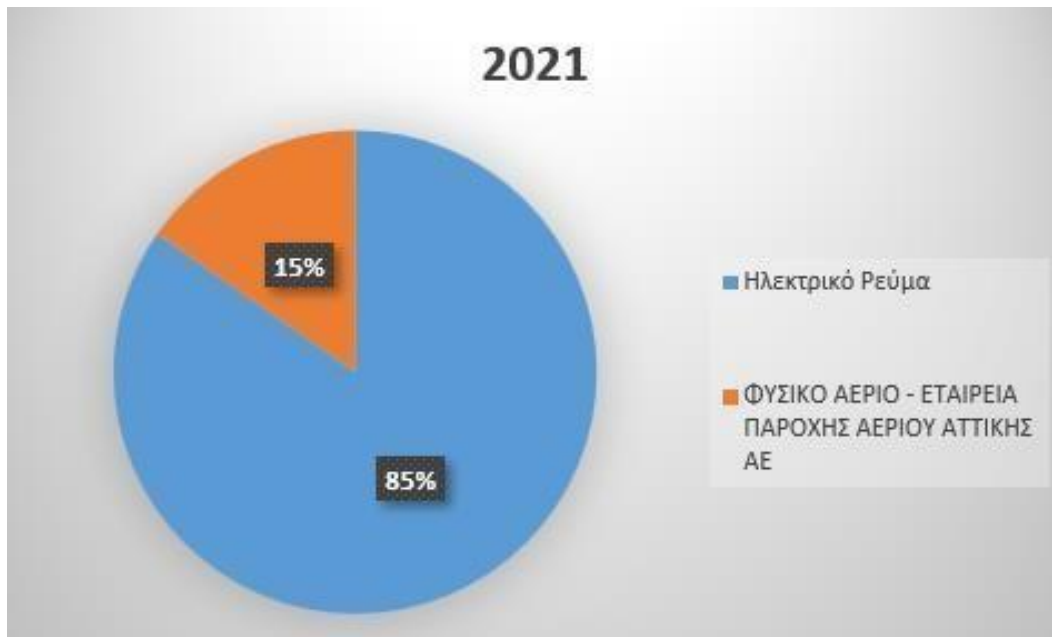
Από το 2018 έχει ξεκινήσει η διαδικασία ενεργειακής αναβάθμισης των νοσοκομείων του ΕΣΥ, με πόρους της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Από το 2018 μέχρι και το Δεκέμβριο του 2020 έχουν υποβληθεί συνολικά εξήντα μια (61) προτάσεις χρηματοδότησης από νοσοκομεία όλης της χώρας, συνολικού προϋπολογισμού 235 εκατομμύρια ευρώ περίπου. Από αυτές τις 61 προτάσεις έχουν αξιολογηθεί θετικά και ενταχθεί στο πρόγραμμα 48 προτάσεις συνολικού προϋπολογισμού 177 εκατομμύρια ευρώ περίπου. Κάθε νοσοκομείο υποβάλλει μία μόνο πρόταση, επιλέγοντας τις επενδύσεις που ταιριάζουν στον καθένα μέσα από συγκεκριμένες κατηγορίες παρεμβάσεων ή έναν αποδοτικό συνδυασμό τους. Υπάρχουν 3 κατηγορίες δράσεων για τις οποίες μπορεί να χρηματοδοτηθούν τα νοσοκομεία. Η πρώτη δράση σχετίζεται με επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Η δεύτερη δράση αφορά σε δράσεις εγκατάστασης μονάδων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας και δράσεις αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Η τρίτη κατηγορία αφορά σε δράσεις αντικατάστασης ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού. Σημειώνεται επίσης ότι οι παρεμβάσεις που θα υλοποιηθούν μέσω των έργων του προγράμματος θα πρέπει υποχρεωτικά να αναβαθμίζουν την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων κατά 2 ενεργειακές βαθμίδες και υποχρεωτικά μετά την υλοποίηση των παρεμβάσεων αυτά να κατατάσσονται σε κατηγορία ενεργειακής κατανάλωσης Β' και άνω σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ. Σε περίπτωση που αρχικά κατατάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία Γ', του ισχύοντος ΚΕΝΑΚ, το πλαίσιο των παρεμβάσεων της ενεργειακής αναβάθμισης πρέπει να είναι τέτοιο, έτσι ώστε η ενεργειακή απόδοση των προτεινόμενων κτηρίων να βελτιώνεται κατ' ελάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β+ [7,8].



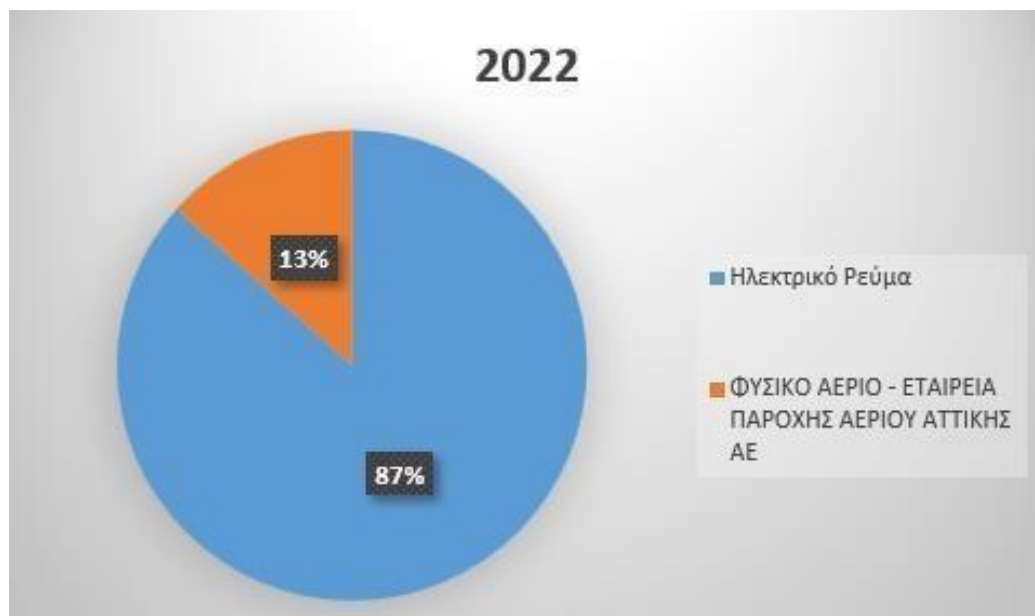
## Κεφάλαιο 4 - Καταναλώσεις ενέργειας Μεταξά

### 4.1 Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος

Έπειτα από την έγκριση της διοίκησης και την συνεννόηση με την τεχνική υπηρεσία του νοσοκομείου, μου δόθηκε πρόσβαση στους λογαριασμούς του ηλεκτρικού ρεύματος και φυσικού αερίου. Σε ό,τι αφορά το ηλεκτρικό ρεύμα, για το 2023 χρησιμοποιήθηκαν τους αναλυτικούς λογαριασμούς κάθε μήνα ενώ για το 2021 και το 2022 τις συνολικές πληρωμές. Χρησιμοποιώντας τους λογαριασμούς αυτούς παρουσιάζονται παρακάτω δύο διαγράμματα που δείχνουν τα έξοδα για ηλεκτρικό ρεύμα σε σχέση με το φυσικό αέριο για τα έτη 2021 2022.

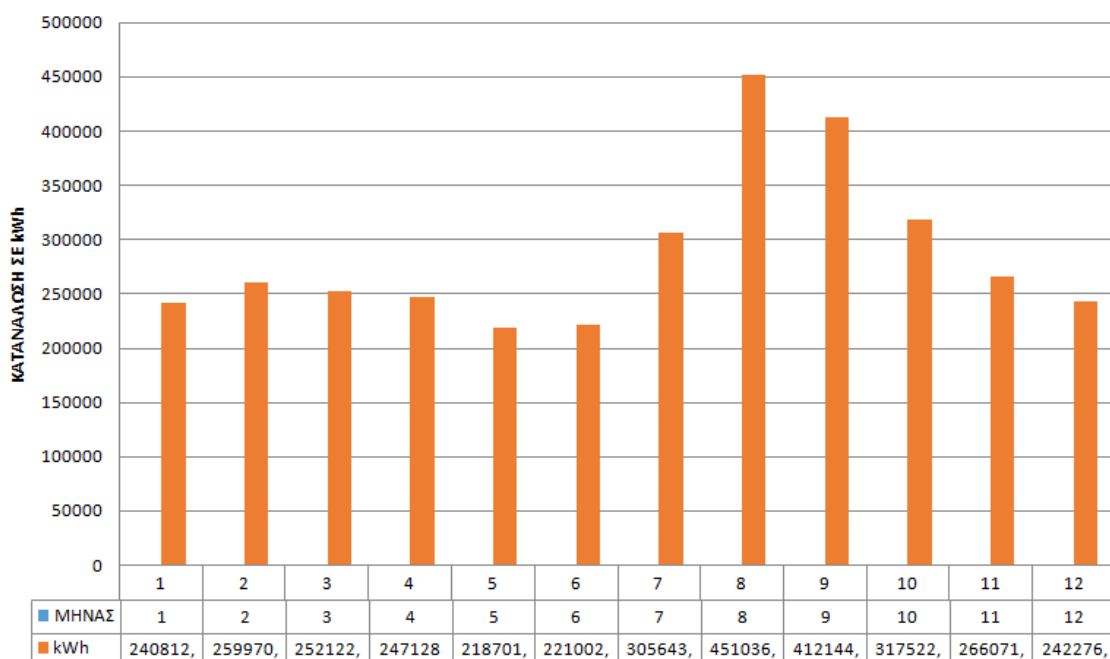


Σχήμα 4.1: Σύγκριση τιμών ηλεκτρικού ρεύματος και φυσικού αερίου σε σχέση με το συνολικό κόστος για το 2021



Σχήμα 4.2: Σύγκριση τιμών ηλεκτρικού ρεύματος και φυσικού αερίου σε σχέση με το συνολικό κόστος για το 2022

Σε ό,τι αφορά στο 2023, χρησιμοποιήθηκαν οι αναλυτικοί λογαριασμοί κάθε μήνα για το ρεύμα, οπότε μπορεί να δειχθεί αναλυτικά την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος για κάθε μήνα.

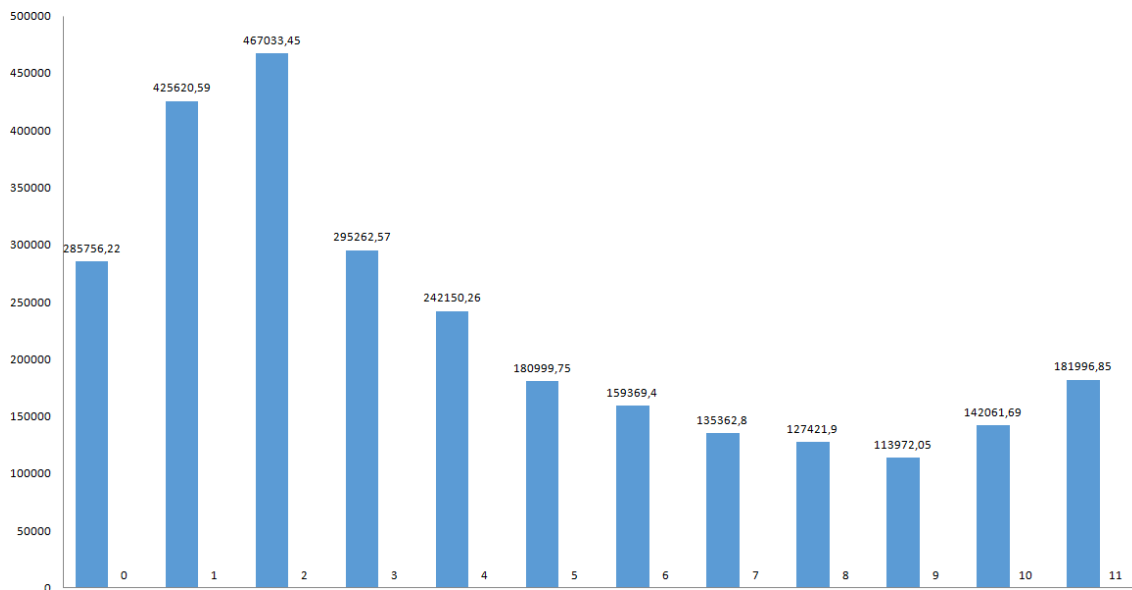


Σχήμα 4.3: Μηνιαία κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος νοσοκομείου Μεταξά το 2023

Όπως είναι αναμενόμενο τους καλοκαιρινούς μήνες, υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη για ηλεκτρικό ρεύμα, καθώς χρησιμοποιούνται συχνότερα τα κλιματιστικά προκειμένου να ψύχονται οι χώροι. Μάλιστα, όπως με ενημέρωση η τεχνική υπηρεσία και το προσωπικό, και επιβεβαίωση μετά από σχετικό έλεγχο, δεν υπάρχουν αυτόματες διατάξεις ώστε να ελέγχεται η χρήση των κλιματιστικών προκειμένου να αξιοποιούνται σωστά και να μην δουλεύουν περισσότερο από όσο χρειάζεται. Επίσης, σύμφωνα με τα αναλυτικά τιμολόγια της ΔΕΗ, κάθε μήνα η τιμή του ρεύματος διαφέρει και εμφανίζει δύο ξεχωριστές τιμές, μία για την κατανάλωση της ημέρας και μία για την κατανάλωση της νύχτας ( νυχτερινό τιμολόγιο) . Για κάθε μήνα η ΔΕΗ στον λογαριασμό έχει μία τιμή για ρεύμα που καταναλώθηκε κατά τις νυχτερινές ώρες και μία για τις ώρες της ημέρας. Η τιμή του βραδινού τιμολογίου είναι πάντα φθηνότερη, συνήθως κατά περίπου 0.01-0.015 Ευρώ/kWh. Για τον υπολογισμό του κέρδους από την εφαρμογή των δράσεων που παρουσιάζονται στα επόμενα κεφάλαια χρησιμοποιήθηκε η τιμή 0.15 ευρώ/kWh σας μέσος όρος τιμών κατά το έτος 2023

## 4.2 Κατανάλωση φυσικού αερίου

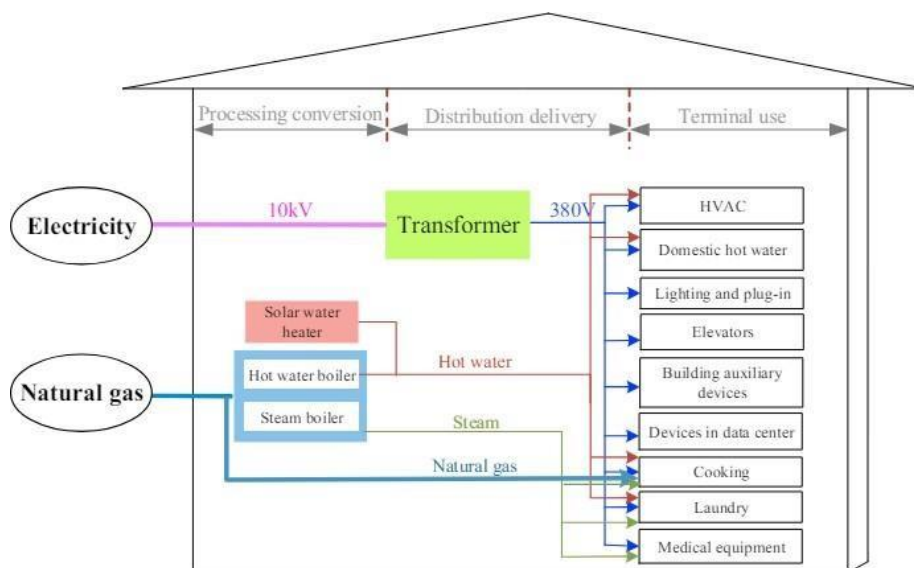
Στον πίνακα παρακάτω φαίνεται η μηνιαία κατανάλωση φυσικού αερίου για το 2023. Όπως είναι αναμενόμενο τους πρώτους 3 μήνες των αναλυτικών λογαριασμών, δηλαδή από τον Δεκέμβριο του 2022 μέχρι τον Φεβρουάριο του 2023 η κατανάλωση φυσικού αερίου είναι μεγαλύτερη. Αυτό είναι απολύτως λογικό καθώς κατά τους χειμερινούς μήνες περισσότερο φυσικό αέριο χρειάζεται για να θερμαίνεται το νοσοκομείο αφού τα μηχανήματα θέρμανσης λειτουργούν με φυσικό αέριο.



Σχήμα 4.4: Μηνιαία κατανάλωση φυσικού αερίου νοσοκομείου Μεταξά το 2023

### 4.3 Σύγκριση κατανάλωσης φυσικού αερίου με ηλεκτρικό ρεύμα

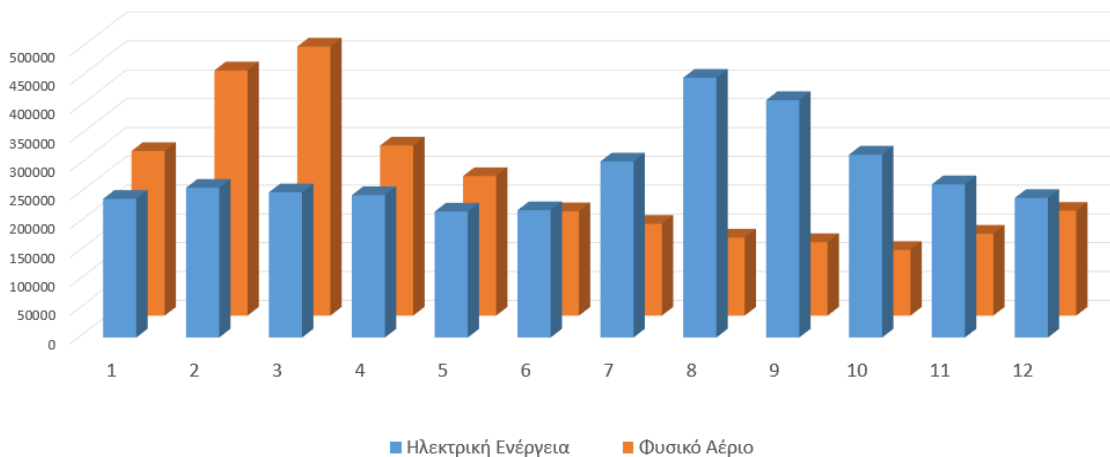
Το παρακάτω διάγραμμα είναι πολύ χρήσιμο γιατί παρουσιάζει αναλυτικά σε ποιες καταναλώσεις ενός νοσοκομείου χρησιμοποιείται φυσικό αέριο και σε ποιες ηλεκτρικό ρεύμα. Φυσικά, για τα ελληνικά δεδομένα η μέση τάση είναι 20kV και όχι 10kV.



Σχήμα 4.5: Ενεργειακές καταναλώσεις ενός νοσοκομείου [9]

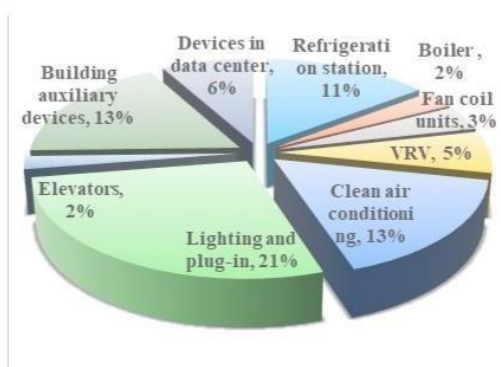
Όπως λοιπόν στο νοσοκομείο κάποιας ξένης χώρας της παραπάνω εικόνας έτσι και το νοσοκομείο Μεταξά λειτουργεί με ηλεκτρικό ρεύμα και φυσικό αέριο. Στο παρακάτω διάγραμμα, που δημιουργήθηκε με τη χρήση του λογισμικού BEMAT (το λογισμικό θα παρουσιαστεί εκτενώς σε επόμενο κεφάλαιο), παρουσιάζεται η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος (με πορτοκαλί) σε σύγκριση με την κατανάλωση φυσικού αερίου (με πράσινο). Φυσικά, τους πρώτους μήνες του έτους η κατανάλωση φυσικού αερίου είναι μεγαλύτερη ενώ, αντίθετα, τους καλοκαιρινούς μήνες η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος είναι μεγαλύτερη

## ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ "ΜΕΤΑΞΑ" ΤΟ 2023

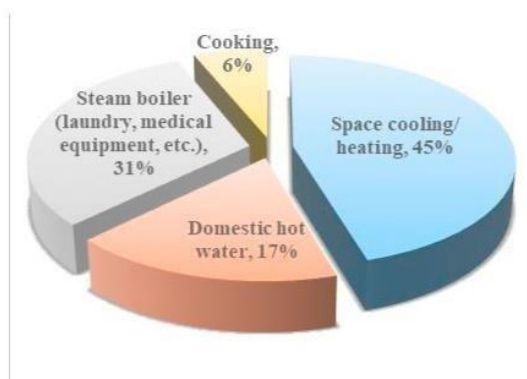


Σχήμα 4.6: Μηνιαία κατανάλωση φυσικού αερίου και ηλεκτρικού ρεύματος του νοσοκομείου Μεταξά το 2023 σε κοινούς άξονες

Κλείνοντας αυτό το κεφάλαιο κρίνεται χρήσιμο να παρουσιαστούν οι κυριότερες καταναλώσεις στις οποίες χρησιμοποιείται ηλεκτρικό ρεύμα και φυσικό αέριο για ένα γενικό νοσοκομείο:



Σχήμα 4.7: Διάγραμμα Κατανομής Ενέργειας με Ανάλυση Ηλεκτρικής Ενέργειας [9]



Σχήμα 4.8: Διάγραμμα Κατανομής Ενέργειας με Ανάλυση του Φυσικού Αερίου [9]

## Κεφάλαιο 5 - Ενεργειακή Επιθεώρηση Νοσοκομείου

Η διαδικασία της μελέτης διαχείρισης ενέργειας στο νοσοκομείο Μεταξά θα γίνει με βάση τους εξής κανονισμούς:

- ΚΕΝΑΚ : Υ.Α. Δ6/Β/οικ. 5825/2010 (ΦΕΚ 407/Β` 9.4.2010) [10]
- Υ.Α. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017, (ΦΕΚ 2367/Β/12.7.2017) [11]
- Υ.Α. ΔΕΠΕΑ/οικ. 170472/2018, (ΦΕΚ 181/Β/26.1.2018) [12]
- Τ.Ο.ΤΕ.Ε 20701-1: “Αναλυτικές εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης” [13]

### 5.1 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ)

Ο κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτηρίων διαμορφώνει το πλαίσιο αρχών και καθορίζει τους όρους και τις προϋποθέσεις βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Ειδικότερα, σκοπός της αποτελεί η μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό (ΘΨΚ), φωτισμό και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ΖΝΧ) με την ταυτόχρονη διασφάλιση συνθηκών άνεσης για τους εσωτερικούς χώρους των κτηρίων. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται μέσω του ενεργειακά αποδοτικού σχεδιασμού του κελύφους, της χρήσης ενεργειακά αποδοτικών δομικών υλικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (Η/Μ), ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

Για τους σκοπούς αυτούς :

- Ορίζεται η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων για την εκτίμηση των ενεργειακών καταναλώσεων των κτηρίων για ΘΨΚ, φωτισμό και θερμότητας(ΣΗΘ)
- Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη κτηρίων.
- Προσδιορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των κτηρίων, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προϋποθέσεις των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων των υπό μελέτη νέων κτηρίων, καθώς και των ριζικά ανακαινιζόμενων
- Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων.
- Καθορίζεται η μορφή του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.
- Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτηρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.
- Για την εφαρμογή των ανωτέρων σκοπών και με βάση το ΦΕΚ του 2017 δίνονται τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, οι οποίες εγκρίνονται με βάση του αρμόδιου Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας. Αυτές οι οδηγίες ρυθμίζουν ειδικότερα θέματα και επικαιροποιούνται κατά περίπτωση, σύμφωνα με τις εθνικές απαιτήσεις και εξελίξεις.

Η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων προσδιορίζεται με βάση τη μεθοδολογία υπολογισμού της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας και περιλαμβάνει τα παρακάτω στοιχεία:

- Τη χρήση του κτιρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός), τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό των χρηστών.

- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής που βρίσκεται το κτίριο (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ταχύτητα ανέμου και ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη διαφανείς επιφάνειες, σκίαστρα κ.α.), σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (χωρίσματα κ.α.)
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους (θερμοπερατότητα, θερμική μάζα, απορροφητικότητα ηλιακής ακτινοβολίας, διαπερατότητα κ.α.)
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης μηχανικού αερισμού (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ΖΝΧ (τύπος συστημάτων, δίκτυο διανομής, απόδοση συστημάτων κ.α.).
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού για τα κτίρια του τριτογενή τομέα.

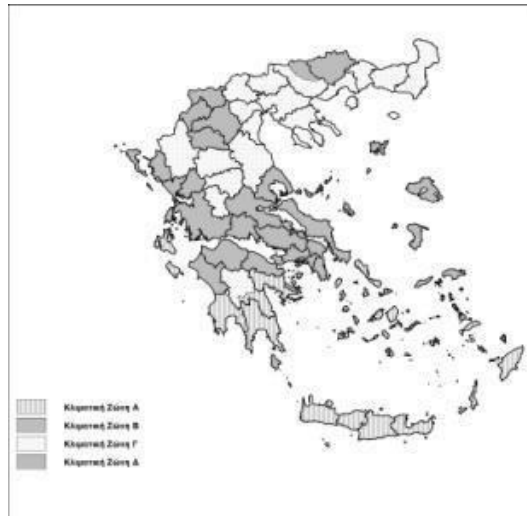
Στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση των ακόλουθων συστημάτων:

- Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ).
- Ενέργεια παραγόμενη με τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).
- Κεντρικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Φυσικός φωτισμός.

Στη συνέχεια για την εφαρμογή της απόφασης, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε 4 κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης.

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 Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας	ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Σχήμα 5.1: Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη (πηγή ΚΕΝΑΚ) [10]



Σχήμα 5.2: Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας (πηγή ΚΕΝΑΚ)[10]

Προκύπτει λοιπόν ότι το νοσοκομείο Μεταξά ανήκει στην **κλιματική ζώνη Β**

## 5.2 Μεθοδολογία ενεργειακής επιθεώρησης

Η μεθοδολογία διενέργειας της ενεργειακής επιθεώρησης περιλαμβάνει τα ακόλουθα βήματα:

1. **Προετοιμασία:** Στα πρώτα βήματα της εργασίας απαιτείται ενημέρωση από την τεχνική υπηρεσία για την πιθανή ύπαρξη τοπικών συστημάτων πέρα από τους γενικούς μετρητές. Ενδιαφέρουν οποιοδήποτε μετρητές ρεύματος, φυσικού αερίου και πετρελαίου. Επίσης, η τεχνική υπηρεσία πρέπει να παρέχει τις κατόψεις του κτιρίου, ώστε να είναι δυνατός ο προσανατολισμός και η μετακίνηση μέσα στους χώρους. Τέλος, χρειάζονται οι αναλυτικοί λογαριασμοί φυσικού αερίου, πετρελαίου και ηλεκτρικού ρεύματος για τα προηγούμενα έτη.
2. **Συλλογή στοιχείων:** Μετά τη συλλογή όλων των στοιχείων από τις πηγές του πρώτου βήματος, γίνεται αναλυτική μελέτη των στοιχείων. Συγκεκριμένα, λόγω έλλειψης τοπικών συστημάτων μέτρησης, αξιοποιούνται κυρίως οι λογαριασμοί ηλεκτρικού ρεύματος, πετρελαίου και φυσικού αερίου.
3. **Επεξεργασία στοιχείων:** Με τη χρήση της πλατφόρμας διαχείρισης ενέργειας BEMAT ([energymanagement.epu.ntua.gr](http://energymanagement.epu.ntua.gr)) του Εθνικού Μετσόβειου Πολυτεχνείου, γίνεται επεξεργασία των στοιχείων με στόχο να βρεθούν οι συντελεστές θερμοπερατότητας και να αξιολογηθούν οι μονώσεις του κτιρίου. Η λειτουργία αυτής της πλατφόρμας εξηγείται αναλυτικότερα παρακάτω.
4. **Πρόταση δράσεων:** Έχοντας κάνει την εκτίμηση της μόνωσης του κτιρίου, προτείνονται δράσεις οι οποίες αναλύονται ξεχωριστά και κρίνονται με βάση το κόστος τους και το κόστος αποπληρωμής της επένδυσης. Στόχος αυτής της ανάλυσης είναι να βρεθούν βιώσιμες επενδύσεις που προσφέρουν μεγάλο όφελος και μικρό επενδυτικό κίνδυνο.

## 5.3 Διαδικασία καταγραφής στοιχείων

Σε αυτή την παράγραφο θα παρουσιαστεί αναλυτικά η διαδικασία καταγραφής στοιχείων από όλους τους χώρους του νοσοκομείου. Κατόπιν της έκδοσης σχετικής άδειας από την διοίκηση του



νοσοκομείου και με την βοήθεια του υπευθύνου της τεχνικής υπηρεσίας, ξεκίνησε για κάθε χώρο η συλλογή και καταγραφή στοιχείων που σχετίζονται με τις ακόλουθες κατηγορίες:

- Φωτισμός
- Κλιματισμός
- Καταναλώσεις χώρων από συσκευές

Σε αυτό το σημείο κρίνεται σημαντικό να εξηγηθεί ότι σαν συσκευές σε αυτή τη διπλωματική θα μελετηθούν μόνο όσες εμπεριέχονται στο λογισμικό του Πολυτεχνείου, το οποίο θα παρουσιαστεί στην παράγραφο 5.4 . Οι συσκευές αυτές είναι κατά κύριο λόγο οικιακής χρήσης. Τα ιατρικά μηχανήματα στους χώρους ενός νοσοκομείου τέτοιου μεγέθους είναι πάρα πολλά και σίγουρα συνεισφέρουν στην μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Παρόλα αυτά η ακριβής καταγραφή τους είναι πολύ δύσκολη λόγω του πλήθους τους. Επίσης, λόγω του λογισμικού είναι αδύνατο να προστεθούν στην μελέτη. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η μελέτη διαχείρισης ενέργειας θα είναι ελλιπής χωρίς τον συνυπολογισμό αυτών. Αυτό συμβαίνει διότι σκοπός της εργασίας είναι να βρεθούν προτάσεις αναβάθμισης της αποδοτικότητας του νοσοκομείου. Οποιαδήποτε αλλαγή σε κάποιο τέτοιο μηχάνημα, πέρα από το ότι χρειάζεται ειδικές γνώσεις επί του θέματος, θα είναι κατά πάσα πιθανότητα μη βιώσιμη επένδυση διότι το κόστος τους είναι πολύ υψηλό ενώ η κατανάλωση τους σχετικά μικρή σε σύγκριση με τις καταναλώσεις που θα μελετηθούν. Προφανώς, οι καταναλώσεις των μηχανημάτων θα εμφανιστούν στα γραφήματα της κατανάλωσης ενέργειας από αλλά αυτό κρίνεται αρκετό για τους σκοπούς της εν λόγω εργασίας.

Το ερωτηματολόγιο για κάθε χώρο περιείχε τις εξής στήλες:

Πίνακας 5.1: Κάθε στοιχείο αυτού του πίνακα αποτελούσε ξεχωριστή στήλη του πίνακα που χρησιμοποιήθηκε για όλους τους χώρους. Τα στοιχεία ανήκουν στις εξής διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με το χρώμα: στοιχεία δωματίου/φωτιστικά/κλιματισμός/ηλεκτρικές συσκευές

ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΩΜΑΤΙΟΥ	ΧΩΡΟΣ ΚΑΤΟΨΗΣ	ΛΑΜΠΕΣ 18W	ΛΑΜΠΕΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ	ΛΑΜΠΕΣ T8 60CM	ΛΑΜΠΕΣ T8 120CM	ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΚΛΙΝΩΝ
ΑC	9000	12000	16000	18000	22000	24000
Η/Υ	ΕΚΤΥΠΩΤΗΣ	ΤΗΛ	ΨΥΓΕΙΟ	ΤΟΣΤΙΕΡΑ	TV	ΚΑΦΕΤΙΕΡΑ
ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΟ ΣΩΜΑ	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΟΡΟΦΗΣ	ΦΟΥΡΝΟΣ ΜΙΚΡΟΚΥΜ.	ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΠΙΑΤΩΝ		

## 5.4 Κατηγορίες καταναλώσεων

### 5.4.1. Φωτισμός

Μετά από τη συστηματική καταγραφή το 90-95% των χώρων του νοσοκομείου παρατηρήθηκε ότι τα φωτιστικά που χρησιμοποιούνται είναι 6 ειδών:

- Τετράγωνα φωτιστικά με 4 λάμπες φθορισμού 0.6 μέτρων
- Ορθογώνια φωτιστικά με 2 λάμπες φθορισμού 1.2 μέτρων
- Απλές λάμπες οικονομίας
- Φωτιστικά κλίνης
- Συμπαγείς λάμπες φθορισμού (CFL)
- Φωτιστικά LED

Ένα συντριπτικό ποσοστό του φωτισμού στο νοσοκομείο παρέχεται με φωτιστικά των 2 πρώτων κατηγοριών. Παρατηρήθηκε ότι περίπου το ¼ των λαμπών φθορισμού αυτών των κατηγοριών έχουν καεί, όμως θα θεωρηθεί ότι δουλεύουν κανονικά προκειμένου το αποτέλεσμα των προτάσεων φωτισμού σε επόμενο κεφάλαιο να είναι αντίστοιχο με αυτό το οποίο θα έπρεπε να ισχύει αυτή τη











στιγμή στο νοσοκομείο. Σε ότι αφορά στο είδος των λαμπών θα παρθούν κάποιες επιλεκτικά κάποιες που χρησιμοποιούνται ήδη αρκετά χρόνια στο νοσοκομείο. Έτσι, θα έχουμε μία ακριβή αποτύπωση της κατανάλωσης των φωτιστικών επειδή θα γνωρίζουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λαμπών που χρησιμοποιούνται[14].

#### 5.4.2. Κλιματισμός

Όπως προκύπτει από την καταγραφή των δεδομένων η πλειοψηφία (πλειονότητα) των χώρων του ΓΑΝΠ ΜΕΤΑΞΑ έχει multi-split μονάδες κλιματισμού. Κεντρικός κλιματισμός υπάρχει μόνο στην νέα πτέρυγα του νοσοκομείου και συγκεκριμένα από τον πρώτο μέχρι τον τέταρτο όροφο. Σε αυτούς τους τέσσερις ορόφους κεντρικός κλιματισμός υπάρχει μόνο σε ένα τμήμα του κάθε ορόφου που ονομάζεται νέα πτέρυγα. Φυσικά, στο χειρουργείο και σε μερικούς αντίστοιχης σημασίας χώρους υπάρχει αντιβακτηριακός κεντρικός κλιματισμός σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρότυπα. Στα αυτόνομα κλιματιστικά προκειμένου να μελετηθούν σύντομα κατηγοριοποιήθηκαν με γράμματα από το Α μέχρι το Ζ σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 5.2: Τα είδη συσκευών κλιματισμού [16]

	Είδος	Εικόνα
A	Ενιαία κλιματιστικά τοίχου ή παραθύρου	
B	Διαιρούμενες μονάδες δωματίου	
Γ	Μονάδες πολυδιαιρούμενου τύπου (multi-split)	
Δ	Φορητά κλιματιστικά	
Ε	Επιδαπέδιες μονάδες	
ΣΤ	Μονάδες τύπου «ντουλάπας»	
Z	Μονάδες οροφής κρυφού τύπου (καναλιό)	
H	Μονάδες τύπου «κασέτας»	

Κατά κύριο λόγο χρησιμοποιούνται κλιματιστικά τύπου Α, Β και Γ. Για τα κλιματιστικά Α ότι είναι πολύ παλιά και πλέον έχουν σταματήσει να παράγονται. Παρόλα αυτά, 4/5 από αυτά δεν έχουν χαλάσει και συνεχίζουν να δουλεύουν κανονικά. Για τα κλιματιστικά τύπου Β αξίζει να αναφερθεί ότι μόλις 1/4 είναι νέα τύπου inverter ενώ τα υπόλοιπα είναι παλαιάς τεχνολογίας. Θα εξηγηθούν οι δείκτες αποδοτικότητας που επιλέχθηκαν για την μελέτη σε επόμενο κεφάλαιο. Τα υπόλοιπα κλιματιστικά που υπάρχουν είναι τύπου Ε, ΣΤ (κυρίως σε διαδρόμους, στην κουζίνα και σε μεγάλους χώρους) και Ζ. Προκειμένου η μελέτη κλιματισμού να καλύπτει τις ίδιες ανάγκες θέρμανσης και ψύξης θα θεωρηθεί ότι όλα τα κλιματιστικά λειτουργούν και θα πρέπει να γίνουν ορισμένες παραδοχές σε όποιο σημείο της μελέτης δεν έχω αναλυτικά δεδομένα.

### 5.4.3 Συσκευές

Το λογισμικό BEMAT επιτρέπει να μελετηθούν συγκεκριμένες συσκευές. Κατά την καταγραφή βρέθηκε ότι οι συσκευές που υπάρχουν στο νοσοκομείο είναι οι εξής:

- Ηλεκτρονικοί υπολογιστές
- Εκτυπωτές/FAX
- Τηλέφωνα
- Ψυγεία
- Βραστήρες
- Τοστιέρες
- Τηλεοράσεις
- Καφετιέρες
- Θερμαντικά σώματα
- Ανεμιστήρες δαπέδου
- Ανεμιστήρες οροφής
- Φούρνοι μικροκυμάτων
- Πλυντήρια πιάτων

Φυσικά, υπήρχαν και επαγγελματικές ηλεκτρικές συσκευές (κουζίνες και πλυντήρια ρούχων) αλλά η αντικατάστασή τους είναι κοστοβόρα δεν καταγράφηκαν.

### 5.5 Η διαδικασία επίσκεψης των χώρων

Μετά από την εκτύπωση των κατόψεων των 12 ορόφων αλλά και των ερωτηματολογίων, ξεκίνησε η συστηματική καταγραφή των ενεργειακών δεδομένων κάθε χώρου του νοσοκομείου. Καθ' όλη τη διάρκεια παραμονής στους χώρους του νοσοκομείου ήταν απαραίτητη σύμφωνα την Επιτροπή Λοιμώξεων του ΓΑΝΠ ΜΕΤΑΞΑ, η χρήση μάσκας για την πρόληψη διασποράς του κορονοϊού. Επιπλέον, η καταγραφή δεδομένων ιδιαίτερων χώρων όπως η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας ( ΜΕΘ), καθώς και των χειρουργικών αιθουσών, έγινε κατόπιν συνεννόησης με την Ιατρική Υπηρεσία, και με την απαραίτητη χρήση επιπρόσθετου εξοπλισμού, ποδιάς μιας χρήσης, ποδοναρίων, και σκούφου για την αποφυγή διασποράς μικροβίων. Ο χρόνος που προσφέρθηκε σε αυτούς τους δύο χώρους ήταν περιορισμένος, οπότε πολλά διαφορετικά δωμάτια καταμετρήθηκαν ως ένα. Οι όροφοι που καταγράφηκαν περιλαμβάνουν από το τέταρτο υπόγειο μέχρι και τον έκτο. Ο έβδομος όροφος ήταν υπό ανακαίνιση και συνεπώς δεν ήταν επισκέψιμος. Επειδή ωστόσο, χρησιμοποιούταν κανονικά μέχρι πρότινος και οι καταναλώσεις του έχουν συμπεριληφθεί στους λογαριασμούς τους 2023, θα συμπεριληφθεί στην μελέτη ως ίδιος με τον έκτο όροφο καθώς σύμφωνα με τις οδηγίες της τεχνικής υπηρεσίας οι δύο όροφοι είναι πανομοιότυποι ως προς τις καταναλώσεις.

Η καταγραφή κάθε χώρου περιλάμβανε

- τον αριθμό των φωτιστικών,
- το είδος των φωτιστικών,
- το είδος των κλιματιστικών και τέλος
- τις ηλεκτρικές συσκευές.

Στους περιορισμούς της καταγραφής, πρέπει να αναφερθούν

1. χώροι που δεν ήταν εφικτή η επίσκεψη όπως ο νεκροθάλαμος, ή θάλαμοι με ασθενείς με εξαιρετικά μολυσματικές νόσους ή κρατούμενους
2. χώροι που ήταν κλειδωμένοι, χωρίς να καταστεί δυνατή η ανεύρεση κλειδιών.

Σε αυτούς τους χώρους η καταγραφή των καταναλώσεων έγινε με τις υποδείξεις του προσωπικού που ήταν αρμόδιο για τον εκάστοτε χώρο. Επόμενο βήμα είναι όλα τα συλλεγμένα δεδομένα να περαστούν σε ένα αρχείο Excel το οποίο περιλαμβάνει όλους τους ορόφους από το τέταρτο υπόγειο μέχρι και τον έβδομο όροφο.

## 5.6 Το λογισμικό Building Energy Management Tool (BEMAT)

Το λογισμικό παρέχεται δωρεάν από το Ε.Μ. Πολυτεχνείο για μελέτες ενεργειακής αναβάθμισης κτηρίων. Ο χρήστης, από τη στιγμή που συνδεθεί στο λογαριασμό του, μπορεί να αρχίσει τη μελέτη[15].

- Αρχικά, δημιουργεί ένα νέο “έργο” ονομάζοντάς το και εισάγοντας όλα τα στοιχεία της τοποθεσίας του εκάστοτε κτιρίου.
- Στη συνέχεια, δημιουργεί το ενεργειακό προφίλ του κτιρίου, εισάγοντας τα δεδομένα καταναλώσεων ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου, πετρελαίου και βιομάζας.
- Έπειτα εισάγει τα συστήματα του κτιρίου:
  - Στοιχεία λέβητα
  - Σύστημα ψύξης
  - Σύστημα θέρμανσης
  - Σύστημα ζεστού νερού χρήσης
  - Ηλιακοί συλλέκτες
- Σειρά έχει ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες και ζώνες κατανάλωσης.
- Μετά από αυτά τα βήματα μπορεί να αρχίσει η εκτέλεση σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης. Για κάθε δράση πρέπει να υπολογιστούν οι ώρες χρήσης της εκάστοτε κατανάλωσης μέσα στο έτος και στη συνέχεια να βρεθεί ένα νέο μηχάνημα που θα είναι ιδανικό για την αντικατάσταση του παλιού. Από την πλευρά της οικονομικής ανάλυσης, ενδιαφέρει το συνολικό κόστος της επένδυσης και το ετήσιο όφελος που θα αποφέρει στο νοσοκομείο. Όπως κάθε επένδυση, έτσι και στα “σενάρια” μέσω της πλατφόρμας μπορεί να βρεθεί η καθαρή παρούσα αξία Κ.Π.Α., ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης, καθώς και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής. Φυσικά πρέπει να οριστεί ένα χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο υπολογίζεται η απόσβεση της επένδυσης. Το λογισμικό επιτρέπει την εκτέλεση των εξής σεναρίων ενεργειακής αναβάθμισης κτιρίου: Εφαρμογή θερμομόνωσης οροφής
  - Εφαρμογή θερμομόνωσης εξωτερικής τοιχοποιίας
  - Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων
  - Αντικατάσταση παλαιών υαλοπινάκων
  - Αντικατάσταση λαμπτήρων, πυράκτωσης
  - Αντικατάσταση κλιματιστικών
  - Αναβάθμιση συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ
  - Εγκατάσταση δικτύου φυσικού αερίου
  - Εγκατάσταση περσίδων
  - Εγκατάσταση συστήματος αυτόματου ελέγχου τεχνητού φωτισμού
  - Αντικατάσταση λέβητα

Κάθε μία δράση θεωρείται διαφορετική επένδυση και μελετάται ξεχωριστά από τις υπόλοιπες. Στο νοσοκομείο Μεταξά θα μελετήσουμε τα περισσότερα από αυτά τα σενάρια ενεργειακής αναβάθμισης και θα προτείνουμε αυτά που θα είναι πιο προσοδοφόρες επενδύσεις για το νοσοκομείο.

## 6. Κλιματισμός

### 6.1 Τα είδη των συσκευών κλιματισμού

Τα είδη των συσκευών κλιματισμού είναι τα εξής:

- Ενιαία κλιματιστικά τοίχου ή παραθύρου
- Διαιρούμενες μονάδες δωματίου
- Μονάδες πολυδιαιρούμενου τύπου (multi-split)
- Φορητά κλιματιστικά
- Επιδαπέδιες μονάδες
- Μονάδες τύπου «ντουλάπας»
- Μονάδες οροφής κρυφού τύπου (καναλάτο)
- Μονάδες τύπου «κασέτας»

Αναλυτικότερα:

- Ενιαία κλιματιστικά τοίχου ή παραθύρου

Τα νέα κλιματιστικά τοίχου ή παραθύρου είναι σχετικά μικρές σε ισχύ οι μονάδες κλιματισμού, οι οποίες δεν αποτελούνται από εσωτερικό και εξωτερικό μηχάνημα, αλλά ολόκληρο το κλιματιστικό βρίσκεται μέσα σε ένα ενιαίο συμπαγές κέλυφος. Οι ενιαίες αυτές μονάδες πιο συχνά τοποθετούνται σε κάποιο διαμπερές άνοιγμα στον τοίχο. Ή και στο παράθυρο ώστε μια πλευρά τους (η πίσω) να “βλέπει” στον εξωτερικό χώρο και η άλλη πλευρά τους (η μέσα) να βλέπει μέσα στο δωμάτιο. Το προφανές μειονέκτημα αυτού του είδους κλιματιστικών είναι ότι προκειμένου να εγκατασταθούν. Υπάρχει η προϋπόθεση του ανοίγματος ενός κενό στον τοίχο αρκετά μεγάλο ώστε να χωρέσει το κλιματιστικό. Οι ενιαίες μονάδες έχουν λειτουργία ψύξης και θέρμανσης και τα μεγέθη τους ποικίλλουν ανάλογα με την ψυκτική και η θερμική απόδοση τους. Τα κλιματιστικά αυτά ήταν τα πρώτα τα οποία κατασκευάστηκαν για οικιακή χρήση στο παρελθόν. Για αυτό το λόγο παλιότερα ήταν και πολύ περισσότερο διαδεδομένα απ’ότι σήμερα.



Σχήμα 6.1: Ενιαίο κλιματιστικό τοίχου [16]



Σχήμα 6.2: Ενιαίο κλιματιστικό παραθύρου [16]

- Διαιρούμενες μονάδες δωματίου

Οι διαιρούμενες μονάδες δωματίων αποτελούν πλέον την πιο συνηθισμένη και ευρέως διαδεδομένη μορφή κλιματιστικών. Αυτά τα κλιματιστικά καλύπτουν τις ανάγκες για δροσιά των οικιακών χώρων και κάποιων σχετικά μικρών επαγγελματικών χώρων, όπως εμπορικών καταστημάτων, γραφείων και χώρων εστίασης. Αποτελούνται από την εξωτερική μονάδα, η οποία τοποθετείται στον εξωτερικό τοίχο και την εσωτερική μονάδα, η οποία τοποθετείται στο εσωτερικό τοίχο. Διαθέτουν μοντέρνο σχεδιασμό, ταιριάζουν εύκολα με τον υπόλοιπο χώρο, έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και πολλά από αυτά δίνουν και τη δυνατότητα τηλελειτουργίας μέσω Διαδικτύου.

Εξαιτίας της τοποθέτησής τους ψηλά σε κάποιον τοίχο έχουν καλύτερη ψυκτική απόδοση, μια που ο θερμός αέρας συσσωρεύεται στα ψηλότερα επίπεδα του εσωτερικού χώρου. Τα κλιματιστικά τοίχου είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος κλιματιστικών, η τιμή τους είναι η πιο χαμηλή από όλους τους άλλους τύπους (για την ίδια ισχύ), ενώ οι ενεργειακές τους επιδόσεις και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τους είναι κορυφαία.



Σχήμα 6.3: Διαιρούμενη μονάδα δωματίου[16]

- Μονάδες πολυδιαιρούμενου τύπου (multi-split)

Οι μονάδες πολύ διαιρούμενου τύπου αποτελούνται από μια εξωτερική μονάδα στην οποία μπορούν να συνδεθούν από 2 έως και 5 εσωτερικές μονάδες, οι οποίες μπορούν να τοποθετηθούν σε διαφορετικά δωμάτια. Είναι ιδανική λύση για ταυτόχρονη ψύξη ή θέρμανση πολλαπλών χώρων, χωρίς να είναι αναγκαία η αγορά ξεχωριστών μονάδων κλιματισμού. Επίσης, σε περίπτωση που θέλουμε να εγκαταστήσουμε πολλά κλιματιστικά στον ίδιο χώρο, χωρίς όμως να έχουμε χώρο για να τοποθετήσουμε πολλές εξωτερικές μονάδες τα multi split είναι μονόδρομος.



Σχήμα 6.4: Μονάδα πολυδιαιρούμενου τύπου (multi-split) [16]

- Φορητά κλιματιστικά

Οι φορητές μονάδες κλιματισμού ή αλλιώς φορητά κλιματιστικά είναι κλιματιστικά, τα οποία είναι μηχανήματα που στο ίδιο κέλυφος είναι τοποθετημένη τόσο η εξωτερική και η εσωτερική μονάδα. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι είναι μικρές και για αυτό το λόγο είναι εύκολη μετακίνησή τους από δωμάτιο σε δωμάτιο προσφέροντας σε διαφορετικό χρόνο τη δυνατότητα ψύξης ή θέρμανσης, πολλαπλών δωματίων. Επίσης, δεν χρειάζονται εγκατάσταση και έχουν πολύ μικρό κόστος αγοράς. Στα μειονεκτήματά τους είναι σίγουρα η μικρή ισχύς, γεγονός που τις καθιστά οικονομικές στην κατανάλωση ενέργειας, αλλά ταυτόχρονα και περιορισμένης ψυκτικής και θερμικής απόδοσης.



Σχήμα 6.5: Φορητό κλιματιστικό[16]

- Επιδαπέδιες μονάδες

Οι επιδαπέδιες μονάδες κλιματισμού συνήθως Επιλέγονται για αρχιτεκτονικούς χώρους όπου ε προσφέρουν κλιματισμό ενός χώρου χωρίς να φαίνονται τα επίτοιχα κλιματιστικά. Το πλεονέκτημα αυτής της επιλογής είναι ότι τραβάνε αέρα από το δάπεδο που ο αέρας είναι κρύος, πράγμα που τα καθιστά ιδανική επιλογή για κλιματισμό μεγάλων ενιαίων χώρων και ψηλοτάβανων χώρων τους οποίους τα κλιματιστικά τοίχου δεν θα ζέσταιναν ομοιόμορφα λόγω του διαφορετικού τρόπου με τον οποίον ανακυκλώνουν τον αέρα. Τα κλιματιστικά τοίχου δηλαδή θα ζέσταιναν περισσότερο τα ψηλότερα στρώματα του αέρα και λιγότερο τον αέρα κοντά στο δάπεδο. Στα πλεονεκτήματά τους προσμετράται η δυνατότητα τοποθέτησης στο δάπεδο χωρίς να καταλαμβάνουν μεγάλο χώρο και ευκολία τοποθέτησης τους κάτω από κάποιο παράθυρο, που συνήθως είναι χώρος που δεν χρησιμοποιείται. Έχουν πολύ καλή θερμική απόδοση, είναι σχετικά αθόρυβες στη λειτουργία τους και εύκολες στη συντήρησή τους. Ωστόσο, σε σχέση με τις μονάδες τοίχου, δεν επιτυγχάνουν τόσο καλή ψύξη μια που ο θερμός αέρας έχει την τάση να συσσωρεύεται στα υψηλότερα επίπεδα του χώρου και έχουν μεγαλύτερο κόστος αγοράς.



Σχήμα 6.6: Επιδαπέδια μονάδα[16]

- Μονάδες τύπου «ντουλάπας»

Οι μονάδες τύπου “ντουλάπας” είναι μεγάλα σε μέγεθος κλιματιστικά υψηλής ισχύος (48.000 BTU έως 72.000 BTU) τα οποία χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό χώρων, συνήθως επαγγελματικών, άνω των 60 τ.μ. Είναι σίγουρα η χειρότερη επιλογή από άποψη ενεργειακής απόδοσης αλλά και άνεσης λόγω του μεγάλου όγκου τους. Παρόλα αυτά υπάρχουν κάποιες ντουλάπες, είναι υπέρ οι οποίες μπορούν να πετύχουν στην καλύτερη περίπτωση απόδοση επιπέδου κατηγορίας A (την ίδια στιγμή που τα επίτοιχα και τα καναλλάτα μηχανήματα υπάρχουν σε κατηγορίες μέχρι A+++). Γενικά αυτά τα κλιματιστικά δεν παρέχουν μεγάλη άνεση, γιατί φυσάνε αέρα μεγάλης παροχής από ένα μόνο στόμιο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όποιος κάθεται κοντά στο κλιματιστικό, να ζεσταίνεται υπερβολικά, ή να κρυώνει υπερβολικά όταν το κλιματιστικό αυτό λειτουργεί σε θέρμανση ή ψύξη αντίστοιχα. Παρόλα αυτά το κλιματιστικό ντουλάπα επιτρέπει τον κλιματισμό ενός μεγάλου σε έκταση χώρου με μικρό κόστος εγκατάστασης.



Σχήμα 6.7: Μονάδα τύπου «ντουλάπας» [16]

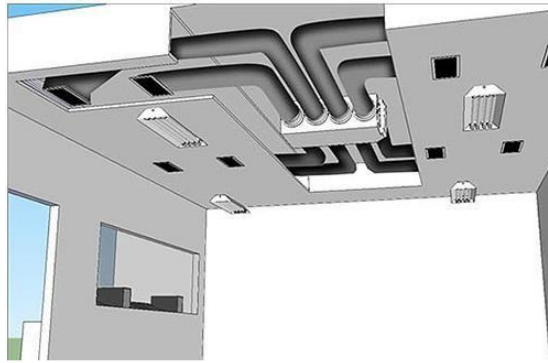
- Μονάδες οροφής κρυφού τύπου (καναλάτο)

Προκειμένου να εγκατασταθούν τέτοιου τύπου μονάδες κλιματισμού είναι απαραίτητη η τοποθέτηση ψευδοροφής μέσα στο διάκενο της οποίας βρίσκεται η εσωτερική μονάδα. Φυσικά η αγωγή εισροής και εκροής του αέρα δεν είναι ορατή. Ορατά είναι μόνο τα στόμια εξόδου του αέρα από τους αεραγωγούς, από τα οποία κιάλας διανέμεται ο αέρας στον χώρο. Η καναλλάτες εσωτερικές μονάδες είναι ιδανικές για επαγγελματικούς χώρους, όπου για λόγους αισθητικής δεν θέλουμε να εγκαταστήσουμε εμφανείς εσωτερικές μονάδες, όπως είναι για παράδειγμα δωμάτια ξενοδοχείων ή καταστήματα.



Σχήματα 6.8 : Μονάδα οροφής κρυφού τύπου (καναλάτο) [16]





Σχήματα 6.9: Μονάδα οροφής κρυφού τύπου (καναλάτο) [16]

- Μονάδες τύπου «κασέτας»

Η μοναδική διαφορά μεταξύ των κλιματιστικών αυτού του τύπου και των καναλλάτων είναι πως στις μονάδες τύπου κασέτας η εσωτερική μονάδα των κλιματιστικών είναι ορατή. Τα κλιματιστικά τύπου κασέτας διασκορπίζουν τον κλιματιζόμενο αέρα καλύτερα στον χώρο και επιτρέπουν ευκολότερη συντήρηση λόγω του γεγονότος ότι η μάσκα του μηχανήματος από την οποία ο τεχνικός έχει πρόσβαση στο εσωτερικό του μηχανήματος είναι ορατή.



Σχήμα 6.10: Μονάδα τύπου «κασέτας» [16]

## 6.2 Inverter vs Συμβατικό

Τα κλιματιστικά τεχνολογίας inverter έχουν τη δυνατότητα να αυτορυθμίζουν την παρεχόμενη ισχύ τους, με βάση την επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία και τις απώλειες του χώρου, με αποτέλεσμα να εξοικονομούν ηλεκτρικό ρεύμα και βέβαια χρήματα. Πιο αναλυτικά, ένα συμβατικό κλιματιστικό σταθερών στροφών, όταν επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία στο χώρο, σταματά τη λειτουργία του ενώ όταν η θερμοκρασία μεταβληθεί πέρα από κάποιο όριο, τότε η εξωτερική μονάδα ξεκινά να λειτουργεί πάλι. Αυτές οι επανεκκινήσεις απαιτούν σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας και αποφεύγονται με τη χρήση κλιματιστικών inverter. Αυτό συμβαίνει διότι τα συγκεκριμένα κλιματιστικά διαθέτουν συμπίεστη μεταβλητής απόδοσης κι έτσι, βάσει των απαιτήσεων για τη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας στον κλιματιζόμενο χώρο, ρυθμίζονται ανάλογα οι στροφές λειτουργίας της εξωτερικής μονάδας. Με αυτό τον τρόπο η εξωτερική μονάδα ξεκινά αλλά δε σταματά τη λειτουργία της – διαδικασία ενεργοβόρα – κι επομένως υπάρχει αποτελεσματικότερη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας [17].

### Τα πλεονεκτήματα

Βασικό πλεονέκτημα της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι η οικονομία ηλεκτρικής ενέργειας. Ανάλογα με τον τύπο της συσκευής αλλά και τις συνθήκες της χρήσης του μπορεί να εξοικονομήσει από 25% έως 50% ηλεκτρικής ενέργειας συγκριτικά με ένα συμβατικό. Στα πλεονεκτημάτα του περιλαμβάνεται επίσης η γρήγορη απόδοσή του καθώς επιτυγχάνει την επιθυμητή θερμοκρασία θα



πολύ λιγότερο χρόνο σε σχέση με ένα συμβατικό κλιματιστικό σταθερών στροφών. Τέλος, τα κλιματιστικά inverter μπορούν να λειτουργήσουν σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες εξωτερικού περιβάλλοντος, ακόμη και υπό του μηδενός ενώ έχουν ιδιαίτερα μεγάλη ισχύ στη λειτουργία θέρμανσης.

### **Πότε συμφέρουν;**

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι τα κλιματιστικά τύπου inverter έχουν μεγαλύτερο αρχικό κόστος απ' ό,τι τα συμβατικά. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε, προσφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας κι επομένως αρκετά γρήγορα θα γίνει η απόσβεση μέσω των λογαριασμών του ρεύματος. Συμφέρουν όμως πάντα τα κλιματιστικά inverter; Γενικώς, για τις συγκεκριμένες συσκευές ισχύει ότι όσο περισσότερες ώρες λειτουργεί, τόσο γρηγορότερα γίνεται η απόσβεση. Σε αυτό το πλαίσιο, εάν το κλιματιστικό προορίζεται για πολύωρη καθημερινή χρήση, τότε σίγουρα αξίζει. Εάν όμως προορίζεται για να λειτουργεί πχ 1 ώρα την ημέρα τότε μάλλον δεν είναι και τόσο συμφέρουσα λύση (τουλάχιστον σε οικονομικό επίπεδο) καθώς το αρχικό κόστος είναι μεγαλύτερο και η εξοικονόμηση, δεδομένης της σύντομης λειτουργίας, δεν είναι τόσο «αισθητή»

## **6.3 Παράγοντες αλλαγής κλιματιστικών**

Παρακάτω θα παρουσιαστούν οι σημαντικότεροι παράγοντες, σύμφωνα με τους οποίους κρίνεται αναγκαία η αντικατάσταση μιας κλιματιστικής μονάδας.

### **6.3.1. Ενεργειακή κλάση κλιματιστικού [17]**

Οι οικιακές συσκευές, ανάμεσα σε αυτές και τα κλιματιστικά, κατηγοριοποιούνται σε κλάσεις από A+++ έως G (με A+++ την πιο αποδοτική) με βάση την ενεργειακή τους απόδοση. Ενεργειακή απόδοση είναι το ωφέλιμο ποσό ενέργειας που απελευθερώνουν στον χώρο σε σύγκριση με αυτό που καταναλώνουν. Μέχρι πρόσφατα, δύο δείκτες καθόριζαν την κατηγοριοποίηση των συσκευών σε ενεργειακές κλάσεις, ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης θέρμανσης (COP) και ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης ψύξης (EER) Οι δύο δείκτες υπολογίζονται εάν διαιρέσουμε την αποδιδόμενη ενέργεια (θέρμανσης ή ψύξης) προς την καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια. Όσο υψηλότερες οι τιμές των δεικτών τόσο και καλύτερα τα επίπεδα απόδοσης σε κατάσταση θέρμανσης ή ψύξης του μηχανήματος. Για παράδειγμα, σε λειτουργία θέρμανσης, ένα κλιματιστικό A+++ είναι κατά 15% περίπου οικονομικότερο στη λειτουργία του από ένα κλιματιστικό κατηγορίας A+ και 27.5% οικονομικότερο από ένα κλιματιστικό κατηγορίας A.

Η νέα μέθοδος αξιολόγησης της ενεργειακής απόδοσης έχει ως αφετηρία την οδηγία της ΕΕ για προϊόντα που σχετίζονται με την ενέργεια (ErP) (την επονομαζόμενη οδηγία οικολογικού σχεδιασμού), η οποία καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις οικολογικού σχεδιασμού που πρέπει να ενσωματώσουν οι κατασκευαστές στα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια.

Η εποχιακή απόδοση απαιτεί ένα νέο σύστημα αξιολόγησης για προϊόντα θέρμανσης και ψύξης, το οποίο πρέπει να χρησιμοποιείται από όλους τους κατασκευαστές. Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει:

- τον βαθμό εποχιακής ενεργειακής απόδοσης (SEER) κατά την ψύξη
- τον συντελεστή εποχιακής απόδοσης (SCOP) κατά τη θέρμανση

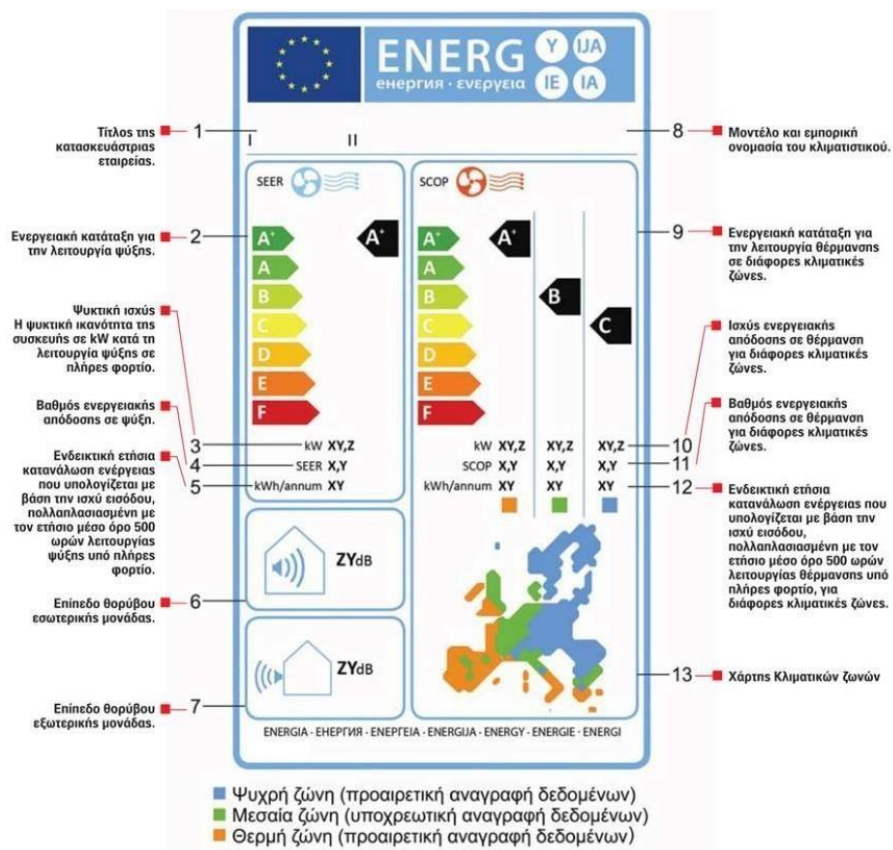
Οι νέοι βαθμοί εποχιακής απόδοσης, σε αντίθεση με τους παλιούς, αντανακλούν την πραγματική κατανάλωση ενέργειας μιας αντλίας θερμότητας, με βάση την ενεργειακή της απόδοση για ένα ολόκληρο έτος. Οι δείκτες SEER και SCOP μετρούν την ετήσια κατανάλωση ενέργειας και την απόδοση κατά τη συνήθη καθημερινή χρήση. Μακροπρόθεσμα, λαμβάνουν υπ' όψιν τις διακυμάνσεις της

θερμοκρασίας και τις περιόδους αδράνειας και δίνουν μια σαφή και αξιόπιστη ένδειξη για την τυπική ενεργειακή απόδοση καθ' όλη την περίοδο θέρμανσης ή ψύξης.

Ενεργειακή Κατηγορία	SEER	SCOP
A+++	$8,50 \leq \text{SEER}$	$5,10 \leq \text{SCOP}$
A++	$6,10 \leq \text{SEER} < 8,50$	$4,60 \leq \text{SCOP} < 5,10$
A+	$5,60 \leq \text{SEER} < 6,10$	$4,00 \leq \text{SCOP} < 4,60$
A	$5,10 \leq \text{SEER} < 5,60$	$3,40 \leq \text{SCOP} < 4,00$
B	$4,60 \leq \text{SEER} < 5,10$	$3,10 \leq \text{SCOP} < 3,40$
C	$4,10 \leq \text{SEER} < 4,60$	$2,80 \leq \text{SCOP} < 3,10$
D	$3,60 \leq \text{SEER} < 4,10$	$2,50 \leq \text{SCOP} < 2,80$
E	$3,10 \leq \text{SEER} < 3,60$	$2,20 \leq \text{SCOP} < 2,50$
F	$2,60 \leq \text{SEER} < 3,10$	$1,90 \leq \text{SCOP} < 2,20$
G	$\text{SEER} \leq 2,60$	$\text{SCOP} \leq 1,90$

Σχήμα 6.11: Όρια ενεργειακών κλάσεων των συντελεστών SEER και SCOP [18]

Για να επιτραπεί η εισαγωγή μιας κλιματιστικής συσκευής στην Ευρωπαϊκή Ένωση, πρέπει ο συντελεστής SEER να είναι μεγαλύτερος του 3,60 και SCOP μεγαλύτερος του 3,40.



Σχήμα 6.12 : Πίνακας ενεργειακής κλάσης κλιματιστικού [18]

### 6.3.2 Ψυκτικό μέσο

Πολλά από τα κλιματιστικά τα οποία έχουν τοποθετηθεί στο νοσοκομείο, χρησιμοποιούν ως ψυκτικό μέσο το R22. Αυτό το ψυκτικό μέσο όμως, μαζί με κάποια ακόμα (R402A, R402B, R403B, R408A, R409A, R409B) είχε απαγορευτεί πλήρως από 01/01/2015 από το πλαίσιο του κανονισμού (ΕΚ) αριθ. 2037/2000 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 29ης Ιουνίου 2000. Αναλυτικότερα, στο "Άρθρο 5 – Έλεγχος της χρήσης υδροχλωροφθορανθράκων" αναφέρεται:

“από 1ης Ιανουαρίου 2010, απαγορεύεται η χρήση αχρησιμοποίητων υδροχλωροφθορανθράκων για τη συντήρηση και την επισκευή του υφισταμένου κατά την ημερομηνία αυτή ψυκτικού και

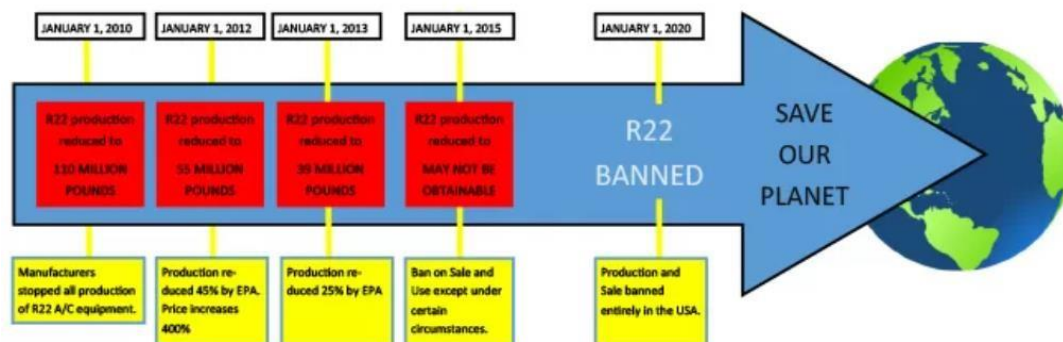
κλιματιστικού εξοπλισμού. Η χρήση υδροχλωροφθορανθράκων κάθε είδους απαγορεύεται από 1ης Ιανουαρίου 2015. Πριν την 31η Δεκεμβρίου 2008, η Επιτροπή επανεξετάζει την τεχνική και οικονομική ύπαρξη ουσιών εναλλακτικών των υδροχλωροφθορανθράκων. Η επανεξέταση συνεκτιμά την ύπαρξη τεχνικώς και οικονομικώς εφικτών εναλλακτικών λύσεων εν σχέσει προς τους υδροχλωροφθοράνθρακες σε υφιστάμενο εξοπλισμό ψύξης, προς αποφυγή άσκοπης εγκατάλειψής του. Οι τυχόν εναλλακτικές λύσεις πρέπει να βλάπτουν πολύ λιγότερο το περιβάλλον, εν συγκρίσει προς τους υδροχλωροφθοράνθρακες. Η Επιτροπή υποβάλλει το πόρισμα της επανεξέτασης στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και στο Συμβούλιο και, αναλόγως, αποφασίζει με τη διαδικασία του άρθρου 18 παράγραφος 2 τυχόν προσαρμογή της ημερομηνίας της 1ης Ιανουαρίου 2015”

Δηλαδή, απαγορεύεται η χρήση αχρησιμοποίητων (παρθένων) υδροχλωροφθορανθράκων (R-22) για τη συντήρηση και την επισκευή του υφιστάμενου ψυκτικού και κλιματιστικού εξοπλισμού. Για να εξυπηρετηθεί υφιστάμενος εξοπλισμός, επιτρέπεται να παρέχονται ή χρησιμοποιούνται μόνο ανακυκλωμένοι ή ανακτημένοι υδροχλωροφθοράνθρακες. Επίσης, σύμφωνα με τη νομοθεσία, οι εταιρείες εμπορίας πρακτικών δεν μπορούν να διαθέτουν στην αγορά R-22.

Εάν σε μια εγκατάσταση χρειαστεί συμπλήρωση με ψυκτικό υγρό και σε περίπτωση που δεν γίνεται να χρησιμοποιηθεί ανακτημένο ή ανακυκλωμένο R-22, τότε υπάρχουν οι εξής λύσεις:

- Αντικατάσταση του ψυκτικού μέσου της εγκατάστασης με R-404a, R-407, R-507 ή R-134a ανάλογα με την εφαρμογή. Το πλεονέκτημα αυτών των ανδρών είναι ότι υπάρχουν στην αγορά εδώ και αρκετά χρόνια και πλέον είναι γνωστές οι συμπεριφορές τους. Επίσης, η τιμή τους δεν είναι πολύ υψηλότερη από αυτή του R-22. Από την άλλη, το μειονέκτημα είναι ότι θα πρέπει να γίνεται καθαρισμός του κυκλώματος από το παλιό υγρό και επίσης θα πρέπει να γίνει αλλαγή των λαδιών, καθαρισμός του κυκλώματος και αλλαγή των εκτονωτικών βαλβίδων.
- Το άλλο ενδεχόμενο είναι η αντικατάσταση του ψυκτικού μέσου με νέα ψυκτικά μέσα., τα οποία υπάρχουν στην αγορά από τους παραγωγούς (R-422d, R-417a, R-422a, R-427a κ.α.). Το πλεονέκτημα των νέων ψυκτικών υγρών είναι ότι δεν είναι αναγκαία η αλλαγή λαδιού στις περισσότερες περιπτώσεις και επίσης δεν χρειάζεται να αλλαχθούν, παρά μόνο να ρυθμιστούν οι εκτονωτικές βαλβίδες. Το μειονέκτημά τους είναι πως η τιμή τους είναι αρκετά υψηλότερη από τα προηγούμενα ψυκτικά που προτάθηκαν στο πρώτο bullet.

Και στις 2 παραπάνω περιπτώσεις θα πρέπει να τονιστεί ότι θα αφαιρεθεί όλη η ποσότητα του παλιού ψυκτικού μέσου. Και αυτό γιατί κανένα από τα νέα ψυκτικά μέσα δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με αυτό. Σύμφωνα με τον νέο κανονισμό, τα κλιματιστικά που έχουν αυτό το μέσο ψύξης θα πρέπει να αντικατασταθούν πλήρως ή να αντικατασταθεί. Το ψυκτικό μέσο που χρησιμοποιούν. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η ιστορική εξέλιξη της απαγόρευσης του R22.



Σχήμα 6.13: Ιστορική εξέλιξη της απαγόρευσης του R22 [19]

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, από το 2003 Έχει απαγορευτεί η παραγωγή νέων μονάδων που χρησιμοποιούν το R-22 ως ψυκτικό μέσο. Αυτό σημαίνει πως όσες μονάδες κυκλοφορούν με μεσιτικό μέσω του R-22 έχουν παραχθεί πριν το 2003. Στη συνέχεια, το 2010 απαγορεύτηκε η παραγωγή, η πώληση και η χρήση του R-22. Ένα το 2015 όπως είπαμε και παραπάνω, απαγορεύτηκε εντελώς η χρήση του ψυκτικού μέσου R-22. Επίσης προκύπτει ότι τα κλιματιστικά που το χρησιμοποιούν δεν είναι ενεργειακά αποδοτικά και έχουν ενεργειακή κλάση κάτω από D. Για αυτό το λόγο, όλα τα κλιματιστικά αυτά θα πρέπει να αλλαχθούν είτε λόγω του R-22 είτε λόγω της ενεργειακής απόδοσης. Ο παρακάτω πίνακας 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.

Πίνακας 6.1: Δείκτες ODP και GWP των ψυκτικών μέσων

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

Παραπάνω φαίνεται η διαδικασία αντικατάστασης του υγρού R-22 από νέα ψυκτικά μέσα. Παρά το γεγονός ότι έχουν γίνει πολλές μελέτες για την αναζήτηση του βέλτιστου αντικαταστάτη του R22, τα συμπεράσματα δεν είναι ασφαλή και υπάρχει πιθανότητα η ψυκτική μας εγκαταστάση να παρουσιάσει προβλήματα. Όπως φαίνεται και στη διαδικασία αντικατάστασης, η σωστή αντιμετώπιση απαιτεί μελέτη πολλών παραγόντων και εκτέλεση από εξειδικευμένους μηχανικούς. Θα πρέπει να βρεθεί η βέλτιστη λύση για να πετύχει για να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας για τη λειτουργία του κλιματιστικού. Η υιοθέτηση σίγουρης και οικολογικής λύσης στις ψυκτικές εγκαταστάσεις είναι η χρήση των φυσικών ψυκτικών μέσων του παραπάνω πίνακα και η «απεξάρτηση», κατά το δυνατόν, από το κύριο ψυκτικό μέσο. Η απεξάρτηση αυτή γίνεται με δραστικό περιορισμό της ποσότητας του κυρίως ψυκτικού μέσου. 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).

#### 6.4 Επιλογή ισχύος (BTU)

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των κλιματιστικών είναι η ισχύς τους, η οποία μετριέται σε BTU. Το BTU αποτελεί βασική μονάδα μέτρησης της θερμικής ενέργειας. 1 BTU είναι η ενέργεια που χρειάζεται για να θερμανθεί 0.4536 κιλά (1 round) νερού για να ανεβάσει τη θερμοκρασία του κατά 0.556 βαθμούς Κελσίου (1 βαθμός Fahrenheit). Είναι περίπου ίσο με 252 θερμίδες και 1/3 Wh. Όταν γίνεται αναφορά σε ψυκτική ικανότητα, η έννοια BTU λειτουργεί αντίστροφα. Η ισχύς αυτή είναι η ποσότητα θερμότητας που μπορεί να απορροφήσει η κλιματιστική μονάδα σε λειτουργία ψύξης ή να εκλύσει σε λειτουργία θέρμανσης, έτσι ώστε η θερμοκρασία να μεταβληθεί από μία τιμή X στην επιθυμητή

τιμή Υ. Προκειμένου ένα κλιματιστικό να μπορέσει να μεταβάλει τη θερμοκρασία σε ένα χώρο, θα πρέπει να επιλεγεί η κατάλληλη ισχύς. για αυτή τη διαδικασία χρειάζονται πολλές παράμετροι μερικές από τις οποίες είναι:

- Ο όγκος του χώρου
- Τα υλικά κατασκευής του κτηρίου (ύπαρξη μόνωσης/ αλουμιένιων κουφωμάτων)
- Τον ύψος στο οποίο βρίσκεται ο υπό εξέταση χώρος
- Τον προσανατολισμό του χώρου
- Το πλήθος των ανθρώπων που υπάρχουν στο χώρο κατά τη λειτουργία του κλιματιστικού
- Την ισχύ των υπόλοιπων ηλεκτρικών συσκευών που λειτουργούν στο χώρο

## 6.5 Μελέτη κλιματισμού

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα κλιματιστικά μηχανήματα του νοσοκομείου:

Πίνακας 6.2: Τα κλιματιστικά του νοσοκομείου Μεταξά

A/A	Περιγραφή	Τεμάχια
1	Κλιματιστικά τύπου ντουλάπας	26
2	Κλιματιστικά παραθύρου	50
3	Fan coil οροφής	75
4	Κλιματιστικά split	316
5	Κλιματιστική μονάδα αέρος μοριακής βιολογίας ΑΕΡΟΔΟΜΗ 50000 BTU	1
6	Κλιματιστικές μονάδες πλυντηρίων Μάρκα: RHEEM 51180BTU	4
7	Κλιματιστική μονάδα λευκοπενικών Μάρκα: TRANE 50000 BTU R22!	1
A/A	Περιγραφή	Τεμάχια
8	Κλιματιστικές μονάδες χειρουργείων	5
9	Κλιματιστική μονάδα αέρος γραμμικού επιταχυντή 112000BTU	1
10	Υδρόψυκτη Κλιματιστική μονάδα γραμμικού επιταχυντή 207000BTU	1
11	Κλιματιστική μονάδα ΜΕΘ-ΜΑΦ 50000 BTU	1
12	Ψυκτική μηχανή YORK	1
13	Πύργος ψύξης ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ	1
14	Κλιματιστικές μονάδες Ακτινολογικού Μάρκα: RHEEM 50000 BTU	4
15	Κλιματιστικές μονάδες Βιοχημικού Μάρκα: RHEEM 50000 BTU	3
16	Κλιματιστική μονάδα χειρουργείου Νο6 Inventor 60000BTU	1
17	Κλιματιστικές μονάδες υποσταθμού Μάρκα: RHEEM 50000 BTU	2
18	Κλιματιστική μονάδα Εξ. Ιατρείου Γυναικολογικό LG 24.000BTU	1

Προκειμένου να εξετάσουμε τον κλιματισμό του κτηρίου θα πρέπει να ξέρουμε τα BTU όλων των κλιματιστικών, το COP τους καθώς και τις ώρες θέρμανσης και ψύξης τον χρόνο. Επειδή, όπως είναι αναμενόμενο δεν ήταν εύκολο να παρθούν τα δεδομένα 500 κλιματιστικών αναλυτικά, θα κάνουμε μερικές παραδοχές στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής. Αρχικά, προκειμένου το αποτέλεσμα της μελέτης να καλύπτει τις ανάγκες του νοσοκομείου θα υποθέσουμε ότι όλα τα κλιματιστικά

λειτουργούν παρόλο που κατά την επίσκεψη στον χώρο φάνηκε πως 1/5 κλιματιστικά έχουν χαλάσει. Φυσικά, κάποια από όλα αυτά τα κλιματιστικά έχουν αγοραστεί για να καλύψουν τις ανάγκες κάποιου άλλου κλιματιστικού στον ίδιο χώρο που έχει χαλάσει. Σε ότι αφορά τους βαθμούς απόδοσης COP και τον δείκτη αποδοτικότητας EER των κλιματιστικών θα χρησιμοποιήσουμε κάποια στοιχεία από τον Κ.Εν.Α.Κ τα οποία αναφέρουν τις τιμές που πρέπει να χρησιμοποιούνται στις μονάδες για τις οποίες δεν είναι διαθέσιμα 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

Έχουμε 22 κεντρικές κλιματιστικές μονάδες από 50000BTU και πάνω. Αυτά τα συστήματα είναι κατά κύριο λόγο παλιά. Για αυτό τον λόγο θα χρησιμοποιήσουμε για αυτά COP=2.2 και EER=2.0 Σε ότι αφορά τα κλιματιστικά παραθύρου, τύπου ντουλάπας και fan coil θα υποθέσουμε ότι όλα τα κλιματιστικά της κάθε κατηγορίας είναι ίδια και παλιά. Δηλαδή, COP=1.7 & EER=1.5



Σχήματα 6.14 & 6.15: Κλιματιστικά παραθύρου του νοσοκομείου που λειτουργούν ακόμα

Τα υπόλοιπα  $316+5=321$  κλιματιστικά split θα υπολογιστούν με δεδομένο ότι ένα στα τέσσερα είναι νέο μηχάνημα. Συνεπώς,  $321/4=80.25 \approx 80$  κλιματιστικά είναι νέα κλιματιστικά inverter. Και τα



υπόλοιπα είναι παλιά. Έτσι, για τα 80 ισχύει COP=2.2 & EER=2.0 ενώ για τα 241 ισχύει COP=1.7 & EER=1.5



Σχήματα 6.16: Παλιό κλιματιστικό split του νοσοκομείου



Σχήματα 6.17: Κλιματιστικό split inverter καινούργιο μαζί με κλιματιστικό παραθύρου που δεν λειτουργεί

Σύμφωνα με τα δεδομένα καταγραφής των χώρων και από τα αρχεία της τεχνικής υπηρεσίας τα κλιματιστικά split είναι τα εξής:

Πίνακας 6.3: Τα κλιματιστικά split του νοσοκομείου και τα BTU τους [20]

A/A	ΤΥΠΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΟΥ (BTU/H)	INVERTER	Παλαιά	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1	9000	9	28	37
2	12000	31	95	126
3	17000	22	65	87
4	18000	11	35	46
5	22000	1	4	5
6	24000	5	15	20
			Σύνολο	321

Σύμφωνα με τα έγγραφα του νοσοκομείου τα κλιματιστικά του νοσοκομείου είναι τα εξής:

Πίνακας 6.4: Το σύνολο των κλιματιστικών μηχανημάτων του ΓΑΝΠ ΜΕΤΑΞΑ [20]

Περιγραφή	Πλήθος	BTU (θέρμανσης/ ψύξης)	COP	EER	ώρες ψύξης/έτος	ώρες θέρμανσης/ έτος	kWh
Κλιματιστικά τύπου ντουλάπας	26	50000	1.7	1.5	500	500	545361.74
Κλιματιστικά παραθύρου	50	17000 (5kw)	1.7	1.5	300	300	213949.60
Fan coil οροφής	75	17000	1.7	1.5	300	300	320924.41
Κλιματιστικά split inverter	9	9000	2.2	2.0	300	300	15386.29
Κλιματιστικά split inverter	31	12000	2.2	2.0	300	300	70662.96
Κλιματιστικά split inverter	22	17000	2.2	2.0	300	300	71042.87
Κλιματιστικά split inverter	11	18000	2.2	2.0	300	300	37610.93
Κλιματιστικά split inverter	1	22000	2.2	2.0	300	300	4178.99
Κλιματιστικά split inverter	5	24000	2.2	2.0	300	300	22794.50
Κλιματιστικά split	28	9000	1.7	1.5	300	300	63429.77
Κλιματιστικά split	95	12000	1.7	1.5	300	300	286944.18
Κλιματιστικά split	65	17000	1.7	1.5	300	300	278134.49
Κλιματιστικά split	35	18000	1.7	1.5	300	300	158574.41
Κλιματιστικά split	4	22000	1.7	1.5	300	300	22150.08
Κλιματιστικά split	15	24000	1.7	1.5	300	300	90613.95
Κλιματιστική μονάδα αέρος μοριακής βιολογίας ΑΕΡΟΔΟΜΗ 50000 BTU	1	50000	2.2	2.0	300	300	9697.48
Κλιματιστικές μονάδες πλυντηρίων Μάρκα: RHEEM 51180BTU	4	51180	2.2	2.0	300	300	38887.42
Κλιματιστική μονάδα λευκοπενικών Μάρκα: TRANE 50000 BTU R22!	1	50000	2.2	2.0	200	200	8390.18
Κλιματιστικές μονάδες χειρουργείων	5	16000	2.2	2.0	1000	1000	50654.45
<b>Κλιματιστική μονάδα αέρος γραμμικού επιταχυντή 112000BTU</b>	1	112000	2.2	2.0	2000	2000	141832.46
<b>Υδρόψυκτη Κλιματιστική μονάδα γραμμικού επιταχυντή 207000BTU</b>	1	207000	2.2	2.0	2000	2000	262136.78
Κλιματιστική μονάδα ΜΕΘ-ΜΑΦ 50000 BTU	1	50000	1.7	1.5	200	200	8390.18
<b>Ψυκτική μηχανή YORK</b>	1	50000	2.2	2.0	2000	0	5000.00
<b>Πύργος ψύξης ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ</b>	1	50000	2.2	2.0	2000	0	5000.00
Κλιματιστικές μονάδες Ακτινολογικού Μάρκα: RHEEM 50000 BTU	4	50000	1.7	1.5	200	200	33560.72
Κλιματιστικές μονάδες Βιοχημικού Μάρκα: RHEEM 50000 BTU	3	50000	1.7	1.5	200	200	25170.54
Κλιματιστική μονάδα χειρουργείου Νο6 Inventor 60000BTU	1	60000	1.7	1.5	200	200	10068.22
Κλιματιστικές μονάδες υποσταθμού Μάρκα: RHEEM 50000 BTU	2	50000	1.7	1.5	200	200	8390.18
Κλιματιστική μονάδα Εξ. Ιατρείου Γυναικολογικό LG 24.000BTU	1	24000	1.7	1.5	200	200	4558.80

## Παρατηρήσεις

- Στο σημείο αυτό αξίζει να γίνει μια ανάλυση στις μονάδες που παρουσιάζονται στους παραπάνω πίνακες. Όπως φαίνεται από τους συντελεστές COP και EER, όλες οι μονάδες είναι ουσιαστικά 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 για την αντικατάσταση των παραπάνω μονάδων να έχουν ενεργειακή κλάση τουλάχιστον **A** τόσο για την θέρμανση όσο και για την ψύξη.
- **Υπογραμμίζονται** τα μηχανήματα της κεντρικής θέρμανσης τα οποία σύμφωνα με την τεχνική υπηρεσία του νοσοκομείου δεν λειτουργούν λόγω τεχνικών προβλημάτων. Για αυτό τον λόγο το έτος 2023 δούλεψαν λίγες ώρες έως και καθόλου. Έτσι, στον παραπάνω πίνακα συμπληρώσαμε τις ώρες ψύξης και θέρμανσης των μηχανημάτων κεντρικού κλιματισμού με μηδέν. Αν λειτουργούσαν θα λειτουργούσαν τους 3 μήνες καλοκαιριού και 3 μήνες χειμώνα για 24 ώρες τη μέρα ! Θα λειτουργούσαν συνολικά δηλαδή το έτος: 12ώρες/μέρα \*365μέρες του χρόνου= 4380 ώρες , 2190 ώρες για θέρμανση και 2190ώρες για ψύξη
- Επίσης, είναι σημαντικό να ξανααναφερθεί πως αρκετά από τα υπάρχοντα μηχανήματα split που υπάρχουν, τοποθετήθηκαν έτσι ώστε να αντικαταστήσουν κάποια κλιματιστικά παραθύρου και fan coil οροφής τα οποία δεν δούλευαν καθόλου. Συνεπώς, επειδή δεν γνωρίζουμε ακριβώς πόσα κλιματιστικά δεν δουλεύουν, ο πίνακας έχει πολύ περισσότερες καταναλώσεις από αυτές που πραγματικά ισχύουν για το νοσοκομείο.

Προκειμένου να προχωρήσουμε τη μελέτη ενεργειακής αναβάθμισης του κλιματισμού πιο ορθά προταθούν δύο δράσεις.

- Η πρώτη δράση είναι να αντικατασταθούν τα κλιματιστικά παραθύρου, τα fan coil οροφής καθώς και τα κλιματιστικά split τα οποία είναι παλιά (πάνω από 20 έτη). Αυτή η δράση εμπεριέχει πολλές διαφορετικές επενδύσεις καθώς θα αντικατασταθούν κλιματιστικά διαφόρων ειδών με νέα πιο αποδοτικά.
- Στη δεύτερη δράση θα προταθεί η συντήρηση του κεντρικού κλιματισμού.

## 6.6 Δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον κλιματισμό

### 6.6.1 1η – 6η επένδυση: Αντικατάσταση παλαιών κλιματιστικών με νέα inverter

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα κλιματιστικά που θα αντικατασταθούν και τα κλιματιστικά τα οποία θα τα αντικαταστήσουν.

Πίνακας 6.5: Τα κλιματιστικά που προτείνεται να αντικατασταθούν.

Περιγραφή κλιματιστικών προς αντικατάσταση	Πλήθος	BTU (θέρμανσης/ ψύξης)	COP	EER	ώρες ψύξης/έτος	ώρες θέρμανσης/ έτος
Κλιματιστικά παραθύρου	50	17000 (5kw)	1.7	1.5	300	300
Fan coil οροφής	75	17000	1.7	1.5	300	300
Κλιματιστικά split	28	9000	1.7	1.5	300	300
Κλιματιστικά split	95	12000	1.7	1.5	300	300
Κλιματιστικά split	65	17000	1.7	1.5	300	300
Κλιματιστικά split	35	18000	1.7	1.5	300	300

Περιγραφή κλιματιστικών προς αντικατάσταση	Πλήθος	BTU (θέρμανσης/ψύξης)	COP	EER	ώρες ψύξης/έτος	ώρες θέρμανσης/ έτος
Κλιματιστικά split	4	22000	1.7	1.5	300	300
Κλιματιστικά split	15	24000	1.7	1.5	300	300
Κλιματιστική μονάδα Εξ. Ιατρείου Γυναικολογικό LG 24.000BTU	1	24000	2.2	2.0	300	300
Κλιματιστική μονάδα αέρος μοριακής βιολογίας ΑΕΡΟΔΟΜΗ 50000 BTU	1	50000	2.2	2.0	300	300
Κλιματιστικές μονάδες πλυντηρίων Μάρκα: RHEEM 51180BTU	4	51180	2.2	2.0	300	300
<b>Κλιματιστική μονάδα λευκοπενικών Μάρκα: TRANE 50000 BTU R22</b>	1	50000	2.2	2.0	300	300
Κλιματιστική μονάδα ΜΕΘ-ΜΑΦ 50000 BTU	1	50000	1.7	1.5	200	200
Κλιματιστικές μονάδες Ακτινολογικού Μάρκα: RHEEM 50000 BTU	4	50000	1.7	1.5	200	200
Κλιματιστικές μονάδες Βιοχημικού Μάρκα: RHEEM 50000 BTU	3	50000	1.7	1.5	200	200
Κλιματιστική μονάδα χειρουργείου Νο6 Inventor 60000BTU	1	60000	1.7	1.5	200	200
Κλιματιστικές μονάδες υποσταθμού Μάρκα: RHEEM 50000 BTU	2	50000	1.7	1.5	200	200

- ✓ Πολύ σημαντικό κρίνεται να αντικατασταθεί και το **υπογραμμισμένο** κλιματιστικό λόγω του ότι λειτουργεί με το ψυκτικό μέσο R22 . Για την αντικατάσταση του θα χρησιμοποιηθεί ένα κλιματιστικό τύπου ντουλάπας.

Υποθέτουμε ότι τα μισά κλιματιστικά παραθύρου και Fan coil οροφής αντικαθίστανται από κλιματιστικά των 16000BTU και τα άλλα μισά από κλιματιστικά των 12000BTU.

Πίνακας 6.6: Τα νέα αποδοτικά κλιματιστικά που προτείνεται να αντικαταστήσουν τα κλιματιστικά του πίνακα 6.6

Μοντέλο και μάρκα κλιματιστικού	BTU	Τιμή (€)	SCOP	SEER	πλήθος	Συνολικό κόστος(€)
Tesla TA27FFUL-0932IAW[21]	9000	334.00	4.03	6.5	28	9352
Tesla TA36FFLL-1232IA[22]	12000	354.77	4.1	6.1	95+75=170	24833.9
Tesla TA53FFLL-1832IA[23]	18000	699.99	4.1	6.6	50+65+35=150	105000
Toyotomi Hiro Eco HTN/HTG-721R32[24]	22000	879.00	4	6.1	4	3516
CHIQ 240B[25]	24000	730.00	4	6.1	16	11680
Sendo Artemis SFSU-50DMAART[26]	50000	2246.43	4	6.1	17	38189.31
					ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ(€)	156628.33

Κάθε ομάδα κλιματιστικών που μπορεί να αλλάξει θεωρείται μια ξεχωριστή επένδυση που θα μελετηθεί ξεχωριστά. Όλες οι δράσεις θα μελετηθούν για διάστημα 10 χρόνων θεωρώντας τα κλιματιστικά δεν θα έχουν προλάβει να εμφανίσουν προβλήματα που να απαιτούν επιδιορθώσεις.

## 1<sup>η</sup> επένδυση: Αλλαγή κλιματιστικών 9000BTU

Λόγω του ότι είναι η πρώτη επένδυση που θα παρουσιαστεί θα δειχθεί αναλυτικά η διαδικασία στο λογισμικό BEMAT. Αριστερά βλέπουμε τα κλιματιστικά τις υπάρχουσες εγκατάστασης. F στη μέση βλέπουμε τα κλιματιστικά τις πρότασης κλιματισμού. Και τα ξηρά βλέπουμε τους οικονομικούς δείκτες που αποδεικνύουν ότι οι παρούσα επένδυση είναι προσοδοφόρα για το νοσοκομείο καθώς ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης είναι 77 και η καθαρά παρούσα αξία είναι 62880 €. Συνεπώς η αντικατάσταση των κλιματιστικών των 9000 BTU είναι μια καλή επένδυση την οποία διοίκηση του νοσοκομείου θα πρέπει να προχωρήσει. Αυτό συμβαίνει διότι η συνολική κατανάλωση ανά έτος των νέων κλιματιστικών είναι σημαντικά μικρότερη από των υπαρχόντων

Υπάρχουσα εγκατάσταση	Νέα εγκατάσταση	Οικονομικοί Δείκτες
<b>Τύπος (Btu) *</b> 9000	<b>Τύπος (Btu) *</b> 9000	<b>Συνολικό κόστος (€) *</b> 9352
<b>COP *</b> 1.7 Συντελεστής Ισχύος Θέρμανσης	<b>COP *</b> 2.2 Συντελεστής Ισχύος Θέρμανσης	<b>Ετήσιο όφελος (€) *</b> 2427,57
<b>EER *</b> 1.5 Συντελεστής Ισχύος Ψύξης	<b>EER *</b> 2.0 Συντελεστής Ισχύος Ψύξης	<b>Χρονικό διάστημα (έτη) *</b> 10
<b>Ώρες Λειτουργίας Θέρμανσης ανά έτος</b> 300	<b>Ώρες Λειτουργίας Θέρμανσης ανά έτος</b> 300	<b>Λειτουργικά έξοδα ανά έτος (€) *</b> 0
<b>Ώρες Λειτουργίας Ψύξης ανά έτος *</b> 300	<b>Ώρες Λειτουργίας Ψύξης ανά έτος *</b> 300	<b>Επιτόκιο αναγωγής (i) % *</b> 0
<b>Πλήθος *</b> 28	<b>Πλήθος *</b> 28	<b>Καθαρή παρούσα αξία - ΚΠΑ (€) *</b> 14923,7
<b>Συνολική Κατανάλωση (kWh) *</b> 63429,77	<b>Συνολική Κατανάλωση (kWh) *</b> 47868,45	<b>Έσωτερικός βαθμός απόδοσης - EBA %</b> 22,6

Σχήματα 6.16,6.16 & 6.18 : Ενδεικτική χρήση του λογισμικού BEMAT για τη δράση αντικατάστασης κλιματιστικών 9000 BTU για χρονικό διάστημα 10 χρόνια

Η επένδυση είναι **επικερδής** και θα παρουσιαστεί αναλυτικά στο τελευταίο κεφάλαιο, την οικονομοτεχνική μελέτη.

Είναι λάθος να χρησιμοποιηθούν οι δείκτες SCOP και SEER καθώς δεν είναι το ίδιο με τους δείκτες COP και EER. Το COP υπολογίζεται από τον εξής τύπο:  $COP = \text{Power Output} / \text{Power Input}$  και το  $EER = 1.12 * SEER - 0.02 * SEER^2$ . **Επειδή δεν έχουμε από τον κατασκευαστή τα Power Input και Power Output θα χρησιμοποιήσουμε τους δείκτες COP=2.2 και EER=2.0 σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ, οι οποίοι σχεδόν σίγουρα είναι λιγότερο αξιόπιστοι από τους πραγματικούς δείκτες των νέων μηχανημάτων. Αυτό σημαίνει ότι αν οι επενδύσεις κριθούν επικερδείς με τη χρήση του λογισμικού τότε στην πραγματικότητα θα είναι κατά πάσα πιθανότητα ακόμα πιο επικερδείς. Οι επενδύσεις κρίνονται για χρονικό διάστημα 10 ετών.**

Πίνακας 6.7: Πίνακας όλων των επενδύσεων της 1ης δράσης αντικατάσταση κλιματιστικών.

Επένδυση	1	2	3	4	5	6
<b>BTU</b>	9000	12000	18000	22000	24000	50000

πλήθος	28	170	150	4	16	17
Ετήσια κατανάλωση παλαιών (kWh)	63429.77	513479.05	679604.63	22150.08	96654.88	142633.07
Ετήσια Κατανάλωση νέων (kWh)	47868.45	387506.54	512876.3	16715.97	72942.41	107640.71
Κόστος(€)	9352	24833.9	105000	3516	2246.43	38189.31
Ετήσιο όφελος(€)	2427.57	19651.71	26009.62	847.72	3699.15	5458.81
Καθαρή παρούσα αξία - ΚΠΑ (€)	14923.70	171683.20	155096.20	4961.20	25311.50	-38189.31
Έσωτερικός βαθμός απόδοσης - EBA %	22.6	78.9	21.2	20.4	29.3	0
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)	4.045	1.326	4.238	4.354	0.637	0
Κερδοφόρα επένδυση	✓	✓	✓	✓	✓	✗

Όπως φαίνεται όλες οι προτάσεις εκτός από την τελευταία είναι **κερδοφόρες** για το νοσοκομείο αφού τα νέα κλιματιστικά είναι αποδοτικότερα από τα ήδη εγκατεστημένα. Σε ότι αφορά την 6<sup>η</sup> δράση επιβάλλεται από αυτά τα 17 κλιματιστικά να αντικατασταθεί έστω το ένα που λειτουργεί με ψυκτικό μέσο το R22.

**Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα προκύπτει εξοικονόμηση 25% στον κλιματισμό**

### 6.6.2 Συντήρηση μηχανημάτων κεντρικής θέρμανσης

Σύμφωνα με την τεχνική υπηρεσία ο κεντρικός κλιματισμός δούλευε 24/μέρα τους 3 μήνες του καλοκαιριού και τους 3 μήνες του χειμώνα.

Πίνακας 6.8 : Κεντρικός κλιματισμός του νοσοκομείου

Περιγραφή	Πλήθος	BTU (θέρμανσης/ψύξης)	COP	EER	ώρες ψύξης/έτος	ώρες θέρμανσης/ έτος
Κλιματιστική μονάδα αέρος γραμμικού επιταχυντή 112000BTU	1	112000	2.2	2.0	0	0
Υδρόψυκτη Κλιματιστική μονάδα γραμμικού επιταχυντή 207000BTU	1	207000	2.2	2.0	0	0
Ψυκτική μηχανή YORK	1	50000	2.2	2.0	0	0
Πύργος ψύξης ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ	1	50000	2.2	2.0	0	0

Τα παρακάτω δεδομένα πάρθηκαν αυτούσια από το pdf του διαγωνισμού για την παροχή υπηρεσιών ετήσιας τακτικής συντήρησης των ψυκτικών εγκαταστάσεων του νοσοκομείου Μεταξά το 2021 [20]

#### 1. ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΑΕΡΟΣ-ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΟΣ ΤΟΥ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΗ

- Προϋπολογισμός: 1500.00€ πλέον ΦΠΑ
- ΜΑΡΚΑΣ: ΦΥΡΟΓΕΝΗΣ



- ΤΥΠΟΣ: FAWC131 SCR
- ΑΠΟΔΟΣΗ:112000 BTU
- ΨΥΚΤΙΚΟ ΥΓΡΟ:R407
- ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΟΣ: ΜΑΡΚΑΣ ΦΥΡΟΓΕΝΗ
- ΤΥΠΟΣ:MFE 22
- ΠΑΡΟΧΗ ΑΕΡΑ: 2200m3/h

## 2. ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΨΥΚΤΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΥΔΡΟΨΥΚΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΠΥΡΓΟΥ ΨΥΞΗΣ - ΜΟΝΑΔΑ ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΟΣ ΤΟΥ ΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΕΠΙΤΑΧΥΝΤΗ

Προϋπολογισμός: 3500.00€ πλέον ΦΠΑ

Στοιχεία:

- Ψυκτική Μάρκα: MACOUEI Ιπποδύναμη: 207000 BTU
- Πύργος Ψύξης: Μάρκα ΙΝΤΕΡΚΛΙΜΑ Ιπποδύναμη: 25 RT ψυκτικούς τόνους
- Μονάδα Προσαγωγής: Μάρκα ΙΝΤΕΡΚΛΙΜΑ Απόδοση: 4500m3 / h
- Ψυκτικό υγρό: R407

Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα με ένα πολύ μικρό κόστος της τάξεως των 5000-10000 ευρώ τα μηχανήματα αυτά μπορούν να συντηρηθούν και να ξαναδουλέψουν. **Η επένδυση αυτή είναι πιθανό να είναι η πιο κερδοφόρα για το νοσοκομείο από όλες που θα παρουσιαστούν σε αυτή την εργασία** και ο λόγος δεν είναι μόνο το χαμηλό κόστος της αλλά και το γεγονός ότι τα τοπικά κλιματιστικά θα δουλεύουν πολύ λιγότερες ώρες από ότι τώρα σε όλους τους τομείς όπου υπάρχει κεντρικός κλιματισμός, όπως για παράδειγμα σε μία πτέρυγα του 3<sup>ου</sup> ορόφου.

### 6.7 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. Κατηγοριοποιούνται με 2 τρόπους:

- αυτόνομα κλιματιστικά συστήματα
- κεντρικά ψυκτικά συστήματα

Η πρώτη κατηγορία, ανήκουν μονάδες εργοστασιακά συναρμολογημένες, οι οποίες τοποθετούνται σε κατοικίες ή μικρά εμπορικά κέντρα. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα ατομικά κλιματιστικά, οι αντλίες θερμότητας και οι ολοκληρωμένες κλιματιστικές μονάδες (συστήματα οροφής, κάθετα και διαιρούμενα συστήματα). Το μειονέκτημα του σε σχέση με τα κεντρικά συστήματα είναι πως 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. [24]

Παρακάτω παρουσιάζονται οι συχνότερες προτεινόμενες επεμβάσεις στα συστήματα ψύξης.

1. **Αντικατάσταση υφιστάμενου συστήματος με σύστημα υψηλής απόδοσης:** Προτείνεται τα συστήματα άνω των 15 ετών να αντικαθίσταται είτε συμπιεστών μεταβλητής ταχύτητας ή είτε ελικοειδών συμπιεστών. Επίσης είναι αρκετά συχνό τα παλιά σας θύματα να είναι υπερδιαστασιολογημένα με αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση και το αυξημένο κόστος λειτουργίας.

2. **Σχεδιασμός κτιρίου:** Το κέλυφος του κτιρίου 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).
3. **Βελτιστοποίηση της μόνωσης:** Η καλή θερμομόνωση κατά την κατασκευή ενός κτιρίου, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τις μετέπειτα ενεργειακές του ανάγκες για θέρμανση και ψύξη. Η τοποθέτηση καλύτερων μονωτικών υλικών στους ψυκτικούς θαλάμους και τα δίκτυα σωληνώσεων, σε συνδυασμό με τον περιορισμό των απωλειών από το ανοιγοκλείσιμο των θυρών και παραθύρων, εξασφαλίζει εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας από 10% έως 20%. Μερικά από τα πιο χαρακτηριστικά μονωτικά υλικά που θωρακίζουν ένα κτίριο είναι τα εξής:
  - **Πολυουρεθάνη:** Η πολυουρεθάνη είναι ένα υλικό θερμομόνωσης με υψηλή αντίσταση θερμικής αγωγιμότητας. Χρησιμοποιείται συχνά σε μορφή αφρού για τη μόνωση τοίχων, οροφών και πατωμάτων. Η πολυουρεθάνη προσφέρει αποτελεσματική θερμομόνωση και μπορεί να μειώσει σημαντικά την απώλεια θερμότητας.
  - **Γυαλί με θερμομονωτική επίστρωση (Low-E Glass):** Το γυαλί με θερμομονωτική επίστρωση χρησιμοποιεί μόνωση που μειώνει τη διέλευση θερμότητας μέσω του γυαλιού. Αυτό βοηθά στη διατήρηση της θερμότητας εντός του κτιρίου το χειμώνα και στον περιορισμό της θερμότητας που εισέρχεται το καλοκαίρι. Το γυαλί με θερμομονωτική επίστρωση χρησιμοποιείται ευρέως σε παράθυρα και θύρες.
  - **Ινομονωτικά Υλικά (Fiberglass):** Τα ινομονωτικά υλικά είναι κατασκευασμένα από ίνες γυαλιού ή πέτρας. Αυτά τα υλικά έχουν καλές ιδιότητες θερμομόνωσης και είναι ευέλικτα για χρήση σε διάφορες εφαρμογές, όπως σε τοίχους, οροφές και πατώματα.
  - **Πολυαιθυλένιο (Polyethylene):** Το πολυαιθυλένιο είναι ένα θερμομονωτικό υλικό που χρησιμοποιείται συχνά για την μόνωση των σωληνώσεων, των σωλήνων θέρμανσης και ψύξης και των ηλιακών συλλεκτών. Προσφέρει αποτελεσματική θερμομόνωση και μειώνει τις απώλειες ενέργειας στα συστήματα μεταφοράς θερμότητας.
4. **Εσωτερικά φορτία:** Οι απαιτήσεις για κλιματισμό μεταβάλλονται με βάση το κλίμα που επικρατεί, το βαθμό πληρότητας του κτιρίου, το περίβλημα του κτιρίου, το βαθμό εξαερισμού, τον τεχνικό φωτισμό και τις ηλεκτρικές συσκευές. Είναι γεγονός πως πολλές ενέργειες με σκοπό τη μείωση της ψυκτικής κατανάλωσης το καλοκαίρι έχουν αντίθετο αποτέλεσμα στη θερμική κατανάλωση το χειμώνα.
5. **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.
6. **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.

7. **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.
8. **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.
9. **Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας:** Η εφαρμογή συστημάτων που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας είναι και η πιο φιλική προς το περιβάλλον επιλογή. Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων, ηλιακών συστημάτων για την παραγωγή ζεστού νερού, η χρήση γεωθερμικής ενέργειας για θέρμανση και η ψύξη με υπόγεια ύδατα εκμεταλλεύονται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ώστε να προσφέρουν αποδοτικά το ιδανικό κλίμα.
10. **Αντλίες θερμότητας:** Ανάλογα με το μέγεθος, τις απαιτήσεις αλλά και το γενικό κλίμα της περιοχής όπου βρίσκεται ο κάθε χώρος, επιλέγονται και τα κατάλληλα συστήματα κλιματισμού. Οι αντλίες θερμότητας συγκαταλέγονται στα πιο αποδοτικά συστήματα θέρμανσης- αν και το αρχικό κόστος εγκατάστασης είναι μεγάλο, μακροπρόθεσμα μπορούν να εξοικονομήσουν σημαντικά ποσά ενέργειας. Οι αντλίες αέρος-νερού και οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας είναι οι πιο διαδεδομένες κατηγορίες αντλιών θερμότητας.
11. **Πολυζωνικά συστήματα κλιματισμού:** Τα πολυζωνικά συστήματα κλιματισμού (VRF Systems) προσαρμόζουν τη θέρμανση και την ψύξη ενός χώρου μεταβάλλοντας τη ροή του ψυκτικού μέσου στις διαφορετικές εσωτερικές μονάδες. Με τα συστήματα VRF δίνεται η δυνατότητα σύνδεσης μίας και μόνο εξωτερικής μονάδας με πολλές εσωτερικές, μέθοδος που εφαρμόζεται σε κτήρια γραφείων, πολυκατοικίες, ξενοδοχεία, βιομηχανίες και εμπορικά κέντρα. Περιληπτικά, θα παρουσιαστούν παρακάτω.
12. **Έξυπνοι θερμοστάτες:** Οι έξυπνοι θερμοστάτες επιτρέπουν τον ακριβή έλεγχο της θερμοκρασίας και τη ρύθμισή της ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών. Οι έξυπνοι θερμοστάτες μπορούν να προσαρμόζουν τη θερμοκρασία του χώρου ανάλογα με την πληρότητα και να ελέγχονται μέσω κινητού τηλεφώνου, επιτρέποντας την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και την πλήρη άνεση των χρηστών.
13. **Μελέτες για τη βελτιστοποίηση ροής αέρα:** Ένα από τα πιο αποδοτικά συστήματα εξαερισμού και κλιματισμού ενός χώρου, είναι η εγκατάσταση συστημάτων εξαερισμού. Ο εξαερισμός ενός χώρου επιτυγχάνεται με φυσικό, τεχνητό ή υβριδικό τρόπο.

## 6.8 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 συμπίεστη 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 [27].

## 6.9 Συστήματα ERV, DCV και VHR

**Συστήματα ERV (Energy Recovery Ventilation):** Τα συστήματα ERV είναι εξοπλισμένα με εναλλάκτες θερμότητας οι οποίοι μεταφέρουν θερμότητα και υγρασία ανάμεσα στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον μέσω ρευμάτων αέρα. Αντλούν ενέργεια από τον εξαγόμενο αέρα για να θερμάνουν ή να ψύξουν τον εισαγόμενο αέρα πριν τον προωθήσουν στον εσωτερικό χώρο. Τα συστήματα ERV βελτιώνουν την ποιότητα αέρα ενώ εξοικονομούν ενέργεια.

**Συστήματα DCV (Demand-Controlled Ventilation):** Τα συστήματα DCV προσαρμόζουν τον εξαερισμό ενός χώρου σε πραγματικό χρόνο ανάλογα με την πληρότητα και την ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Με βάση συγκεκριμένες μετρήσεις, το σύστημα εξαερισμού ενεργοποιείται μόνο όταν υπάρχει ανάγκη, ώστε να αποφεύγεται η άσκοπη κατανάλωση ενέργειας.

**Συστήματα VHR (Ventilation Heat Recovery):** Τα συστήματα VHR αντλούν θερμότητα από τον εξαγόμενο αέρα και τον αξιοποιούν θερμαίνοντας τον εισερχόμενο φρέσκο αέρα. Αυτή η ανταλλαγή θερμότητας μειώνει στο ελάχιστο την ανάγκη για θέρμανση του εισερχόμενου αέρα, κάτι που ειδικά τους χειμερινούς μήνες μπορεί να αποδειχτεί εξαιρετικά αποδοτικό όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας.

## 7. Μελέτη θέρμανσης

### 7.1 Εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση

Η θέρμανση αποτελεί ένα από τα κυριότερα ζητήματα στην ενεργειακή επιθεώρηση των κτιριακών συγκροτημάτων. Για τη βελτίωση των εγκαταστάσεων, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη ορισμένες βασικές έννοιες. Γενικά, η θέρμανση αφορά στο σύστημα παραγωγής ενέργειας για τον θερμαινόμενο χώρο και της παραγωγής ζεστού νερού για τις ανάγκες του κτηρίου.

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.

Σύμφωνα με σχετικές μελέτες, στα μεγάλα αστικά κέντρα της Ελλάδας υπάρχουν σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας. Αν και τυπικά φαίνεται ότι ένας μεγάλος αριθμός λεβήτων υφίσταται συντήρηση από εγκεκριμένους τεχνίτες, ο έλεγχος είναι συχνά ανεπαρκής και ανακριβής. Αυτό επιβεβαιώνεται καθώς λέβητες που είχαν ελεγχθεί και υποβλήθηκαν σε νέο έλεγχο και ρύθμιση λειτούργησαν αποδοτικότερα από ό,τι πριν. Επιπλέον, στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης δεν υπάρχει υποχρέωση για τους χρήστες να εγκαταστήσουν μετρητές θερμικής ενέργειας, οπότε κατά κανόνα υπάρχει κατανάλωση χωρίς μέτρηση, οδηγώντας σε σπατάλη και ανεξέλεγκτη χρήση. Στην Ελλάδα, πάνω από το 35% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται ετησίως απορροφάται από τα κτίρια, με τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης να συνεισφέρουν πάνω από το 50% σε αυτό το ποσοστό. Αυτό δείχνει τη μεγάλη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς η πλειοψηφία των νοικοκυριών χρησιμοποιεί ενιαία συστήματα θέρμανσης. Ωστόσο, λόγω της έλλειψης αυτόνομης διαχείρισης της θέρμανσης ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε νοικοκυριού, παρατηρείται σπατάλη ενέργειας. Επιπλέον, οι λέβητες σε κεντρικά συστήματα θέρμανσης λειτουργούν με χρονοδιακόπτες αντί να προσαρμόζονται στην πραγματική θερμοκρασία των χώρων, προκαλώντας υπερθέρμανση σε ορισμένους χώρους και υποθέρμανση σε άλλους.

Πίνακας 7.1: Βαθμομέρες θέρμανσης (HDDs) με θερμοκρασία βάσης 18°C, ανά γεωγραφική περιοχή της Ελλάδας, για τα διάφορα σχήματα λειτουργίας κτηρίων [28]

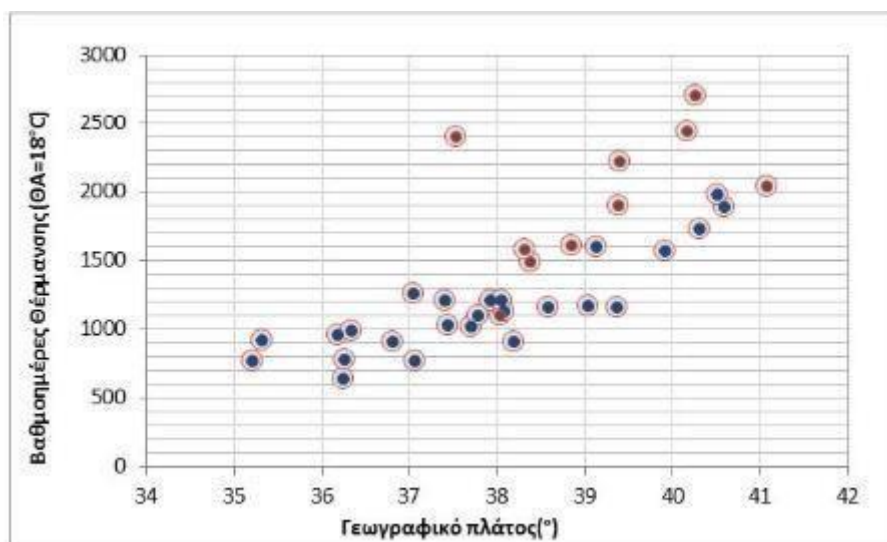
Χρήση κτηρίου	Κ.Δ.24	Κ.Δ.18	Κ.Δ.14	Κ.Γ.10	Κ.ΕΜ.12	Κ.ΕΚ.13	Κ.ΕΚ.8	Κ.ΣΚ.15
Ωρες/ημέρα	24	18,0	14,0	10,0	12,0	13,0	8,0	15,0
Ημέρες/εβδομάδα	7	7	7	5	6	5	5	7
Ελληνικό	1037,3	1172,3	1238,2	540,0	638,4	565,0	561,1	824,6
Ν. Φιλαδέλφεια	1102,3	1233,5	1275,4	614,3	723,7	642,8	638,1	916,3
Καβάλα	1892,2	2081,9	2182,1	1061,7	1232,5	1079,3	1108,6	1554,6
Μυτιλήνη	1174,8	1275,5	1340,2	673,7	796,9	688,3	699,0	995,3
Ρόδος	647,8	733,6	780,9	329,6	397,8	350,7	339,8	519,8
Αγρίνιο	1490,3	1724,4	1848,4	706,4	777,8	717,9	775,8	1050,1
Καλαμάτα	1264,7	1492,8	1612,4	555,6	614,3	575,8	610,7	858,7
Ιωάννινα	2227,8	2457,7	2577,7	1241,4	1383,7	1231,7	1332,2	1743,5
Άραξος	1137,4	1302,3	1386,9	562,9	635,0	576,1	603,1	840,0
Αλεξανδρούπολη	1980,2	2179,1	2295,4	1099,3	1286,3	1120,4	1140,3	1625,5
Κοζάνη	2441,5	2651,8	2775,0	1410,5	1632,9	1421,8	1481,7	2043,3
Κύθηρα Α/Δ	960,5	1030,2	1068,9	577,6	707,9	601,3	576,5	867,7
Κέρκυρα	1164,3	1324,8	1403,8	592,2	653,8	596,4	643,8	860,7
Λάρισα	1902,1	2113,9	2227,4	1033,5	1142,4	1024,9	1120,8	1460,2
Καστοριά	2714,3	2956,5	3092,3	1560,8	1732,9	1531,8	1673,6	2154,7
Μακεδονία	1738,1	1880,8	1962,8	1016,8	1140,2	1001,3	1085,1	1423,2
Σκύρος	1166,1	1257,6	1310,3	688,7	825,0	707,8	700,7	1022,7
Πύργος	1212,6	1434,5	1553,5	525,3	597,9	555,4	568,9	842,0
Ρέθυμνο				498,5	602,1	523,8	504,9	
Νάξος	770,7	849,7	891,8	429,5	518,7	448,9	435,3	656,1
Σέρρες	2039,2	2235,3	2347,7	1148,0	1300,8	1147,1	1221,4	1627,1
Λήμνος	1568,7	1725,1	1818,4	870,8	1039,5	898,7	890,9	1322,2
Άρτα				612,7	705,5	654,5	667,0	
Αργαστόλι	914,3	1041,4	1115,1	452,3	547,5	482,6	469,5	729,1
Άργος				1105,3	1279,6	1141,3	1155,1	
Λαμία	1615,2	1831,7	1947,1	821,8	933,2	838,7	881,2	1226,6
Τανάγρα	1580,5	1793,2	1915,9	793,6	920,0	818,7	839,7	1216,6
Ανδραβίδα	1210,8	1409,7	1513,5	562,1	630,8	580,7	609,1	859,9
Ιεράπετρα				461,1	568,9	495,2	460,0	
Τρίκαλα Ημαθίας				1067,2	1217,6	1077,6	1141,2	
Ηράκλειο	768,5	885,2	952,9	364,5	443,8	394,2	373,1	596,3
Θήρα	785,2	875,5	928,3	417,7	513,0	445,0	424,7	660,3
Μεθώνη	915,1	1050,4	1126,5	442,2	531,7	473,5	458,4	712,0
Μήλος	991,2	1092,4	1145,7	553,6	690,9	591,6	551,5	867,4
Λυχιάλος	1603,2	1795,9	1914,1	834,2	956,4	850,6	885,6	1249,1
Ελευσίνα	1214,6	1378,4	1471,5	610,7	720,4	639,7	638,7	944,0
Σούδα	924,3	1057,5	1133,1	451,4	555,4	489,8	462,5	735,4
Σάμος	1018,7	1136,8	1208,7	537,7	635,5	558,0	563,1	819,9
Ζάκυνθος	1102,1	1285,1	1396,4	493,0	567,9	518,3	526,1	778,7
Τρίπολη	2407,3	2708,4	2875,0	1251,8	1399,2	1257,3	1338,9	1797,8

Πίνακας 7.2: Ποσοστό (%) θερμικού φορτίου των διαφορετικών σχημάτων λειτουργίας των κτηρίων, σε σχέση με το θερμικό φορτίο για 24ώρο και 7ήμερο προφίλ λειτουργίας (Κ.Δ.24), για το σύνολο των γεωγραφικών περιοχών στην Ελλάδα [28]

Χρήση κτηρίου	Κ.Δ.24	Κ.Δ.18	Κ.Δ.14	Κ.Γ.10	Κ.ΕΜ.12	Κ.ΕΚ.13	Κ.ΕΚ.8	Κ.ΣΚ.15
Ωρες/ημέρα	24	18,0	14,0	10,0	12,0	13,0	8,0	15,0
Μέση τιμή	-	84,2	69,4	21,9	30,6	29,3	18,3	49,4
Μέγιστη τιμή	-	88,7	74,7	25,1	36,9	33,9	20,8	56,5
Ελάχιστη τιμή	-	80,4	64,9	18,0	24,3	24,7	15,6	42,4



Από την ανάλυση των δεδομένων (μέσες ωριαίες τιμές θερμοκρασίας) προκύπτει ότι η σημαντικότερη παράμετρος που επιδρά στην τιμή των βαθμομερών θέρμανσης είναι το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής (Σχ. 3), καθώς και υψόμετρο. Στο Σχ. 3, τα σημεία με μπλε χρώμα αντιστοιχούν σε θερμότερες περιοχές, κυρίως παραθαλάσσιες ή με χαμηλό υψόμετρο.



Σχήμα 7.1: Βαθμομέρες θέρμανσης για 24ώρη λειτουργία υπολογισμένες βάσει των μέσων ωριαίων θερμοκρασιών αέρα. Με μπλε απεικονίζονται οι θερμότερες περιοχές (παραθαλάσσιες ή με χαμηλό υψόμετρο). [28]

Σε κάθε κτίριο πρέπει να σχεδιάζεται και να αναβαθμίζεται προσεκτικά το σύστημα αυτοματισμών θέρμανσης καθώς αλλιώς είναι πολύ εύκολο να σπαταληθεί ενέργεια.

## 7.2 Λέβητες – Στοιχεία εγκατάστασης

Οι λέβητες αποτελούν ένα από τα κυριότερα μέρη του συστήματος θέρμανσης, και χρησιμοποιούνται τόσο στον οικιακό όσο και στον τριτογενή τομέα για την παραγωγή θερμότητας υπό μορφή ατμού ή ζεστού νερού. Η αποτελεσματική λειτουργία των λεβήτων είναι ζωτικής σημασίας για την εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς απαιτούν σημαντική κατανάλωση καυσίμων για την παραγωγή θερμότητας. Έτσι, η λειτουργία τους με υψηλό βαθμό απόδοσης αποτελεί κρίσιμη παράμετρο για τη μείωση της κατανάλωσης 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. Η θερμική απόδοση του λέβητα είναι ένας σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της λειτουργίας του. Κατά την καύση, η χημική αντίδραση μεταξύ άνθρακα και οξυγόνου παράγει θερμότητα. Το οξυγόνο προέρχεται από τον αέρα που παρέχεται στον καυστήρα για τη θέρμανση του λέβητα, ενώ ο αέρας περιέχει επίσης άζωτο, το οποίο δεν συμβάλλει στην καύση. Για να πραγματοποιηθεί πλήρης καύση του καυσίμου υπό ιδανικές συνθήκες, απαιτείται ένα συγκεκριμένο ποσό αέρα, γνωστό ως "στοιχειομετρικός αέρας". Ωστόσο, στην πραγματικότητα, απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα αέρα από την ιδανική για να επιτευχθεί η πλήρης καύση του καυσίμου. Για να διασφαλιστούν οι βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας στους λέβητες, είναι σημαντικό να παρέχεται η σωστή ποσότητα περίσσειας αέρα για την καύση του καυσίμου. Καθορίζεται γενικά ότι το 10% περίσσεια αέρα παρέχει τον βέλτιστο λόγο αέρα προς καύσιμο για την πλήρη καύση. Η υπερβολική περίσσεια αέρα αυξάνει τις απώλειες καπνοδόχου και απαιτεί περισσότερο καύσιμο για την ανύψωση του εξωτερικού αέρα στη θερμοκρασία των καυσαερίων. Αντίθετα, η έλλειψη αέρα οδηγεί σε ατελή καύση και μειωμένη θερμοκρασία φλόγας.

Η συνολική θερμική απόδοση ενός λέβητα ορίζεται ως ο λόγος της θερμότητας εξόδου προς τη θερμότητα εισόδου. Αυτή 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 τον βέλτιστο λόγο καυσίμου προς αέρα για την πλήρη καύση του καυσίμου.

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

- **Θερμοκρασία καμινάδας:** Η καλύτερη απόδοση της καύσης επιτυγχάνεται όταν οι θερμοκρασίες των καυσαερίων είναι χαμηλές. Υψηλές θερμοκρασίες στα καυσαέρια επιφέρουν μειωμένη μεταφορά θερμότητας από τα καυσαέρια στο νερό. Για να διατηρηθεί η αποδοτικότητα, οι θάλαμοι και οι σωλήνες εντός του λέβητα πρέπει να καθαρίζονται προκειμένου να απομακρυνθούν αιθάλη, επικαθίσεις και επιστρώσεις που μπορούν να περιορίσουν τη μεταφορά θερμότητας. Ωστόσο, η θερμοκρασία δεν πρέπει να είναι υπερβολικά χαμηλή, καθώς αυτό μπορεί να οδηγήσει σε συμπύκνωση υδρατμών στην καμινάδα. Αυτοί οι υδρατμοί, σε συνδυασμό με το θείο, μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση της καμινάδας.
- **Επίπεδο CO<sub>2</sub>:** Όσο υψηλότερο είναι το επίπεδο του CO<sub>2</sub>, τόσο αποδοτικότερη είναι η καύση. Τα αποδεκτά κάτω όρια για το επίπεδο του CO<sub>2</sub> είναι 10% για τους λέβητες αερίου και 14% για τους λέβητες πετρελαίου. Εάν τα επίπεδα του CO<sub>2</sub> είναι χαμηλότερα από αυτά τα όρια, πιθανότατα η καύση να είναι ατελής. Σε αυτήν την περίπτωση, ο λόγος αέρα/καυσίμου πρέπει να ρυθμιστεί έτσι ώστε να παρέχεται μεγαλύτερη περίσσεια αέρα.
- **Επίπεδο CO:** Η ανίχνευση του CO στα καυσαέρια υποδεικνύει ατελή αντίδραση καύσης, δηλαδή την έλλειψη αρκετής περίσσειας αέρα. Η παρουσία του CO στα καυσαέρια είναι ανιχνεύσιμη από τον καπνό, και καταλήγει στην απόθεση αιθάλης στους σωλήνες και τους θαλάμους του λέβητα.
- **Επίπεδο O<sub>2</sub>:** Όσο χαμηλότερο είναι το επίπεδο του O<sub>2</sub> τόσο πιο αποδοτική είναι η καύση. Το υψηλό επίπεδο O<sub>2</sub> αποτελεί ένδειξη υπερβολικής περίσσειας αέρα. Το αποδεκτό άνω όριο για το O<sub>2</sub> είναι 10% και, όταν υφίστανται επίπεδα μεγαλύτερα από αυτό, πρέπει να μειώνεται η περίσσεια αέρα.

## Βελτίωση της απόδοσης του λέβητα

Υπάρχουν αρκετά μέτρα με τα οποία μπορεί να βελτιωθεί η απόδοση του λέβητα μιας υφιστάμενης εγκατάστασης, με ανάλογη 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 μέσω της ανάλυσης της σύστασης και της θερμοκρασίας των καυσαερίων. Εάν διαπιστωθεί μειωμένη απόδοση λόγω ανεπαρκούς περίσσειας αέρα, μπορεί να γίνει ρύθμιση του λέβητα προκειμένου να βελτιωθεί η επίδοσή του. Για τον σκοπό αυτό, απαιτείται ειδικός εξοπλισμός, όπως ένας αναλυτής καυσαερίων και ένα θερμόμετρο. Οι τρόποι βελτίωσης της απόδοσης ενός υφιστάμενου λέβητα περιλαμβάνουν [29]:

- A. **Εγκατάσταση Ελατηρίων στους Φλογοσωλήνες:** Τα ελατήρια δημιουργούν περισσότερη τύρβη στα καύσιμα και αυξάνουν τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ των θερμών αερίων και του νερού. Η εγκατάστασή τους αναμένεται να βελτιώσει την απόδοση κατά περίπου 2,5% για κάθε μείωση της θερμοκρασίας της καμινάδας κατά 50°C.

- B. **Μόνωση του Περιβλήματος του Λέβητα:** Η μόνωση μειώνει τις απώλειες θερμότητας και βελτιώνει την απόδοση του λέβητα.
- C. **Εγκατάσταση Φυσητήρων Αιθάλης:** Οι φυσητήρες αιθάλης απομακρύνουν τις επικαθίσεις στους σωλήνες και βοηθούν στη μεταφορά θερμότητας. Η βελτίωση στην απόδοση του λέβητα εξαρτάται από τη θερμοκρασία των καυσαερίων.
- D. **Χρήση Εξοικονομητών:** Οι εξοικονομητές μεταφέρουν ενέργεια από τα καυσαέρια στο νερό τροφοδοσίας, βελτιώνοντας έτσι την απόδοση. Η θερμοκρασία των καυσαερίων πρέπει να παραμένει σε ορισμένα επίπεδα για να αποφευχθούν προβλήματα διάβρωσης. Αναμένεται αύξηση της απόδοσης κατά περίπου 1% για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας του νερού τροφοδοσίας κατά 1°C.
- E. **Χρήση Προθερμαντήρων του Αέρα:** Οι προθερμαντήρες μεταφέρουν ενέργεια από τα καυσαέρια της καμινάδας στον αέρα της καύσης, βελτιώνοντας έτσι την απόδοση του λέβητα.

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 σημερινοί λέβητες συνεχώς βελτιώνονται όσον αφορά την απόδοση της καύσης και τη συνολική τους απόδοση. Οι εμπορικές μονάδες μπορούν να επιτύχουν απόδοση καύσης πάνω από 95%, ενώ η απόδοση πάνω από 85% θεωρείται ικανοποιητική για τους συμβατικούς λέβητες. Μία από τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες καύσης είναι οι λέβητες αερίου παλμικής καύσης. Λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο με τις μηχανές εσωτερικής καύσης, με τον αέρα και το αέριο καύσιμο να εισέρχονται σε ένα στεγανό θάλαμο καύσης και να αναφλέγονται με σπινθήρα. Η θερμότητα που παράγεται χρησιμοποιείται κυρίως για τη θέρμανση του νερού του λέβητα, με τα καυσαέρια να έχουν σχετικά χαμηλή θερμοκρασία, περίπου 50°C. Η απόδοση των λεβήτων παλμικής καύσης μπορεί να φτάσει το 95% έως 99%, ενώ σε συνδυασμό με άλλες υψηλής απόδοσης διατάξεις μεταφοράς θερμότητας, η συνολική θερμική απόδοση μπορεί να φτάσει το 90%. Επιπλέον, οι λέβητες αυτοί μπορούν να φτάσουν στη θερμοκρασία λειτουργίας τους στο μισό χρόνο από αυτόν των συμβατικών, ενώ εκπέμπουν σημαντικά λιγότερους ρύπους στην ατμόσφαιρα.

## 3. Η χρήση λεβήτων με υπομονάδες

Η βέλτιστη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης συνήθως επιτυγχάνεται όταν λειτουργούν σε πλήρη ισχύ. Βελτιώσεις στην απόδοση κατά τις περιόδους αιχμής έχουν ως αποτέλεσμα μείωση της κατανάλωσης καυσίμου. Ωστόσο, η μείωση αυτή δεν αντιστοιχεί πάντα ακριβώς στη βελτίωση της συνολικής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης. Στις περισσότερες εγκαταστάσεις, σπανίως συμβαίνουν φορτία αιχμής και ο λέβητας συνήθως λειτουργεί υπό μερικό φορτίο. Ορισμένοι λέβητες μπορεί να εκκινούν και να σταματούν κυκλικά, μια μη αποδοτική μορφή λειτουργίας λόγω των απωλειών θερμότητας που συμβαίνουν κατά τη διακοπή. Αυτές οι απώλειες πρέπει να αντισταθμίζονται κατά την επανεκκίνηση του λέβητα. Για να αποφευχθεί η κυκλική λειτουργία των λεβήτων, μπορούν να εγκατασταθούν περισσότεροι μικρότεροι λέβητες ή λέβητες με υπομονάδες. Κατά τη λειτουργία με υπομονάδες, ένας λέβητας εκκινεί για να καλύψει τα μικρά φορτία, ενώ νέοι λέβητες εκκινούν καθώς αυξάνεται το φορτίο. Αντίστοιχα, όταν το φορτίο μειώνεται, οι λέβητες τερματίζουν τη λειτουργία τους σταδιακά. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να επιτευχθεί αύξηση της ολικής εποχιακής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης κατά 15% έως 30%.

### 7.3 Στοιχεία εγκατάστασης

Το νοσοκομείο διαθέτει 3 ατμογεννήτριες, οι οποίες λειτουργούν με φυσικό αέριο.

Πίνακας 7.3: Τεχνικά χαρακτηριστικά των 3 ατμογεννητριών του νοσοκομείου [30]

A/A	Ατμογεννήτρια	Παραγωγή ατμού(kg/h)	Καυστήρας	Ισχύς (kW)	S/N	Αντλία τροφοδοσίας	No
1	Πρόδος Q83239	1000	RLS70 Riello Spa	756	02175000219	SPECK KOLBENPUMPEN FABRIK P30/36- 150D	264727/001
2	Thermossol D-1000	1000	RLS70 Riello Spa	690	02175000218	GRUNDFOSS τύπου MGE90SA2- 24FT115B	85555706
3	Thermossol D-600	600	RLS50 Riello Spa	414	02462005434	GRUNDFOSS τύπου MGE90SA2- 24FT115B	85555706

Το νοσοκομείο επίσης διαθέτει 4 λέβητες θερμού ύδατος, οι οποίοι λειτουργούν με φυσικό αέριο

Πίνακας 7.4: Τεχνικά χαρακτηριστικά των 4 λεβήτων θερμού ύδατος του νοσοκομείου

Λέβητας	Χρήση	Εργοστάσιο κατασκευής	Έτος κατασκευής	Θερμική ισχύς (kcal/h)	Καυστήρας	S/N
No8	Ζεστά νερά θέρμανσης	Θερμοσωλ	1981	1000000	RLS120 Riello Spa	02045000273
No9	Ζεστά νερά θέρμανσης	Χρυσολούρης Μασινα KT1000	1982	1000000	RLS120 MX	02045000266
No10	Ζεστά νερά θέρμανσης χειρουργείου	Θερμοσωλ HW600	2016	600000	RLS70 Riello Spa	02384000843
No11	Ζεστά νερά χρήσης	Θερμοσωλ		1000000	RLS160 Riello Spa	021330005064

Πίνακας 7.5: επιπλέον μηχανήματα στον χώρο του λεβητοστασίου[30]

<b>Θερμοδοχείο (lt)</b>	Χωρητικότητας 1000
<b>Boiler 3 τεμάχια (lt)</b>	Χωρητικότητας 2000
<b>Δοχεία Διαστολής</b>	Ανοικτού τύπου
<b>Αποσκληρυντής νερού WS-30 Calligan</b>	1 τεμάχιο
<b>Δεξαμενή νερού υπόγεια (m<sup>3</sup>)</b>	250
<b>WILO AG τύπου MVIIE3204 inverter</b>	2 τεμάχια
<b>WILO AG τύπου MVIIE3205 inverter</b>	1 τεμάχιο
<b>Σύστημα ανίχνευσης διαρροών φυσικού αερίου NEON</b>	1 τεμάχιο

Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τις τελευταίες μετρήσεις :

Πίνακας 7.6: Στοιχεία καυστήρων από την τελευταία μέτρηση, Ιανουάριος 2024[28]

ονομαστική ισχύς λέβητα (kW)	1000000kcal/h	600	1000000kcal/h
περιοχή ισχύος καυστήρα (kW)	300*(600)/1200	232/814	300*(600)/1200
τύπος λέβητα	ΘΕΡΜΟΣΩΛ 1991 Νο8	ΘΕΡΜΟΣΩΛ HW-600 2016 Νο10	ΧΡΥΣΟΠΟΥΡΗΣ Κ ΣΙΑ ΚΤ1000 1982 Νο9
τύπος καυστήρα	RLS 120/MX/RIELLO	RLS 70/RIELLO	RLS 120/MX/RIELLO
είδος καυσίμου	Φ. ΑΕΡΙΟ	Φ. ΑΕΡΙΟ	Φ. ΑΕΡΙΟ
ημερομηνία ελέγχου	04/04/2024	04/04/2024	04/04/2024
θερμοκρασία καυσαερίου (°C)	222.3	163.3	204.1
θερμοκρασία χώρου λεβητοστασίου (°C)	25.3	25.3	25.3
μονοξείδιο του άνθρακα (ppm)	25	20	38
οξείδια του αζώτου (ppm)	54	54	24
οξυγόνο (%)	3.45	3.52	5.47
διοξείδιο του άνθρακα (%)	9.9	9.9	8.8
δείκτης αιθάλης	-	-	-
πίεση αντλίας πετρελαίου (bar)	-	-	-
πίεση ηρεμίας αερίου (mbar)	88	90	85
πίεση λειτουργίας αερίου (mbar)	29	32	30
πίεση μπεκ αερίου (mbar)			
εσωτερικός βαθμός απόδοσης (%)	92.3	94.6	92.1
απώλειες καυσαερίου (%)	7.7	5.4	7.9
παροχή καυσίμου (m <sup>3</sup> /h)	-	-	-
θερμική φόρτιση λέβητα (%)	-	-	-

Όπως προκύπτει από τα δεδομένα της τελευταίας μέτρησης στους λέβητες, οι εγκατεστημένοι λέβητες επιδεικνύουν εξαιρετική απόδοση, με ποσοστό άνω του 90%, ενώ τα χαρακτηριστικά τους παραμένουν εντός των καθορισμένων ορίων, όσον αφορά τα καυσαέρια. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι η αντικατάσταση των παλαιών μονάδων πραγματοποιήθηκε πριν από λίγα χρόνια και οι νέοι καυστήρες που εγκαταστάθηκαν είναι υψηλής ποιότητας. Ειδικότερα, η σειρά καυστήρων RLS / M MZ καλύπτει εύρος ισχύος από 550 έως 2150 kW και έχει σχεδιαστεί για χρήση σε λέβητες ζεστού ή υπέρθερμου ατμού, ζεστού αέρα ή ατμολέβητες και διαθερμικούς λέβητες πετρελαίου. Η λειτουργία τους είναι διπλής βαθμίδας στην πλευρά του πετρελαίου και προσαρμόσιμη στην πλευρά του φυσικού αερίου. Η σειρά RLS / M MZ εγγυάται υψηλά επίπεδα απόδοσης σε κάθε εφαρμογή, μειώνοντας την κατανάλωση καυσίμου και το κόστος λειτουργίας. Επιπλέον, η εξειδικευμένη σχεδίαση του κυκλώματος αναρρόφησης αέρα και η χρήση ηχομονωτικών υλικών εξασφαλίζουν πολύ χαμηλά επίπεδα θορύβου.



Σχήμα 7.2: Καυστήρας Riello σειράς RLS / M MZ [31]

## 7.4 Δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην θέρμανση

Όπως αναλύσαμε προηγουμένως, η αλλαγή των καυστήρων δεν αποτελεί τη μοναδική δράση που μπορεί να οδηγήσει σε εξοικονόμηση ενέργειας στην περίπτωση μας. Πέραν αυτής, υπάρχουν άλλες πρωτοβουλίες που μπορούν να ληφθούν, όπως η βελτίωση της χρήσης των σωμάτων από τους υπαλλήλους και οι διορθώσεις στην ίδια την εγκατάσταση. Αυτές οι δράσεις μπορούν γρήγορα να οδηγήσουν σε σημαντική μείωση της κατανάλωσης φυσικού αερίου.

Όσον αφορά τη βελτίωση στη χρήση των θερμαντικών σωμάτων από τους υπαλλήλους και τους ασθενείς, θα πρέπει:

- Αποφεύγεται η τοποθέτηση κουρτινών, επίπλων ή άλλων αντικειμένων επάνω ή γύρω από τα θερμαντικά σώματα, καθώς αυτό μπορεί να εμποδίζει την κυκλοφορία του αέρα και να μειώσει την απόδοσή τους.
- Είναι σημαντικό να καθαρίζονται τα θερμαντικά σώματα περιοδικά, χρησιμοποιώντας ειδική βούρτσα, προκειμένου να απομακρυνθεί η σκόνη και άλλα υπολείμματα που μπορούν να επηρεάσουν την απόδοσή τους.
- Επίσης, πρέπει να γίνεται εξαερώνωση των θερμαντικών σωμάτων σε τακτά χρονικά διαστήματα, προκειμένου να διασφαλιστεί η σωστή λειτουργία τους και η αποτελεσματική διάχυση της θερμότητας στο χώρο.

Σχετικά με τις διορθώσεις στην υπάρχουσα εγκατάσταση, υπάρχουν ορισμένα σημεία που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την εξοικονόμηση ενέργειας:

- Η μείωση της προκαθορισμένης θερμοκρασίας αναφοράς κατά ένα βαθμό μπορεί να συμβάλει σε πάνω από 19% λιγότερη κατανάλωση καυσίμου. Επίσης, η εντοπισμός και επιδιόρθωση χαραμάδων στο λέβητα είναι σημαντικός παράγοντας, καθώς αυτές μπορούν να επιτρέπουν τη διέλευση κρύου αέρα στο εσωτερικό του, μειώνοντας έτσι την απόδοσή του.
- Οι σωληνώσεις που διασχίζουν μη θερμαινόμενους χώρους θα πρέπει να μονώνονται επιμελώς, ενώ επιλέγονται σωληνώσεις με τις κατάλληλες διαμέτρους για τα διάφορα τμήματα ενός συστήματος κεντρικής θέρμανσης.
- Συνιστάται η χρήση θερμοστάτη στα θερμαντικά σώματα για να επιτευχθεί η επιθυμητή θερμοκρασία στον χώρο. Επιπλέον, η εγκατάσταση μονωτικού υλικού μεταξύ των θερμαντικών σωμάτων και του εξωτερικού τοίχου μπορεί να μειώσει τις θερμικές απώλειες.
- Για να αποφευχθεί η κατασπατάληση ενέργειας, μπορούν να εφαρμοστούν ρυθμίσεις αυτοματισμού στον λέβητα με ειδικά συστήματα, ούτως ώστε να προσαρμόζεται στην



εξωτερική θερμοκρασία. Αυτές οι ρυθμίσεις εξαρτώνται από τον τύπο της εγκατάστασης και τον βαθμό ακρίβειας του που επιλέγεται.

Με βάση τα παραπάνω, προτείνεται να διεξαχθεί μια αναλυτική μελέτη της εγκατάστασης θερμοστατικών κεφαλών στα θερμαντικά σώματα, καθώς και η εγκατάσταση ρυθμιστών διαφορικής πίεσης. Επιπλέον, προτείνεται η εφαρμογή αντιστάθμισης της θερμοκρασίας του νερού στην εγκατάσταση, μια δράση που είναι κρίσιμη για την εξοικονόμηση ενέργειας στη θέρμανση.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι, σύμφωνα με την τεχνική υπηρεσία του νοσοκομείου, οι σωληνώσεις είναι μονωμένες κατά 80%, επομένως η μελέτη μόνωσης των σωληνώσεων δεν κρίνεται απαραίτητη.

#### 7.4.1 7η επένδυση: Θερμοστάτες

Οι θερμοστάτες αποτελούν θεμέλιο της διαχείρισης της θερμοκρασίας σε έναν χώρο ή μια θερμική ζώνη. Ενεργοποιούν τη θέρμανση ή τη ψύξη όταν απαιτείται και τη διακόπτουν όταν η θερμοκρασία είναι ικανοποιητική. Αποτελούν βασική πτυχή του αυτοματισμού των συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, με τις σωστές ρυθμίσεις να μπορούν να επιφέρουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.

Συνήθως στον οικιακό τομέα τοποθετείται ένας θερμοστάτης χώρου ανά διαμέρισμα, ενώ στον τριτογενή τομέα υπάρχει συνήθως ένας θερμοστάτης ανά ιδιοκτησία και θερμική ζώνη, καθώς και ανά ορόφους του κτηρίου. Μια άλλη διάταξη ελέγχου της θέρμανσης είναι ο θερμοστατικός διακόπτης, ο οποίος ελέγχει μηχανοκίνητες βαλβίδες με θερμοστατικές κεφαλές. Χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις θέρμανσης ζεστού νερού για τοπικό έλεγχο της θερμοκρασίας στα θερμαντικά σώματα. Οι θερμοστατικές κεφαλές διαθέτουν αισθητήριο θερμοκρασίας το οποίο αντιδρά στις αλλαγές της θερμοκρασίας χώρου. Αυτό επιτρέπει τη συνεχή ρύθμιση της ποσότητας του ζεστού νερού που φτάνει στα θερμαντικά σώματα, διατηρώντας σταθερή τη θερμοκρασία και εξοικονομώντας ενέργεια. Για να αντιμετωπιστεί η έλλειψη θερμοστατικού ελέγχου ανά ζώνη, μπορεί να γίνει εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων ή κεφαλών ανά θερμαντικό σώμα σε όλους τους χώρους. Αυτές οι διατάξεις επιτρέπουν στους χρήστες να διακόπτουν τη λειτουργία των σωμάτων ρυθμίζοντας τη θερμοκρασία και όχι αλλάζοντας τη θέση ενός διακόπτη. Η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από αυτές τις επενδύσεις εξαρτάται από τη χρήση του κτιρίου και τις ανάγκες θέρμανσης. Η εξοικονόμηση ενέργειας επίσης εξαρτάται από τη συμπεριφορά των χρηστών, καθώς η οικονομία συχνά φθάνει το 15% της κατανάλωσης ενέργειας.



Σχήμα 7.3: Θερμοστατική κεφαλή BC-T20 [32]



Σχήμα 7.4: Εικόνα 5.15: Θερμοστατικός διακόπτης Brass Form 703[33]

Στην μελέτη εγκαταστάθηκαν θερμοστατικές κεφαλές και θερμοστατικοί διακόπτες της Siemens συνολικής αξίας 25 ευρώ. Το νοσοκομείο έχει συνολικά πάνω από 800 χώρους όπως έχει αναφερθεί. Συνολικά λαμβάνοντας υπόψιν και τους υποχώρους τα δωμάτια ξεπερνάνε κατά πολύ τα 1000. Ας

υποθέσουμε ότι υπάρχουν συνολικά στο νοσοκομείο 800 καλοριφέρ. Με αυτό τον τρόπο θα δείξουμε ότι η επένδυση είναι κερδοφόρα.

**Συνολικό κόστος:  $800 \cdot 25 = 20000$  ευρώ**

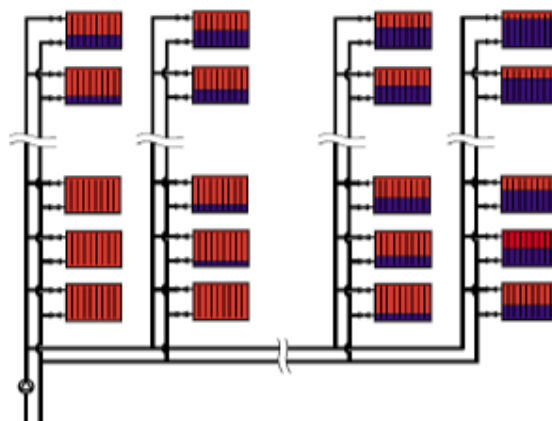
Υποθέτω ότι με αυτή τη μέθοδο έχω εξοικονόμηση της τάξεως του 10%. Από το διάγραμμα 4.7 το φυσικό αέριο που καταναλώνεται για θέρμανση και ψύξη χώρων είναι το 45% του συνολικού φυσικού αερίου. Ας υποθέσουμε ότι μία χρονιά το νοσοκομείο πληρώνει για φυσικό αέριο 150000 ευρώ. Συνεπώς; Με αυτή τη δράση το νοσοκομείο θα σώζει  $150000 \cdot 10\% = 15000$  κάθε χρόνο. Φαίνεται ότι η δράση είναι κερδοφόρα και μάλιστα με πιο σύγχρονες κεφαλές με Wi-Fi θα μπορούσε να επιτευχθεί και μεγαλύτερη εξοικονόμηση. Περισσότερα για αυτή την επένδυση θα παρουσιαστούν στο τελευταίο κεφάλαιο.

Πίνακας 7.7: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης θερμοστατικών κεφαλών

Κόστος επένδυσης (€)	20000
Όφελος (€)	15000
Χρονικό διάστημα (έτη)	10
Λειτουργικά έξοδα (€)	0
Επιτόκιο αναγωγής (i)	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) (€)	95826.02
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ)(%)	74.717
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)	1.400

#### 7.4.2 8η επένδυση: Ρυθμιστές διαφορικής πίεσης

Η αντίσταση που αντιμετωπίζει το νερό καθώς διανύει τη διαδρομή από το σημείο παραγωγής της θέρμανσης μέχρι την τερματική μονάδα είναι σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την απόδοση του συστήματος θέρμανσης. Αυτή η αντίσταση αυξάνεται όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση και όσο περισσότερα εμπόδια συναντάει το νερό στη διαδρομή του, όπως διακλαδώσεις, βαλβίδες και γωνίες. Για να επιτευχθεί βέλτιστη ροή νερού και εξισορρόπηση του συστήματος, πρέπει να γίνει ρύθμιση της ροής στα διάφορα σώματα θέρμανσης. Αυτό επιτυγχάνεται με τον στραγγαλισμό της ροής στα σώματα που είναι πιο κοντά στο σημείο παραγωγής της θερμότητας, προκειμένου να αυξηθεί η αντίστασή τους. Έτσι, η ροή του νερού καθορίζεται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη θερμική ισχύς από κάθε σώμα. Η μείωση της ροής του νερού έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των θερμικών απωλειών κατά την παραγωγή και διανομή της θερμότητας. Με άλλα λόγια, ένα υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα επιτυγχάνει καλύτερη απόδοση και εξοικονόμηση ενέργειας. Οι κυκλοφορητές, που χρησιμοποιούνται για την κυκλοφορία του νερού, καταναλώνουν λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια σε ένα εξισορροπημένο σύστημα λόγω της μειωμένης ροής νερού.



Σχήμα 7.5: Υδραυλική κατάσταση της εγκατάστασης χωρίς ρυθμιστές πίεσης

Η υδραυλική εξισορρόπηση των δικτύων θέρμανσης επιτυγχάνεται με τη χρήση διάφορων υδραυλικών στοιχείων, όπως στραγγαλιστικές βαλβίδες ελεγχόμενης Διαφορικής Πίεσης (ΔΡ),

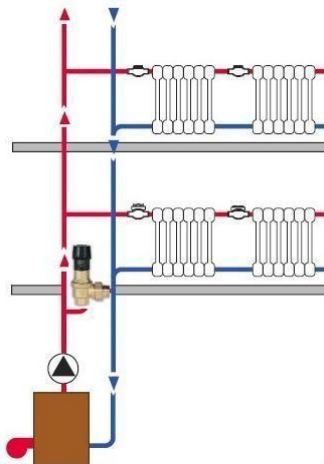
αναλογικές ηλεκτροβάνες και διαφορικοί υδραυλικοί ελεγκτές. Ας εξετάσουμε τα χαρακτηριστικά και τη χρήση τους:

1. **Στραγγαλιστικές Βαλβίδες Ελεγχόμενης ΔΡ:** Αυτές οι βαλβίδες απαιτούν χειροκίνητο έλεγχο και είναι κατάλληλες μόνο για στατική ρύθμιση. Χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της ροής νερού σε στατικά σημεία του συστήματος θέρμανσης.
2. **Αναλογικές Ηλεκτροβάνες:** Αυτές οι βαλβίδες είναι είτε ηλεκτροκίνητες είτε κινούμενες μέσω σερβομηχανισμών και είναι κατάλληλες τόσο για στατική όσο και για δυναμική ρύθμιση. Χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της ροής νερού σε δυναμικά σημεία του συστήματος θέρμανσης, προσαρμόζοντας τον στραγγαλισμό τους σύμφωνα με τις ανάγκες του συστήματος.
3. **Διαφορικοί Υδραυλικοί Ελεγκτές:** Αυτοί οι ελεγκτές βελτιστοποιούν τον στραγγαλισμό της ροής νερού σε κάθε σημείο του συστήματος θέρμανσης. Προσαρμόζουν συνεχώς τον στραγγαλισμό τους σύμφωνα με τις μεταβαλλόμενες ανάγκες θέρμανσης και τα υδραυλικά χαρακτηριστικά του δικτύου. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για στατική όσο και για δυναμική ρύθμιση.

Οι ρυθμιστές διαφορικής πίεσης είναι σημαντικά στην εξισορρόπηση του συστήματος θέρμανσης, καθώς σταθεροποιούν τη ροή του κυκλοφορούντος νερού και διατηρούν τη διαφορική πίεση σε ασφαλή επίπεδα. Με αυτόν τον τρόπο, εξασφαλίζουν την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος θέρμανσης και ελαχιστοποιούν τις απώλειες ενέργειας.



Σχήμα 7.6: Βαλβίδα διαφορικής πίεσης [34]



Σχήμα 7.7: Υδραυλική κατάσταση της εγκατάστασης με ρυθμιστές πίεσης [35]

Για την παρακάτω μελέτη χρησιμοποιήθηκε βαλβίδα διαφορικής πίεσης με τιμή 788 ευρώ. Θεώρησα ότι προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας 1% (ενώ κανονικά προκύπτει εξοικονόμηση της τάξεως του 10%) και έτσι προέκυψαν τα δεδομένα που παρουσιάζονται και στο τελευταίο κεφάλαιο. Φυσικά, η εξοικονόμηση είναι πολύ μεγαλύτερη από 1% αλλά με αυτόν τον τρόπο δείχνεται ότι και πάλι η επένδυση είναι επικερδής.

Πίνακας 7.8: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης ρυθμιστικών βαλβίδων

Κόστος επένδυσης (€)	788
Όφελος (€)	1500
Χρονικό διάστημα	10
Λειτουργικά έξοδα (€)	0
Επιτόκιο αναγωγής (i)	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	10794.6
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ)	190.351%
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)	0.551

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.

### 7.4.3 9η επένδυση: Κεντρική αντιστάθμιση της θερμοκρασίας του νερού θέρμανσης

Η αντιστάθμιση της θερμοκρασίας του νερού στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης βασίζεται στην προσαρμογή της θερμοκρασίας του νερού που προσάγεται στα θερμαντικά σώματα σύμφωνα με την εξωτερική θερμοκρασία, με στόχο τη βελτιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ρύθμισης της ροής νερού έτσι ώστε να προσαρμόζεται η θερμοκρασία των θερμαντικών σωμάτων στις αλλαγές της εξωτερικής θερμοκρασίας.

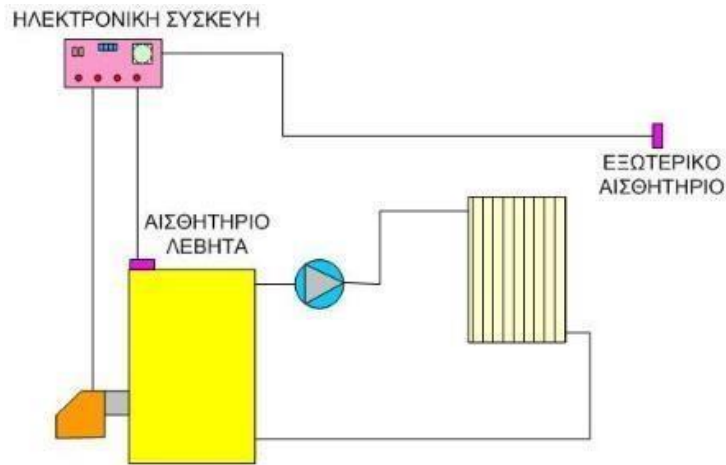
Η μονάδα αντιστάθμισης συνήθως αποτελείται από τα παρακάτω τμήματα:

- 1) Αισθητήριο Θερμοκρασίας Περιβάλλοντος: Ανιχνεύει την εξωτερική θερμοκρασία και παρέχει αυτήν την πληροφορία στον ελεγκτή της αντιστάθμισης.
- 2) Αισθητήριο Θερμοκρασίας Νερού Προσαγωγής: Μετρά τη θερμοκρασία του νερού που εισέρχεται στο σύστημα θέρμανσης.
- 3) Βάνα Ανάμιξης ή Ρυθμιστής Παροχής Καυσίμου: Ρυθμίζει τη ροή του καυσίμου στον λέβητα ή άλλη πηγή θερμότητας, ελέγχοντας έτσι τη θερμοκρασία του νερού που προσάγεται στο σύστημα θέρμανσης.
- 4) Ελεγκτής Αντιστάθμισης: Αναλογικός ή ψηφιακός ελεγκτής που λαμβάνει τις πληροφορίες από τα αισθητήρια θερμοκρασίας και ρυθμίζει τη λειτουργία της βάνας ανάμιξης ή του ρυθμιστή παροχής καυσίμου, προσαρμόζοντας τη θερμοκρασία του νερού που κυκλοφορεί στο σύστημα θέρμανσης.

Η αντιστάθμιση της θερμοκρασίας είναι ένα σημαντικό μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας στα συστήματα θέρμανσης, καθώς επιτρέπει την προσαρμογή της λειτουργίας του συστήματος στις αλλαγές των καιρικών συνθηκών και τις ανάγκες θέρμανσης του κτιρίου. Με την κατάλληλη ρύθμιση, μπορεί να προσφέρει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, χωρίς να θέτει σε κίνδυνο την άνεση των κατοίκων

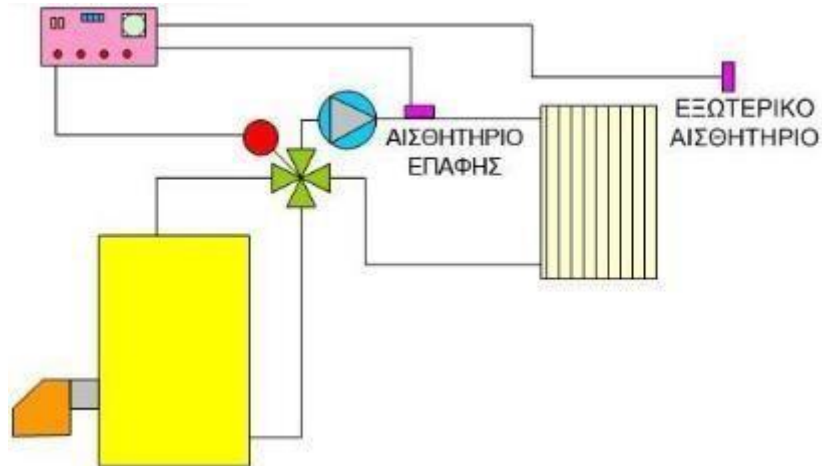
#### Είδη συστημάτων αντιστάθμισης

- Ο έλεγχος της λειτουργίας του καυστήρα είναι σημαντικός για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού που τροφοδοτεί τα σώματα θέρμανσης. Ωστόσο, η αντιστάθμιση αυτής της θερμοκρασίας πρέπει να γίνεται με προσοχή, καθώς μπορεί να προκαλέσει δημιουργία συμπυκνωμάτων στο νερό του λέβητα, ιδίως σε χαμηλές θερμοκρασίες. Για να αποφευχθούν αυτά τα προβλήματα, η αντιστάθμιση θα πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο σε λέβητες που είναι σχεδιασμένοι να λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες.



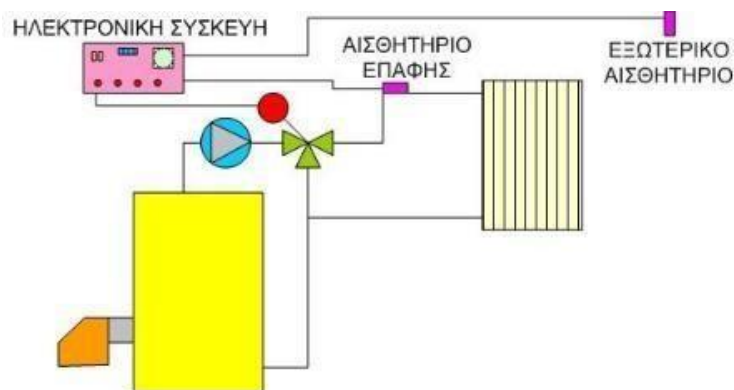
Σχήμα 7.8: Έλεγχος λειτουργία καυστήρα [36]

- Η ελεγχόμενη τετράοδος βαλβίδα με σερβοκινητήρα χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού που κατευθύνεται προς τα σώματα θέρμανσης. Λειτουργεί αναμειγνύοντας το ζεστό νερό από τον λέβητα με το ψυχρό νερό που επιστρέφει από τα σώματα. Το ποσοστό της ανάμειξης καθορίζει επίσης τη θερμοκρασία του νερού που θα κατευθυνθεί προς τα σώματα θέρμανσης, επιτρέποντας την προσαρμογή της θερμοκρασίας στις ανάγκες και τις περιβαλλοντικές συνθήκες



Σχήμα 7.9: Έλεγχος τετράοδος βάνας με σερβοκινητήρα [36]

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



Σχήμα 7.10: Έλεγχος τρίοδος βάνας με σερβοκινητήρα [36]

Για την παρακάτω μελέτη χρησιμοποιήθηκε ελεγκτής θέρμανσης αξίας 800 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 ZNX. Ο ελεγκτής αυτός είναι κατάλληλος για τους παρακάτω τύπους εγκαταστάσεων κυκλωμάτων θέρμανσης και ZNX.



Σχήμα 7.11: Ελεγκτής θέρμανσης Siemens [37]

Τύποι εγκαταστάσεων κυκλωμάτων θέρμανσης:

1. **Έλεγχος μίας βάνας μίξης κυκλώματος θέρμανσης (θέρμανση χώρου):** Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της θερμοκρασίας στον χώρο μέσω της ρύθμισης της βάνας μίξης στο κύκλωμα θέρμανσης.
2. **Θέρμανση χώρου με έλεγχο βάνας μίξης και συνεχή έλεγχο της θερμοκρασίας του λέβητα βάσει της ζήτησης:** Εδώ, εκτός από τη ρύθμιση της βάνας μίξης, γίνεται και συνεχής έλεγχος της θερμοκρασίας του λέβητα, προσαρμόζοντάς την ανάλογα με τη ζήτηση θέρμανσης.
3. **Θέρμανση χώρου με έλεγχο βάνας μίξης και λέβητα και επιπλέον έλεγχο της θερμοκρασίας επιστροφής του λέβητα με ξεχωριστή βάνα μίξης:** Εδώ, πέρα από τον έλεγχο της βάνας μίξης και της θερμοκρασίας του λέβητα, γίνεται επίσης έλεγχος της θερμοκρασίας επιστροφής του νερού στον λέβητα με μια ξεχωριστή βάνα μίξης.
4. **Έλεγχος βάσει ζήτησης (προέλεγχος) της θερμοκρασίας του λέβητα:** Ο έλεγχος γίνεται βάσει της ζήτησης θέρμανσης μέσω σήματος ζήτησης που μεταδίδεται μέσω δικτύου (bus), ρυθμίζοντας τη θερμοκρασία του λέβητα αναλόγως.
5. **Έλεγχος βάσει ζήτησης (προέλεγχος) της θερμοκρασίας του λέβητα και επιπλέον έλεγχο της θερμοκρασίας επιστροφής του λέβητα με ξεχωριστή βάνα μίξης:** Εδώ, εκτός από τον έλεγχο της θερμοκρασίας του λέβητα, γίνεται και επιπλέον έλεγχος της θερμοκρασίας επιστροφής του νερού στον λέβητα με μια ξεχωριστή βάνα μίξης, και αυτό βάσει της ζήτησης θέρμανσης.

Τύποι εγκαταστάσεων ZNX:

1. **Φόρτιση δοχείου ZNX με έλεγχο κυκλοφορητή:** Χρησιμοποιείται για τη φόρτιση του δοχείου ZNX με έλεγχο του κυκλοφορητή νερού.

2. **Φόρτιση δοχείου ZNX με έλεγχο βάνας μίξης:** Εδώ, η φόρτιση γίνεται με έλεγχο της βάνας μίξης στο κύκλωμα ZNX.
3. **Θέρμανση ZNX μέσω εναλλάκτη με έλεγχο 2ης βάνας στην επιστροφή του πρωτεύοντος:** Χρησιμοποιείται εναλλάκτης για τη θέρμανση του ZNX, με έλεγχο της 2ης βάνας στην επιστροφή του πρωτεύοντος κυκλώματος.
4. **Θέρμανση ZNX μόνο με ηλεκτρική αντίσταση:** Εδώ, η θέρμανση του ZNX γίνεται μόνο με τη χρήση ηλεκτρικής αντίστασης.
5. **Θέρμανση ZNX μέσω ηλιακών συλλεκτών:** Χρησιμοποιούνται ηλιακοί συλλέκτες για τη θέρμανση του ZNX.

Καθώς στο νοσοκομείο είναι εγκατεστημένοι 3 λέβητες θεώρησα ότι θα συνδεθεί ένα σύστημα αντιστάθμισης σε κάθε λέβητα. Επίσης θεώρησα ότι η μέθοδος αυτή θα επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας 25%. Έτσι προέκυψε η παρακάτω μελέτη για το σύνολο της εγκατάστασης.

Πίνακας 7.9: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης ελεγκτή θέρμανσης

<b>Κόστος επένδυσης (€)</b>	2400
<b>Όφελος (€)</b>	37500
<b>Χρονικό διάστημα</b>	30
<b>Λειτουργικά έξοδα (€)</b>	0
<b>Επιτόκιο αναγωγής (i)</b>	0.05
<b>Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)</b>	287165.06
<b>Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ)</b>	1562.50%
<b>Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)</b>	0.067



## Κεφάλαιο 8 – Μελέτη Φωτισμού

### 8.1 Εισαγωγή

Η μελέτη φωτισμού πραγματοποιήθηκε σε όλο το κτίριο και στους 12 ορόφους. Σύμφωνα με τα διαγράμματα που παρουσιάστηκαν παραπάνω, φωτισμός αποτελεί το 16% της κατανάλωσης κάθε νοσοκομειακής εγκατάστασης. Για αυτό το λόγο είναι σημαντικό η κατανάλωση αυτή να μετριαστεί όσο το δυνατόν περισσότερο με μέσα εξοικονόμησης ενέργειας. Προκειμένου να γίνει η μελέτη φωτισμού, χρησιμοποιήθηκε ο KENAK, ο οποίος παρουσιάζει αναλυτικά κάποια όρια. και το πρόγραμμα Relux. Στο πρόγραμμα αυτό μπορεί να περαστεί η κάτοψη απευθείας από το Autocad, στη συνέχεια να οριοθετηθούν οι χώροι και να φωτιστούν με φωτιστικά τα οποία υπάρχουν στην αγορά. Στο τέλος του κεφαλαίου παρουσιάζεται μια οικονομοτεχνική μελέτη, η οποία κρίνει αν οι δράσεις που επιλέχθηκαν να εφαρμοστούν στα κτίρια, θα είναι επικερδείς επενδύσεις ή όχι.

### 8.2 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. Στο πρότυπο Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021 [38] του τεχνικού επιμελητηρίου προτείνονται επίπεδα φωτισμού με βάση τη χρήση του χώρου. Στον πίνακα παρακάτω παρουσιάζονται οι τιμές για μέση ελάχιστη στάθμη γενικού φωτισμού (lux) ανά χρήση χώρου για ύψος τοποθέτησης των φωτιστικών στο χώρο τα 2.8 m.

Πίνακας 8.1: Επίπεδα φωτισμού με βάση τη χρήση του χώρου σύμφωνα με το πρότυπο Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021

Χώρος	Προτεινόμενη ελάχιστη στάθμη φωτισμού (lx)
Reception	300
Χώρος προσωπικού	300
Αποδυτήρια	200
Πλυντήρια	200
Διάδρομος	100
Κουζίνα	500
Αίθουσα αναμονής	200
Δωμάτιο ασθενών	100
ΜΕΘ	300
Χειρουργείο	1000
Εξωτερικά Ιατρεία	500
Αίθουσα θεραπείας-Αιμοδοσίας	1000
Αίθουσα/ διάδρομος αναμονής	200
Εργαστήρια	500
WC	100
Γραφεία	500

### 8.3 Εγκατεστημένα φωτιστικά

Κατά την επίσκεψη στους χώρους, παρατηρήθηκε ότι κυρίως χρησιμοποιούνται 2 είδη φωτιστικών. Το πρώτο είναι ένα τετράγωνο φωτιστικό με 4 λαμπτήρες φθορισμού 60 cm και το δεύτερο είναι ορθογώνιο παραλληλόγραμμο με 2 λάμπες φθορισμού 120 cm .

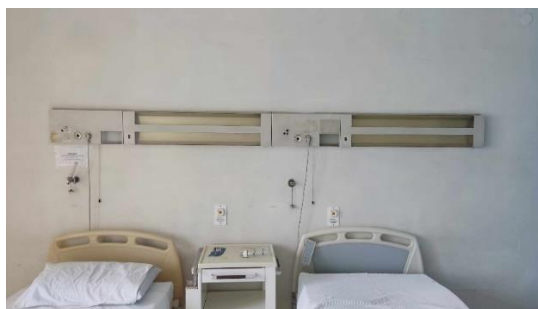


Σχήμα 8.1: 60\*60cm T8 ένα από τα δύο βασικά είδη φωτιστικών του νοσοκομείου



Σχήμα 8.2: 120\*40cm T8 ένα από τα δύο βασικά είδη φωτιστικών του νοσοκομείου

Ένα άλλο φωτιστικό το οποίο παρατηρήθηκε να υπάρχει πάνω από τα κρεβάτια των κλινών, είναι το φωτιστικό του σχήματος 8.3. Τα συγκεκριμένα φωτιστικά θα υποθέσουμε ότι δεν θα αντικατασταθούν, διότι δίπλα τους είναι τοποθετημένες παροχές οξυγόνου και αέρα. Συνεπώς, παρόλο που στους πίνακες έχουν καταμετρηθεί δεν θα συμπεριληφθεί στην πρόταση φωτισμού η αντικατάστασή τους.



Σχήμα 8.3: Φωτιστικά κλινών πάνω από τα κρεβάτια των ασθενών

Παρακάτω θα παρουσιαστούν οι εγκατεστημένοι λαμπτήρες T8, οι οποίες χρησιμοποιούνται στα 2 βασικά φωτιστικά. Φυσικά, το νοσοκομείο κάνει μεγάλες παραγγελίες ανά περιόδους λαμπτήρων για να αντικαταστήσει τους καμένους . Αυτό σημαίνει ότι μέσα στο νοσοκομείο υπάρχουν πολλών

διαφορετικών ειδών και εταιριών λαμπτήρες, όπως επίσης υπάρχουν και πολλοί που δεν λειτουργούν.



Σχήμα 8.4: Λαμπτήρες T8 60 cm του νοσοκομείου



Σχήμα 8.5: Λαμπτήρες T8 120 cm του νοσοκομείου

#### 8.4 Για ποιον λόγο προτιμώνται τα φωτιστικά LED;

Η προτίμηση για λαμπτήρες LED σε σχέση με άλλους τύπους λαμπτήρων οφείλεται σε πολλούς λόγους που σχετίζονται με την απόδοση, την οικονομία και την περιβαλλοντική επίδραση. Ακολουθούν μερικοί από τους βασικότερους λόγους:

1. **Ενεργειακή απόδοση:** Οι λαμπτήρες LED είναι πολύ πιο ενεργειακά αποδοτικοί σε σύγκριση με τους παραδοσιακούς λαμπτήρες πυρακτώσεως και τους λαμπτήρες φθορισμού. Καταναλώνουν λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια για την ίδια φωτεινότητα, μειώνοντας έτσι το κόστος λειτουργίας και την κατανάλωση ενέργειας.
2. **Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής:** Οι λαμπτήρες LED έχουν πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, που συχνά κυμαίνεται από 25.000 έως 50.000 ώρες. Αυτό είναι σημαντικά περισσότερο από τις 1.000 ώρες των λαμπτήρων πυρακτώσεως και τις 8.000 έως 15.000 ώρες των λαμπτήρων φθορισμού. Έτσι, μειώνονται τα κόστη αντικατάστασης και η συχνότητα συντήρησης.
3. **Μικρότερη θερμοκρασία λειτουργίας:** Οι λαμπτήρες LED λειτουργούν σε πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες σε σύγκριση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, γεγονός που

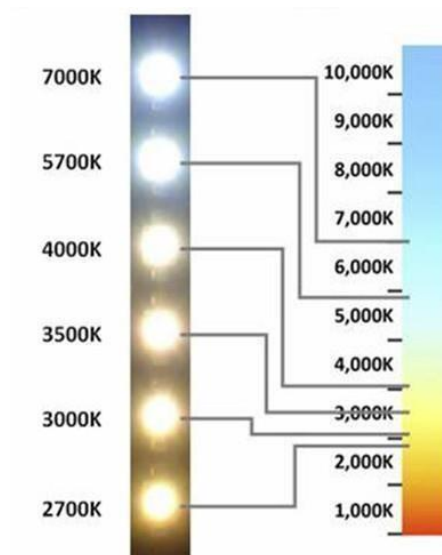
μειώνει τον κίνδυνο εγκαυμάτων και φωτιάς. Αυτό τους καθιστά ασφαλέστερους για οικιακή και επαγγελματική χρήση.

4. **Άμεσο φως:** Οι LED παρέχουν πλήρη φωτεινότητα αμέσως μετά την ενεργοποίηση, χωρίς καθυστέρηση. Αντίθετα, οι λαμπτήρες φθορισμού μπορεί να χρειάζονται λίγο χρόνο για να φτάσουν στη μέγιστη φωτεινότητά τους, κάτι που μπορεί να είναι ενοχλητικό σε πολλές περιπτώσεις.
5. **Περιβαλλοντικά φιλικά:** Οι λαμπτήρες LED δεν περιέχουν υδράργυρο, όπως οι λαμπτήρες φθορισμού, και είναι πιο εύκολα ανακυκλώσιμοι. Αυτό τους καθιστά μια πιο φιλική προς το περιβάλλον επιλογή, συμβάλλοντας στη μείωση των επιβλαβών αποβλήτων.
6. **Ευελιξία σχεδιασμού:** Οι LED είναι πολύ μικροί και μπορούν να τοποθετηθούν σε ποικιλία σχεδίων και εφαρμογών, από μικρούς λαμπτήρες έως μεγάλες φωτιστικές επιφάνειες. Αυτή η ευελιξία επιτρέπει μεγαλύτερη δημιουργικότητα και προσαρμοστικότητα στον φωτισμό των χώρων.
7. **Καλύτερη ποιότητα φωτός:** Οι λαμπτήρες LED προσφέρουν ευρεία γκάμα χρωμάτων και θερμοκρασιών φωτός, δίνοντας τη δυνατότητα για καλύτερη προσαρμογή στις ανάγκες του φωτισμού κάθε χώρου. Έτσι, μπορεί να δημιουργηθεί η ιδανική ατμόσφαιρα για κάθε περίπτωση.
8. **Αντοχή σε συχνή έναυση-σβέση:** Οι λαμπτήρες LED δεν επηρεάζονται από τη συχνή ενεργοποίηση και απενεργοποίηση, γεγονός που μπορεί να μειώσει τη διάρκεια ζωής άλλων τύπων λαμπτήρων. Αυτό τους καθιστά ιδανικούς για περιβάλλοντα όπου ο φωτισμός πρέπει να εναλλάσσεται συχνά.

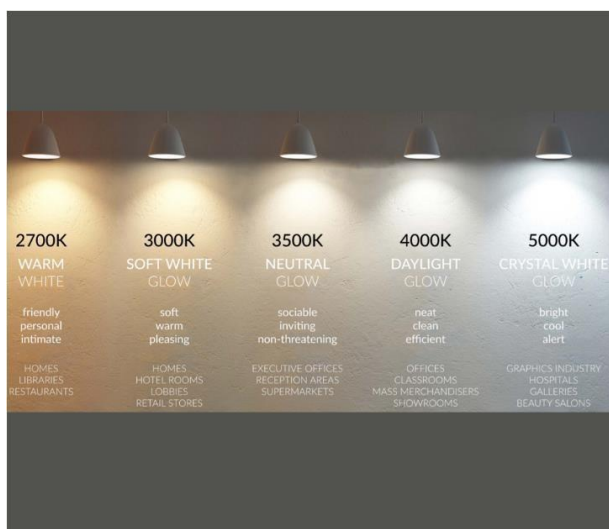
Λόγω αυτών των πλεονεκτημάτων, οι λαμπτήρες LED αποτελούν μια εξαιρετική επιλογή για οικιακή, επαγγελματική και βιομηχανική χρήση, προσφέροντας οικονομία, ασφάλεια και περιβαλλοντική συνείδηση [39].

## 8.5 Θερμοκρασία χρώματος

Η θερμοκρασία χρώματος είναι ένας τρόπος για να περιγράψουμε τον χρωματισμό φωτός που παράγεται από μια πηγή φωτισμού. Μετράτε σε βαθμούς Κέλβιν (K) σε κλίμακα από 1.000 έως 10.000. Συνήθως, οι θερμοκρασίες Κέλβιν για εμπορικές και οικιακές εφαρμογές φωτισμού κυμαίνονται σε κλίμακα από 2700K έως 6500K.



Σχήματα 8.6: Παρουσίαση θερμοκρασίας χρώματος [40]

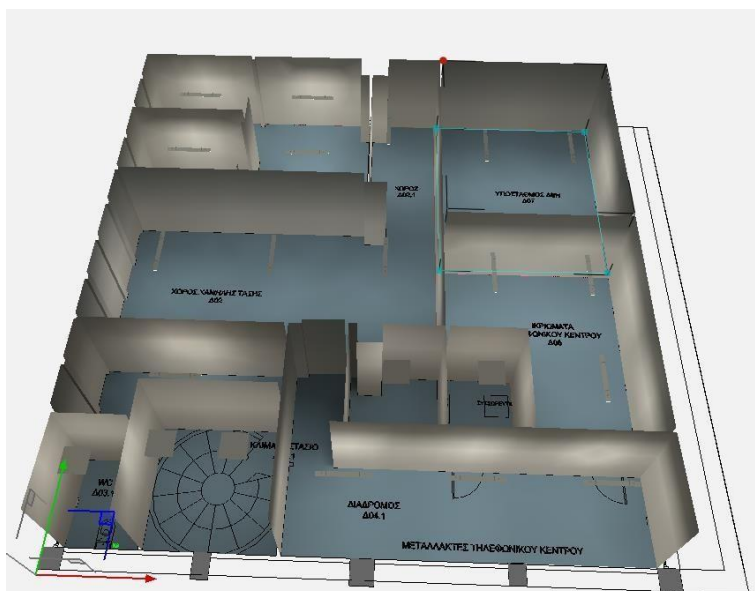


Σχήματα 8.7: Παρουσίαση θερμοκρασίας χρώματος [41]

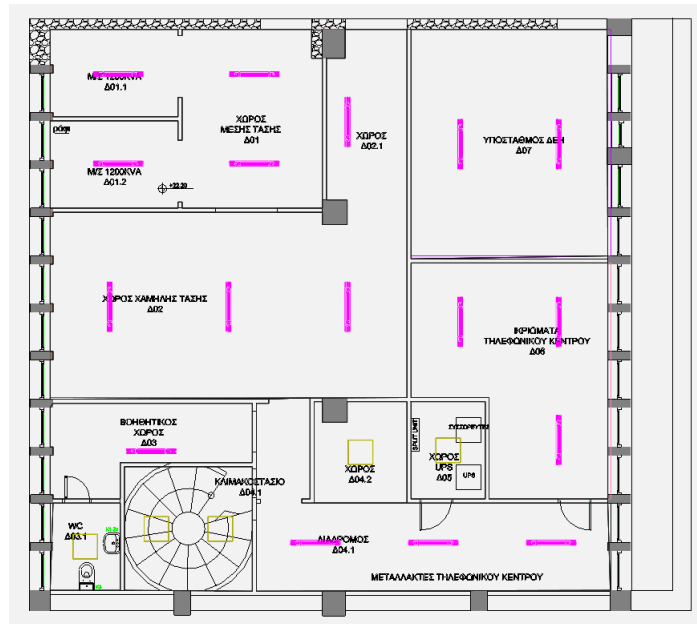
Έρευνες έχουν δείξει ότι ο φωτισμός έχει σημαντικό αντίκτυπο στην διάθεση, στην συγκέντρωση και στην παραγωγικότητα μας. Επηρεάζει περισσότερο την ανθρώπινη αντίληψη και την ψυχοσωματική ευεξία του ατόμου στην καθημερινή ζωή ενώ συμβάλλει στη θετική και αισιόδοξη διάθεση μας. Το φως έχει την ικανότητα να προξενεί ειδικές αντιληπτικές μεταβολές εντός της αισθητηριακής σφαίρας του ανθρώπου με αποτέλεσμα ο ανεπαρκής φωτισμός να συμβάλλει στην κατάθλιψη και την έλλειψη βιταμίνης D. Μελέτες, επίσης, έχουν αποδείξει ότι ο φωτισμός επηρεάζει την παραγωγικότητα των εργαζομένων.

## 8.6 Αποτελέσματα Relux

Οι αναλυτικοί πίνακες αποτελεσμάτων παρατίθενται στο Παράρτημα Α. Τα συνοπτικά αποτελέσματα παρατίθενται σε πίνακα στο κεφάλαιο 8.10. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του προγράμματος Relux σε μορφή 3D αλλά και σε μορφή κατόψεων. 4<sup>ο</sup> Υπόγειο:



Σχήμα 8.8 : 3D παρουσίαση του 4<sup>ου</sup> υπογείου στο πρόγραμμα Relux



Σχήμα 8.9: Κάτοψη του ορόφου με τα νέα φωτιστικά

3ο Υπόγειο:



Σχήματα 8.10: 3D παρουσίαση του 3<sup>ου</sup> υπογείου στο πρόγραμμα Relux



Σχήματα 8.11: Κάτοψη του 3<sup>ου</sup> υπογείου με τα νέα φωτιστικά



2ο Υπόγειο:



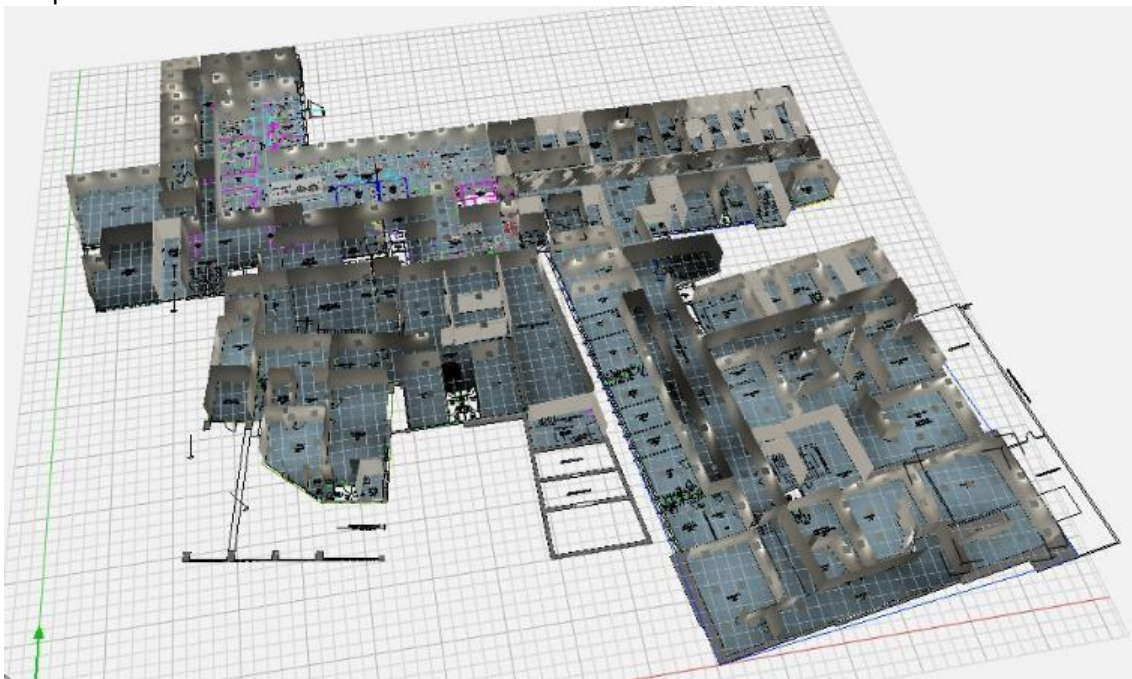
Σχήματα 8.12: 3D παρουσίαση του 2<sup>ου</sup> υπογείου στο πρόγραμμα Relux



Σχήματα 8.13 : Κάτοψη του 2<sup>ου</sup> υπογείου με τα νέα φωτιστικά



1ο Υπόγειο:



Σχήμα 8.14 : 3D παρουσίαση του 1<sup>ου</sup> υπογείου στο πρόγραμμα Relux



Σχήμα 8.15: Κάτοψη του 1<sup>ου</sup> υπογείου με τα νέα φωτιστικά



Ισόγειο:

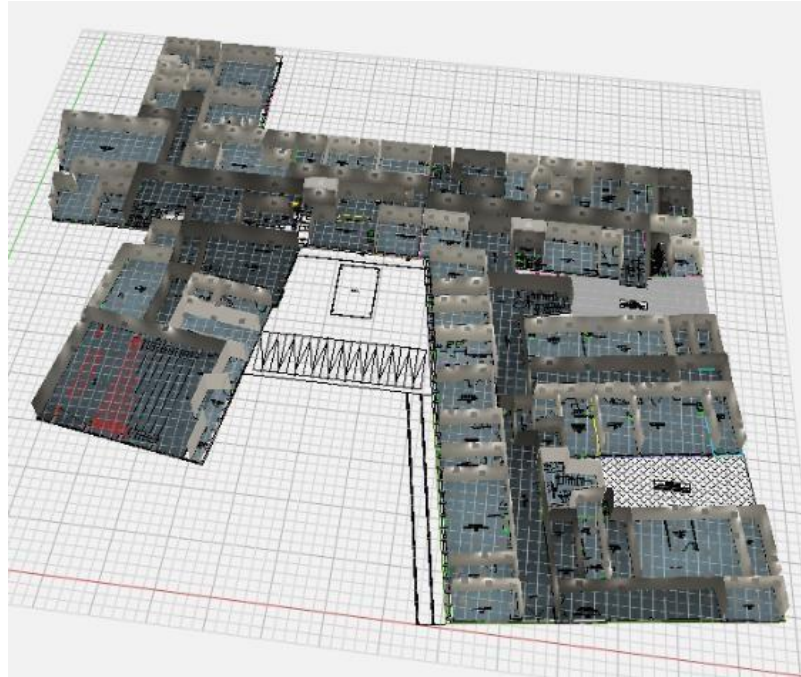


Σχήμα 8.16: 3D παρουσίαση του ισογείου στο πρόγραμμα Relux



Σχήμα 8.17: Κάτοψη του ισογείου με τα νέα φωτιστικά

1ος όροφος:



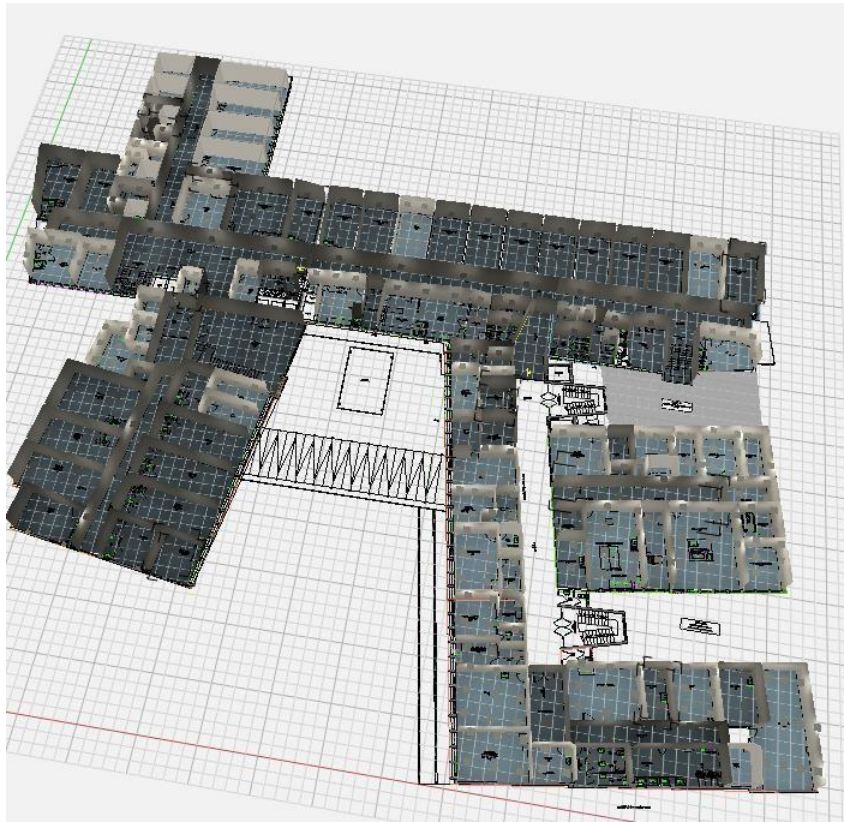
Σχήμα 8.18: 3D παρουσίαση του 1<sup>ου</sup> ορόφου στο πρόγραμμα Relux



Σχήμα 8.19 : Κάτοψη του 1<sup>ου</sup> ορόφου με τα νέα φωτιστικά



2ος όροφος:

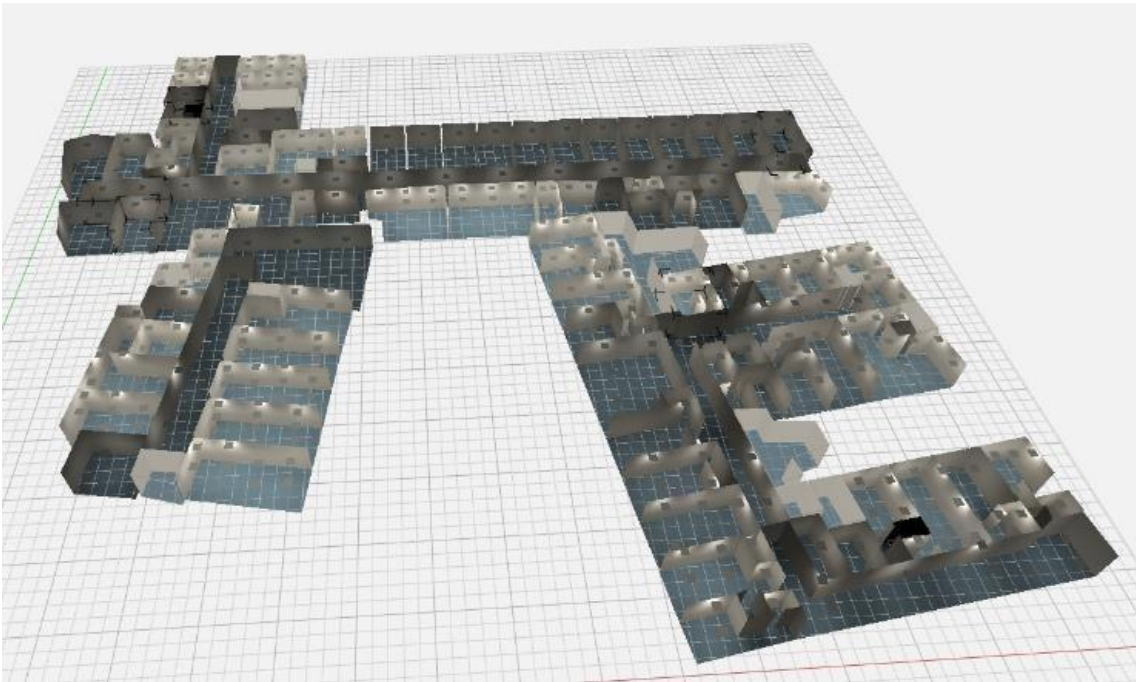


Σχήμα 8.20: 3D παρουσίαση του 2<sup>ου</sup> ορόφου στο πρόγραμμα Relux



Σχήμα 8.21 : Κάτοψη του 2<sup>ου</sup> ορόφου με τα νέα φωτιστικά

3ος όροφος:



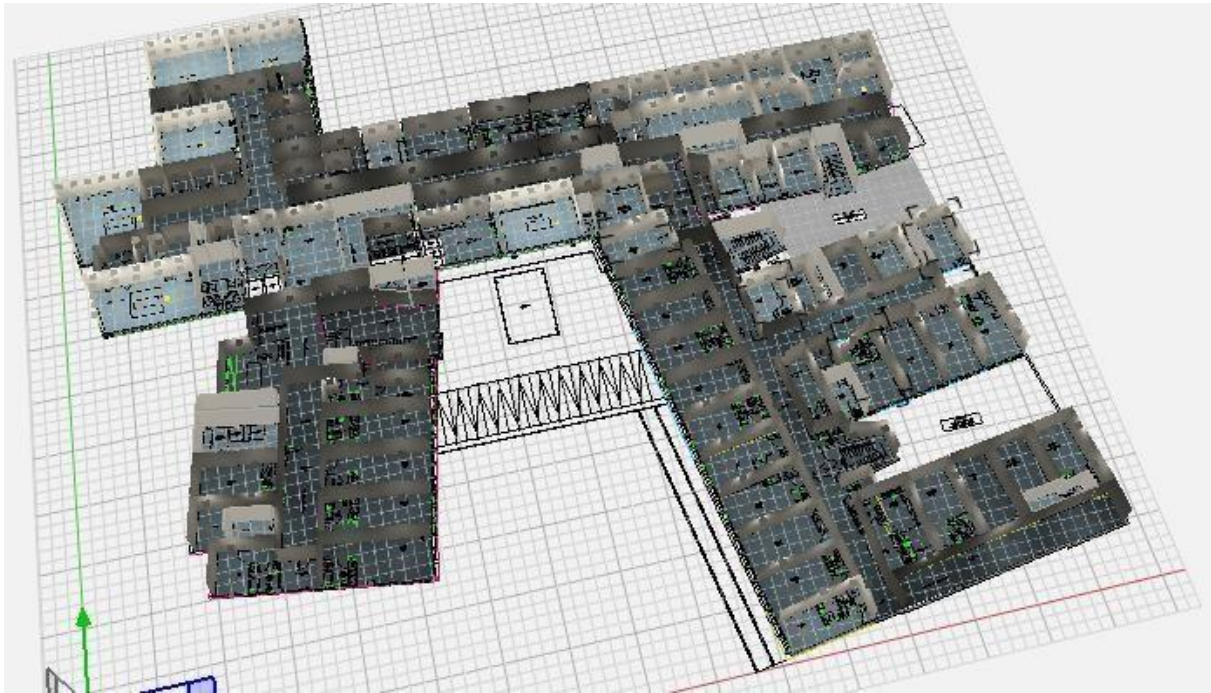
Σχήμα 8.22 : 3D παρουσίαση του 3<sup>ου</sup> ορόφου στο πρόγραμμα Relux



Σχήμα 8.23: Κάτοψη του 3<sup>ου</sup> ορόφου με τα νέα φωτιστικά



4ος όροφος:



Σχήμα 8.24 : 3D παρουσίαση του 4ου ορόφου στο πρόγραμμα Relux



Σχήμα 8.25 :Κάτοψη του 4ου ορόφου με τα νέα φωτιστικά



5ος όροφος:



Σχήμα 8.26: 3D παρουσίαση του 5<sup>ου</sup> ορόφου στο πρόγραμμα Relux



Σχήμα 8.27 : Κάτοψη του 5<sup>ου</sup> ορόφου με τα νέα φωτιστικά



6ος & 7ος όροφος:



Σχήμα 8.28: 3D παρουσίαση του 6ου ορόφου στο πρόγραμμα Relux

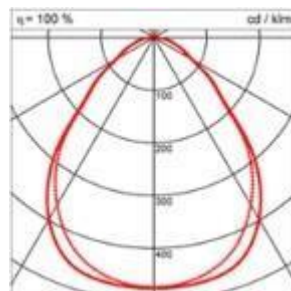


Σχήμα 8.29 : Κάτοψη του 6ου ορόφου με τα νέα φωτιστικά

## 8.7 Στοιχεία φωτιστικών LED

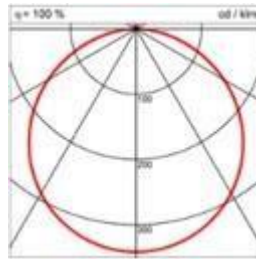
Στην συνέχεια παρατίθενται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των φωτιστικών LED που χρησιμοποιήθηκαν στην εγκατάσταση, έτσι όπως αυτά δίνονται από το πρόγραμμα ReluxPro:

### 1. GEWISS - ELIA PL-GWF1611MN830 [42]



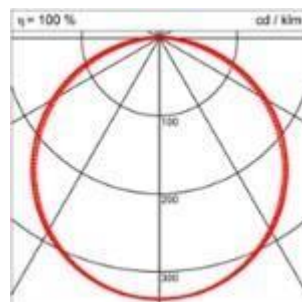
Σχήμα 8.30 :Στοιχεία φωτιστικού GEWISS - ELIA PL-GWF1611MN830 Φωτιστικό και Πολικό διάγραμμα

## 2. GEWISS - ELIA PL Backlit-GWF1610MT83 [43]



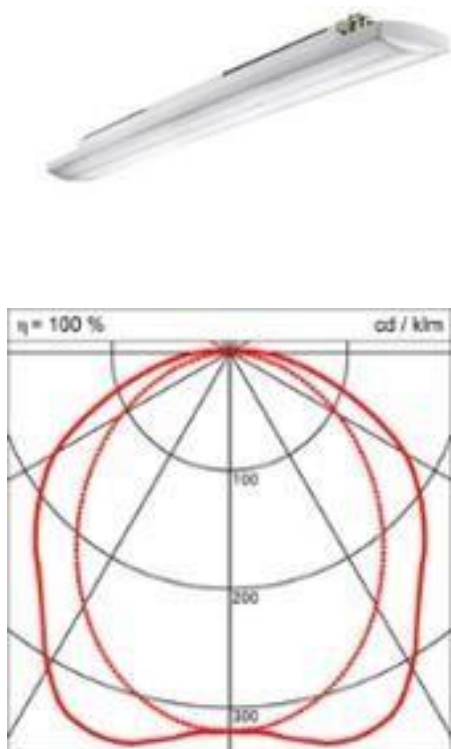
Σχήμα 8.31 :Στοιχεία φωτιστικού GEWISS - ELIA PL Backlit-GWF1610MT83 Φωτιστικό και Πολικό διάγραμμα

## 3. GEWISS - Smart [3] Plus-GWS3123AP840 [44]



Σχήμα 8.32:Στοιχεία φωτιστικού GEWISS - Smart [3] Plus-GWS3123AP840 Φωτιστικό και Πολικό διάγραμμα

#### 4. GEWISS - Smart [3] Plus-GWS3221AT830[45]



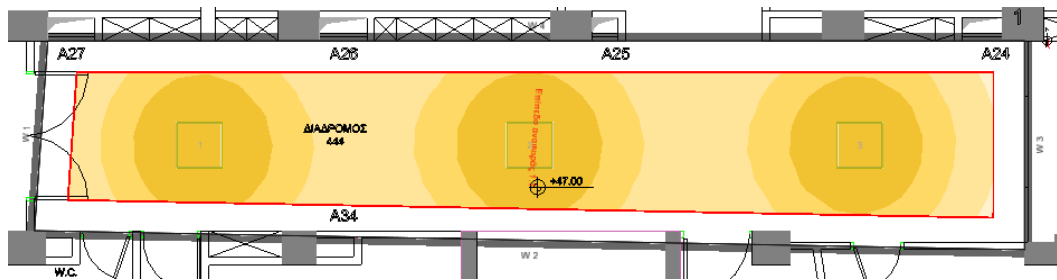
Σχήμα 8.33:Στοιχεία φωτιστικού GEWISS - Smart [3] Plus-GWS3221AT830 Φωτιστικό και Πολικό διάγραμμα

### 8.8 Φωτιστικά που παρέχουν παρόμοια αποτελέσματα

Όπως φάνηκε και από την εγκατάσταση, στους περισσότερους χώρους έχουν εγκατασταθεί τα φωτιστικά της GEWISS και συγκεκριμένα το ELIA PL-GWF1611MN830 και το ELIA PL Backlit-GWF1610MT83 τα οποία είναι παρόμοια φωτιστικά με διαφορετική ισχύ. Τα παρακάτω φωτιστικά δίνουν παρόμοια αποτελέσματα με αυτά που επιλέξαμε. Για να φανούν οι ελάχιστες αποκλίσεις μεταξύ των φωτιστικών έχει γίνει δοκιμή στον διάδρομο της ΜΕΘ στον τέταρτο όροφο του κτηρίου. Για να ολοκληρωθεί η σύγκριση παρατίθενται και τα αποτελέσματα από τα φωτιστικά που τελικά χρησιμοποιήθηκαν.

## Διάδρομος 444:

### Φωτισμός με GEWISS - ELIA PL-GWF1611MN830



#### Γενικά

Αλγόριθμος υπολογισμού που χρησιμοποιείται  
Ύψος επιπέδου φωτιστικού  
Συντελεστής συντήρησης

Μέσος όρος έμμεσου ποσοστού  
2.80 m  
0.70

Συνολική φωτεινή ροή όλων των λαμπτήρων  
Συνολική ισχύς  
Συνολική ισχύς ανά περιοχή (34.17 m<sup>2</sup>)

12000.00 lm  
99.0 W  
2.90 W/m<sup>2</sup> (1.61 W/m<sup>2</sup>/100lx)

#### Περιοχή αξιολόγησης 1


#### Επίπεδο αναφοράς 1.1

	Επίπεδο αναφοράς 1.1	Κυλινδρικός
$\bar{E}_m$	180 lx	76 lx
$E_{min}$	97 lx	57 lx
$E_{min}/\bar{E}_m (U_0)$	0.54	0.76
$E_{min}/E_{max} (U_0)$	0.36	
$E_z/E_h$		0.36
Θέση	0.75 m	1.20 m
R <sub>Us</sub> (1.7H 8.2H)	<=20.2	
Φωτιστικό: (ELIA PL - M2 60x60, GWF1610MA830)		

#### Μέγιστες επιφάνειες

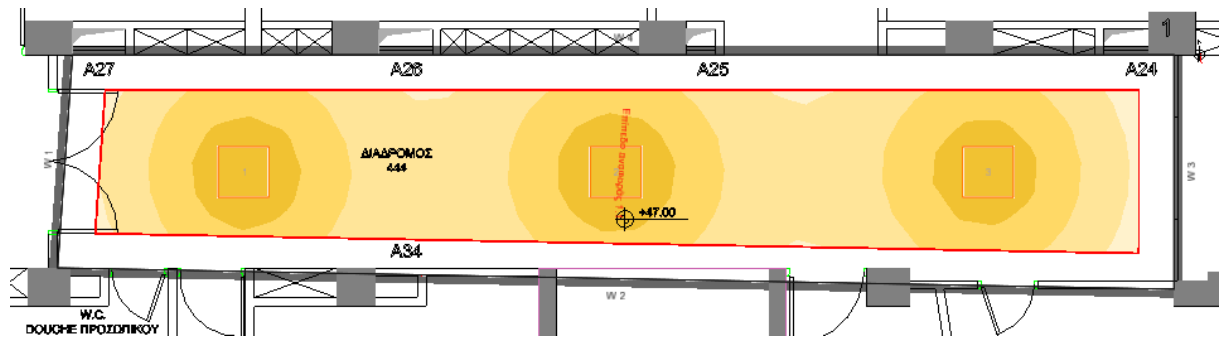
Μέγιστες επιφάνειες	$\bar{E}_m$	$U_0$
m 1.5 (Οροφή)	39 lx	0.78
m 1.1 (Τοίχος)	89 lx	0.76
m 1.2 (Τοίχος)	110 lx	0.51
m 1.3 (Τοίχος)	82 lx	0.75
m 1.4 (Τοίχος)	107 lx	0.53

#### Τύπος Αριθ. Κατασκ.

1		3 x		GEWISS	
		Αρ. Παραγγελίας	: GWF1610MA830	Όνομα φωτιστικού	: ELIA PL - M2 60x60
		Εξοπλισμός	: 1 x LED 33 W / 4000 lm		

Σχήματα 8.34 & 8.35: Φωτισμός διαδρόμου με το φωτιστικό GEWISS - ELIA PL-GWF1611MN830 1) Φωτισμένος διάδρομος  
2) αποτελέσματα Relux

## A. Advance LED - Carina-PC7 59 37 40 80 WH ND [46]




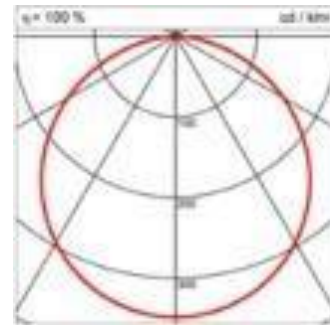
Γενικά		
Αλγόριθμος υπολογισμού που χρησιμοποιείται		Μέσος όρος έμμεσου ποσοστού
Ύψος επιπέδου φωτιστικού		2.80 m
Συντελεστής συντήρησης		0.70
Συνολική φωτεινή ροή όλων των λαμπτήρων		10200.00 lm
Συνολική ισχύς		90.0 W
Συνολική ισχύς ανά περιοχή (34.17 m <sup>2</sup> )		2.63 W/m <sup>2</sup> (1.67 W/m <sup>2</sup> /100lx)

<b>Περιοχή αξιολόγησης 1</b>	<b>Επίπεδο αναφοράς 1.1</b>	
$E_m$	Οριζόντιος	κυλινδρικός
$E_{min}$	158 lx	66 lx
$E_{min}/E_m (U_0)$	86 lx	51 lx
$E_{min}/E_{max} (U_0)$	0.54	0.76
$E_z/E_h$	0.36	0.36
Θέση	0.75 m	1.20 m
$R_{us} (8.2H \ 1.7H)$	10.0	
Φωτιστικό		
(Carina, PC7 59 37 40 80 WH ND)		
Hints:		
- Encountered room dimensions less than 2H. RUG value has been set to 10 as lower limit.		

<b>Μέγιστες επιφάνειες</b>	$E_m$	$U_0$
m 1.5 (Οροφή)	33.8 lx	0.78
m 1.1 (Τοίχος)	77.2 lx	0.72
m 1.2 (Τοίχος)	96.5 lx	0.50
m 1.3 (Τοίχος)	72.1 lx	0.72
m 1.4 (Τοίχος)	93 lx	0.52

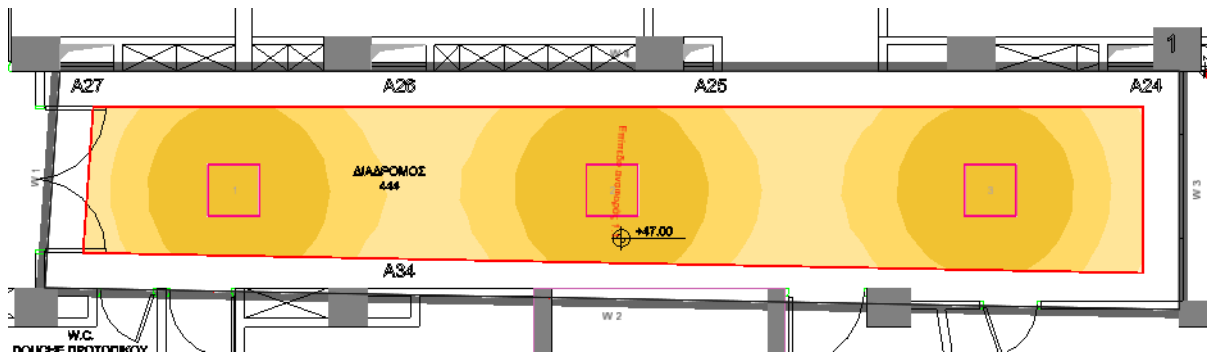
### Τύπος Αριθ. Κατασκ.

<b>Advance LED</b>		
3 x	Αρ. Παραγγελίας	: PC7 59 37 40 80 WH ND
	Όνομα φωτιστικού	: Carina
	Εξοπλισμός	: 1 x LED 30 W / 3400 lm



Σχήματα 8.36 & 8.37: Φωτισμός διαδρόμου με το φωτιστικό Advance LED - Carina-PC7 59 37 40 80 WH ND 1) Φωτισμένος διάδρομος 2) Αποτελέσματα Relux, Πολικό διάγραμμα

## B. Glamox - C35-R-C35-R600x600 LED 4000 840 OP [47]



### Γενικά

Αλγόριθμος υπολογισμού που χρησιμοποιείται  
Ύψος επιπέδου φωτιστικού  
Συντελεστής συντήρησης

Μέσος όρος έμμεσου ποσοστού  
2.80 m  
0.70

Συνολική φωτεινή ροή όλων των λαμπτήρων  
Συνολική ισχύς  
Συνολική ισχύς ανά περιοχή (34.17 m<sup>2</sup>)

12744.00 lm  
96.0 W  
2.81 W/m<sup>2</sup> (1.44 W/m<sup>2</sup>/100lx)

### Περιοχή αξιολόγησης 1

#### Επίπεδο αναφοράς 1.1

	Οριζόντιος	κυλινδρικός
$\bar{E}_m$	194 lx	82 lx
$E_{min}$	106 lx	63 lx
$E_{min}/\bar{E}_m (U_0)$	0.54	0.76
$E_{min}/E_{max} (U_0)$	0.37	
$E_z/E_h$		0.36
Θέση	0.75 m	1.20 m
Rus (1.7H 8.2H)	<=20.4	

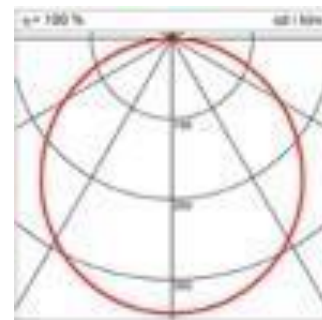
Φωτιστικό:  
(C35-R, C35-R600x600 LED 4000 840 OP)

### Μέγιστες επιφάνειες

	$\bar{E}_m$	$U_0$
m 1.5 (Οροφή)	43 lx	0.79
m 1.1 (Τοίχος)	97 lx	0.76
m 1.2 (Τοίχος)	120 lx	0.52
m 1.3 (Τοίχος)	91 lx	0.75
m 1.4 (Τοίχος)	116 lx	0.54

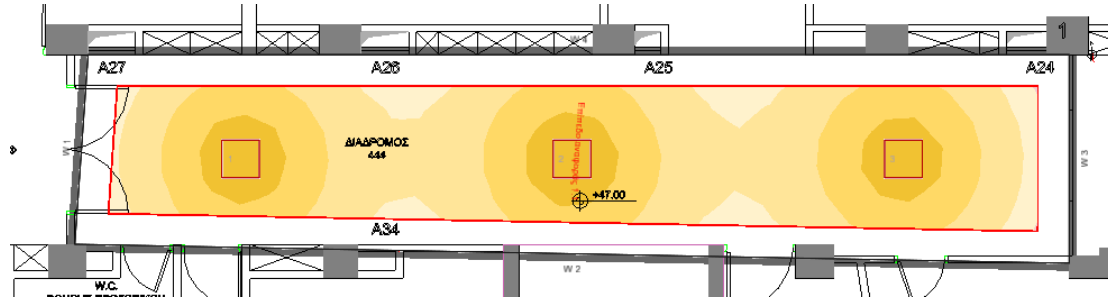
### ΤύποςΑριθ.Κατασκ.

Glamox	
4	Αρ. Παραγγελίας : C35-R600x600 LED 4000 840 OP
3 x	Όνομα φωτιστικού : C35-R
	Εξοπλισμός : 1 x LED 840 32 W / 4248 lm



Σχήματα 8.38 & 8.39: Φωτισμός διαδρόμου με το φωτιστικό Advance Glamox - C35-R-C35-R600x600 LED 4000 840 OP  
1) Φωτισμένος διάδρομος 2) Αποτελέσματα Relux, Πολικό διάγραμμα

## Γ. Kosnic - LED Panel - Kali-Standard-KLED30PNL0505-W40[48]



### Γενικά

Αλγόριθμος υπολογισμού που χρησιμοποιείται  
Ύψος επιπέδου φωτιστικού  
Συντελεστής συντήρησης

Μέσος όρος έμμεσου ποσοστού  
2.80 m  
0.70

Συνολική φωτεινή ροή όλων των λαμπτήρων  
Συνολική ισχύς  
Συνολική ισχύς ανά περιοχή (34.17 m<sup>2</sup>)

9600.00 lm  
90.0 W  
2.63 W/m<sup>2</sup> (1.75 W/m<sup>2</sup>/100lx)

### Περιοχή αξιολόγησης 1

### Επίπεδο αναφοράς 1.1

	Οριζόντιος	κυλινδρικός
E <sub>m</sub>	151 lx	62 lx
E <sub>min</sub>	80 lx	47 lx
E <sub>min</sub> /E <sub>m</sub> (U <sub>0</sub> )	0.53	0.75
E <sub>min</sub> /E <sub>max</sub> (U <sub>0</sub> )	0.35	
E <sub>z</sub> /E <sub>h</sub>		0.35
Θέση	0.75 m	1.20 m
RUG (8.2H 1.7H)	10.0	

Φωτιστικό:

(LED Panel - Kali-Standard, KLED30PNL0505-W40)

Hints:

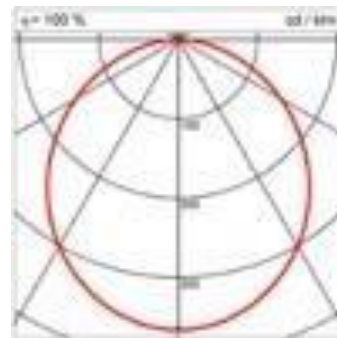
- Encountered room dimensions less than 2H. RUG value has been set to 10 as lower limit.

### Μέγιστες επιφάνειες

	E <sub>m</sub>	U <sub>0</sub>
m 1.5 (Οροφή)	31.6 lx	0.78
m 1.1 (Τοίχος)	71.2 lx	0.72
m 1.2 (Τοίχος)	89.6 lx	0.49
m 1.3 (Τοίχος)	66.6 lx	0.72
m 1.4 (Τοίχος)	86.3 lx	0.52

### Τύπος Αριθ. Κατασκ.

5	3 x	Kosnic	Αρ. Παραγγελίας	: KLED30PNL0505-W40
		Όνομα φωτιστικού	: LED Panel - Kali-Standard	
		Εξοπλισμός	: 1 x LED 30 W / 3200 lm	
		Επιμετάλλευση	: 180 lm (15.0%)	



Σχήματα 8.40 & 8.41: Φωτισμός διαδρόμου με το φωτιστικό Kosnic - LED Panel - Kali-Standard-KLED30PNL0505-W40  
1) Φωτισμένος διάδρομος 2) Αποτελέσματα Relux, Πολικό διάγραμμα

## 8.9 Συντελεστής συντήρησης

Σε όλα τα φωτιστικά σχέδια, η κατανόηση της σημασίας της συντήρησης είναι κρίσιμη. Αυτό διασφαλίζει ότι το σχεδιασμένο επίπεδο φωτισμού θα διατηρείται σύμφωνα με το προκαθορισμένο πρόγραμμα συντήρησης για κάθε συγκεκριμένο έργο. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές πηγές φωτός, όπου υπάρχουν καθιερωμένα πρότυπα της βιομηχανίας για τον υπολογισμό του Συντελεστή Συντήρησης, στις πηγές φωτός LED δεν υπάρχει αυτόματη καθοδήγηση. Καθώς η κατασκευή του φωτιστικού και ο έλεγχος της θερμοκρασίας επηρεάζουν σημαντικά τις επιδόσεις των LED, ο τελικός χρήστης πρέπει να βασιστεί κυρίως στον κατασκευαστή για τα σχετικά δεδομένα.

Ο συντελεστής συντήρησης (maintenance factor-MF) εκφράζει τη μείωση της εκπεμπόμενης φωτεινής ροής της εγκατάστασης φωτισμού με την πάροδο του χρόνου [49]:

$$MF = LMF \times RSMF \times LLMF \times LSF$$



- LMF (Luminaire Maintenance Factor): μείωση φωτεινής ροής εξαιτίας ρύπανσης
- RSMF (Room Surface Maintenance Factor): μείωση της ανακλαστικότητας των επιφανειών του χώρου εξαιτίας ρύπανσης
- LLMF (Lamp Lumen Maintenance Factor): μείωση της φωτεινής ροής των φωτεινών πηγών εξαιτίας της "γήρανσης" τους
- LSF (Lamp Survival Factor): μείωση φωτεινής ροής εξαιτίας βλάβης των φωτεινών πηγών

Αναλυτικότερα:

- Ο συντελεστής συντήρησης του λαμπτήρα (LLMF) αναφέρεται στο ποσοστό της εκπεμπόμενης φωτεινής ροής του λαμπτήρα μετά από ένα δεδομένο χρονικό διάστημα λειτουργίας σε σχέση με την εκπεμπόμενη φωτεινή ροή ενός νέου λαμπτήρα. Απλώς εξηγεί τη μείωση της φωτεινής ροής του λαμπτήρα με την πάροδο του χρόνου.

Πίνακας 8.2: Ενδεικτικοί συντελεστές συντήρησης λαμπτήρα ανάλογα με τις ώρες λειτουργίας

LLMF	30000 Hrs	50000 Hrs
TYPE A	0.89	0.82
TYPE B	0.88	0.80
TYPE C	0.86	0.77

Τα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία ανήκουν στην κατηγορία Β.

- Ο συντελεστής συντήρησης του φωτιστικού σώματος (LMF) αναφέρεται στο ποσοστό της φωτεινής ροής που εξέρχεται από το φωτιστικό σώμα μετά από ένα δεδομένο χρονικό διάστημα σε σχέση με την εκπεμπόμενη φωτεινή ροή του λαμπτήρα μετά από το ίδιο χρονικό διάστημα. Αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει την μείωση της φωτεινότητας σε ένα χώρο, κυρίως λόγω της συσσώρευσης ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο εσωτερικό του φωτιστικού σώματος.

Πίνακας 8.3: Ενδεικτικοί συντελεστές συντήρησης φωτιστικού σώματος ανάλογα με την κατάσταση του χώρου και την περίοδο καθαρισμού των φωτιστικών

	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

- Ο συντελεστής συντήρησης του χώρου (RSMF) αναφέρεται στο ποσοστό της φωτεινής ροής που παρέχεται από την εγκατάσταση φωτισμού σε έναν χώρο, μετά από ένα δεδομένο χρονικό διάστημα, σε σχέση με την εκπεμπόμενη φωτεινή ροή όταν ο χώρος ήταν καθαρός. Αυτός ο συντελεστής επηρεάζεται από τη συσσώρευση ρύπανσης στις επιφάνειες του χώρου και ουσιαστικά προκαλεί τη μείωση των συντελεστών ανάκλασης αυτών των επιφανειών.

Πίνακας 8.4: Ενδεικτικοί συντελεστές συντήρησης του χώρου ανάλογα με την κατάσταση του χώρου και την περίοδο καθαρισμού του χώρου [50]

Environmental conditions	Maintenance interval					
	1 year	2 years	3 years	4 years	5 years	6 years
very clean	0,96	0,94	<b>0,92</b>	0,90	0,88	0,87
clean	0,93	0,89	0,85	0,82	0,79	0,77
normal	0,89	0,84	0,79	0,75	0,70	0,67
dirty	0,83	0,78	0,73	0,69	0,65	0,62

- LSF= Συντελεστής επιβίωσης λαμπτήρα  
Θεωρήθηκε LSF=1

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 για κατάσταση χώρου «Normal». Στην εργασία για λόγους ασφαλείας χρησιμοποιήθηκε συντελεστής **0.70** για όλους τους χώρους.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται αναλυτικά οι συντελεστές για **MF=0.7**

Πίνακας 8.5: Η τιμή "L70" αναφέρεται σε μία υποβάθμιση της φωτεινής ροής σε μια μονάδα LED στο 70% της αρχικής της αξίας πριν το τέλος της "νομαστικής διάρκειας ζωής". Αυτό έχει ως αποτέλεσμα έναν εξαρτώμενο από το χρόνο συντελεστή συντήρησης φωτεινής ροής της λάμπας 0.7 για αυτό το σημείο στο χρόνο. Αυτό είναι ταυτόχρονα ο συντελεστής συντήρησης της λάμπας για ατομική αντικατάσταση (LLMF). Πρέπει να πολλαπλασιαστεί με τον συντελεστή επιβίωσης της λάμπας (LSF) για να αποκτηθεί ο συνδυασμένος συντελεστής συντήρησης της λάμπας για ομαδική αντικατάσταση (LaMFcombined = LLMF · LSF) [51].

Useful life by design	Indicators for $L_{70}$	Length of operation in 1,000 h																					
		1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
30.000 h	LLMF	0,99	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	<b>0,70</b>	0,65	0,60	0,55												
	LSF	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90												
	LaMFcombined	0,99	0,95	0,90	0,84	0,78	0,73	0,67	0,62	0,56	0,50												
40.000 h	LLMF	0,99	0,96	0,93	0,89	0,85	0,81	0,78	0,74	<b>0,70</b>	0,66	0,63	0,59	0,55									
	LSF	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,87									
	LaMFcombined	0,98	0,96	0,93	0,89	0,85	0,80	0,76	0,72	0,67	0,63	0,59	0,53	0,48									
50.000 h	LLMF	0,99	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	<b>0,70</b>	0,67	0,64	0,61	0,58	0,55						
	LSF	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,87	0,84						
	LaMFcombined	0,98	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,78	0,74	0,71	0,67	0,64	0,60	0,55	0,50	0,46						
60.000 h	LLMF	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88	0,85	0,83	0,80	0,78	0,75	0,73	<b>0,70</b>	0,68	0,65	0,63	0,60	0,58	0,55			
	LSF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,87	0,84	0,81			
	LaMFcombined	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88	0,85	0,83	0,80	0,77	0,74	0,71	0,67	0,65	0,60	0,57	0,52	0,49	0,45			
70.000 h	LLMF	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,76	0,74	0,72	<b>0,70</b>	0,68	0,66	0,64	0,61	0,59	0,57	
	LSF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,87	0,84	0,81	
	LaMFcombined	1,00	0,98	0,96	0,94	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,75	0,73	0,70	0,67	0,65	0,61	0,58	0,53	0,50	0,46	
80.000 h	LLMF	1,00	0,98	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,78	0,76	0,74	0,72	<b>0,70</b>	0,68	0,66	0,64	0,63	
	LSF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,90	0,87	
	LaMFcombined	1,00	0,98	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,83	0,81	0,79	0,78	0,75	0,73	0,70	0,67	0,65	0,61	0,58	0,55	
90.000 h	LLMF	1,00	0,98	0,97	0,95	0,93	0,92	0,90	0,88	0,87	0,85	0,83	0,82	0,80	0,78	0,77	0,75	0,73	0,72	<b>0,70</b>	0,68	0,67	
	LSF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	
	LaMFcombined	1,00	0,98	0,97	0,95	0,93	0,92	0,90	0,88	0,87	0,85	0,83	0,82	0,80	0,78	0,77	0,74	0,72	0,70	0,67	0,65	0,62	
100.000 h	LLMF	1,00	0,99	0,97	0,96	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,87	0,85	0,84	0,82	0,81	0,79	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	<b>0,70</b>	
	LSF	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	
	LaMFcombined	1,00	0,99	0,97	0,96	0,94	0,93	0,91	0,90	0,88	0,87	0,85	0,84	0,82	0,81	0,79	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,67	

## 8.10 10<sup>η</sup> επένδυση: Αποτελέσματα μελέτης φωτισμού και σχολιασμός

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρουσιαστούν συγκεντρωτικά ο αριθμός και η κατανάλωση των φωτιστικών που βρέθηκε ότι χρειάζονται στο πρόγραμμα Relux για το κτίριο. Οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τα φωτιστικά βρέθηκαν από εταιρίες στην ελληνική αγορά, και για φωτιστικά τα οποία σχεδόν ταυτίζονται με αυτά που μελετήθηκαν.

Πίνακας 8.6: Σύνολο φωτιστικών και ισχύος ανά είδος φωτιστικού και ανά όροφο που χρειάστηκαν στο Relux προκειμένου επιτευχθεί ιδανικός φωτισμός των χώρων σύμφωνα με τα πρότυπα

Φωτιστικό	GEWISS - ELIA PL- GWF1611MN830 33 W	GEWISS - ELIA PL Backlit- GWF1610MT83 25 W	GEWISS - Smart [3] Plus-GWS3123AP840	GEWISS - Smart [3] Plus-GWS3221AT830
-4		5		17
-3	73		73	
-2	160			20
-1	332			
0	321	83		
1	288	136		
2	156	191		
3	100	275		
4	112	335		
5	99	39		
6	82	36		
7	82	36		
ΣΥΝΟΛΟ	1805	1136	73	37
ΙΣΧΥΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (W)	33	25	26	38
ΣΥΝΟΛΟ ΙΣΧΥΟΣ (W)	59565	28400	1898	1406

Στον πίνακα παρατηρείται ότι τα βασικά φωτιστικά που χρησιμοποιούνται είναι διαστάσεων 60x60. Από τα φωτιστικά διαστάσεων 60x60 και ισχύος 33 W χρησιμοποιούνται συνολικά 1.805 τεμάχια, ενώ από τα φωτιστικά των 25 W χρησιμοποιούνται 1.136 τεμάχια.

Στον παρακάτω πίνακα θα παρουσιαστεί μια λεπτομερής σύγκριση μεταξύ της εγκατεστημένης ισχύος της υπάρχουσας εγκατάστασης φωτισμού και της προτεινόμενης ισχύος βάσει της νέας πρότασης φωτισμού για κάθε όροφο του κτηρίου. Οι διάφορες τιμές θα επισημαίνουν την διαφορά στην κατανάλωση ενέργειας μεταξύ των δύο συστημάτων. Στο κάτω μέρος του πίνακα, θα εμφανίζονται τα συνολικά αποτελέσματα της ανάλυσης, τα οποία θα περιλαμβάνουν τη συνολική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που επιτυγχάνεται με την εφαρμογή της νέας πρότασης φωτισμού.

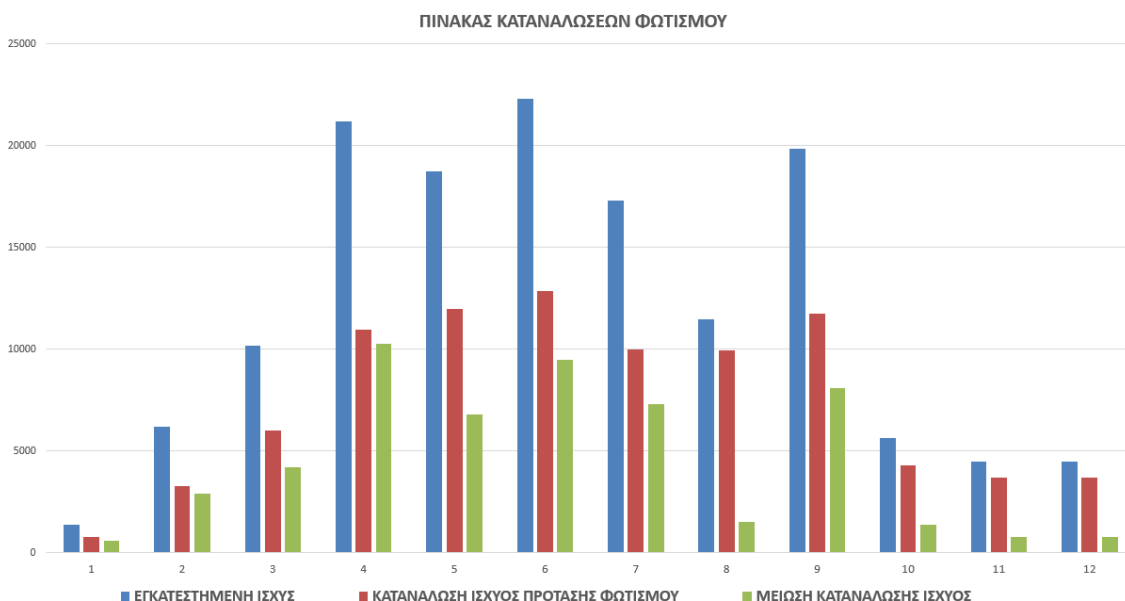
Πίνακας 8.7: Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (W) / Συνολική ισχύς μελέτης φωτισμού (W) /Συνολική μείωση κατανάλωσης ισχύος (σε W & επί τις %)

ΟΡΟΦΟΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΟΡΟΦΟΥ (W)	ΙΣΧΥΣ ΟΡΟΦΟΥ ΜΕ ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (W)	ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΟΡΟΦΟΥ (W)	ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΟΡΟΦΟΥ (%)
-4	1.372	771	601	43.8
-3	6.192	3.274	2.918	47.12
-2	10.188	5.980	4.208	41.30
-1	21.196	10.956	10.240	48.31
0	18.728	11.955	6.773	36.15
1	22.308	12.830	9.478	42.48
2	17.300	9.986	7.314	42.27
3	11.440	9.950	1.490	13
4	19.824	11.755	8.069	40
5	5.632	4.276	1.356	24.07
6	4.488	3.695	793	17.66
7	4.488	3.695	793	17.66
	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (W)</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (W)</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ (W)</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ (%)</b>
	143.156	89.123	54.033	<b>37.744%</b>

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα, επιτυγχάνεται συνολική μείωση κατανάλωσης με τη νέα μελέτη φωτισμού κατά **37.774%**. Αυτό το ποσοστό είναι ιδιαίτερα σημαντικό και θα αναλυθεί λεπτομερέστερα στην οικονομοτεχνική μελέτη στο τελευταίο κεφάλαιο.

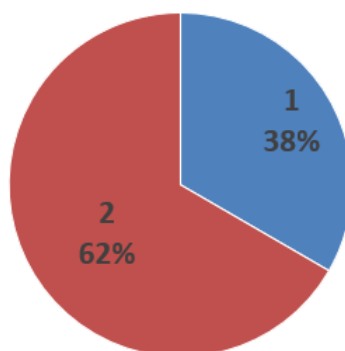
Στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος δημιουργήθηκε με τη χρήση του Excel, απεικονίζονται οι διάφορες καταναλώσεις ενέργειας. Με μπλε χρώμα εμφανίζονται οι καταναλώσεις των υφιστάμενων εγκαταστάσεων φωτισμού, με κόκκινο χρώμα απεικονίζονται οι καταναλώσεις με τη χρήση φωτιστικών LED, και με πράσινο χρώμα φαίνεται η μείωση κατανάλωσης από την υφιστάμενη κατάσταση (μπλε) στην προτεινόμενη κατάσταση (κόκκινη). Αυτή η απεικόνιση καθιστά εύκολα ορατές τις διαφορές και τα οφέλη της μετάβασης στη νέα τεχνολογία φωτισμού.

Πίνακας 8.8: Πίνακας καταναλώσεων (σε kWh) υπάρχοντος φωτισμού(μπλε χρώμα) σε σύγκριση με την πρόταση φωτισμού(κόκκινο χρώμα) ανά μήνα. Με πράσινο χρώμα φαίνεται η μείωση της κατανάλωσης



Με το τελικό ποσοστό μείωσης κατανάλωσης για τον φωτισμό, μπορεί να δημιουργηθεί το παρακάτω διάγραμμα. Σε αυτό το διάγραμμα, όλη η πίτα αντιπροσωπεύει την κατανάλωση των υπάρχοντων φωτιστικών. Με μπλε χρώμα εμφανίζεται η κατανάλωση με LED της προτεινόμενης λύσης φωτισμού που παρουσιάζεται σε αυτήν τη διπλωματική, και με κόκκινο χρώμα η ποσοστιαία μείωση της κατανάλωσης. Προφανώς, το μπλε κομμάτι του διαγράμματος, σε άθροισμα με το κόκκινο κομμάτι, ισούται με την εγκατεστημένη ισχύ (W) της εγκατάστασης. **Δηλαδή, αν εφαρμοστεί αυτή η πρόταση, το νοσοκομείο θα φωτίζεται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο, αν όχι καλύτερα, καταναλώνοντας μόνο το 62% της τρέχουσας κατανάλωσης.**

**ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ+ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΙΣΧΥΟΣ = ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ**



Σχήμα 8.42: Εγκατεστημένη ισχύς τωρινής κατάστασης φωτισμού (όλη η πίτα) = ισχύς πρότασης φωτισμού με led (μπλε) + μείωση κατανάλωσης ισχύος από την αρχική κατάσταση (κόκκινο)

Αξιολογώντας τα παραπάνω αποτελέσματα, συμπεραίνεται ότι η κατανάλωση φωτισμού στους ορόφους του νοσοκομείου έχει μειωθεί κατά 30-40%. Με βάση τους λογαριασμούς που παρέχονται από τη ΔΕΗ, μπορεί να παρουσιαστεί ένα οικονομικό αποτύπωμα, ώστε να γίνει αντιληπτή η τάξη μεγέθους της εξοικονόμησης που θα επιτευχθεί με τη χρήση των νέων φωτιστικών μέσων. Με αυτόν τον τρόπο θα είναι εφικτό να εκτιμηθεί η βιωσιμότητα της επένδυσης.

Για την ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας, είναι απαραίτητο να εντοπιστούν φωτιστικά που διατίθενται στην ελληνική αγορά και είναι παρόμοια με εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη φωτισμού. Αφού εντοπιστούν αρκετές επιλογές, θα καταταχθούν σε πίνακες και θα παρουσιαστούν οι τιμές τους στην αγορά. Αυτό θα επιτρέψει να αξιολογηθεί το κόστος κάθε επιλογής και να διαπιστωθεί η οικονομική αποδοτικότητα της επένδυσης. Προκειμένου να επιλεγθούν τα καλύτερα και ποιοτικότερα υλικά για αυτή την εγκατάσταση, παρακάτω παρουσιάζονται 3 πίνακες, ένας για κάθε φωτιστικό, όπου παρουσιάζονται φωτιστικά από διαφορετικές εταιρείες με παρόμοια τεχνικά χαρακτηριστικά, με αυτά που έχουν χρησιμοποιηθεί στη μελέτη στο πρόγραμμα Relux. Οι 2 τελευταίες κατηγορίες αδιάβροχων φωτιστικών θεωρήθηκαν ως μια κοινή προκειμένου να βρεθούν πιο εύκολα φωτιστικά στην ελληνική αγορά.

Πίνακας 8.9: Διαθέσιμες στην ελληνική αγορά επιλογές για το φωτιστικό GEWISS - ELIA PL-GWF1611MN830

ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΕΤΑΙΡΙΑΣ	LEDINAIRE[52]	OSRAM[53]	LEDVANCE[54]
ΑΓΟΡΑ ΑΠΟ	ΚΑΥΚΑΣ	ΣΚΡΕΚΗΣ	ΜΕΙΔΑΝΗΣ
ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ(€)	30.41	27.95	27.65
	30.41*1805	27.95*1805	27.65*1805
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)	54890.05	50449.75	49908.25

Πίνακας 8.10: Διαθέσιμες στην ελληνική αγορά επιλογές για το φωτιστικό GEWISS - ELIA PL Backlit-GWF1610MT83

ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΕΤΑΙΡΙΑΣ	ACA [54]	TREGO[56]	V-TAC[57]
ΑΓΟΡΑ ΑΠΟ	LEDOKOSMOS	SOCKET	PUBLIC
ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ(€)	36	32.55	27.90
	36*1136	32.55*1136	27.90*1136
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)	40896	36976.8	31694.4

Πίνακας 8.11: Διαθέσιμες στην ελληνική αγορά επιλογές για τα φωτιστικά GEWISS - Smart [3] Plus-GWS3123AP840 & GEWISS - Smart [3] Plus-GWS3221AT830

ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΕΤΑΙΡΙΑΣ	SYLVANIA[58]	GEYER[59]	LEDINAIRE[60]	PHILIPS[61]
ΑΓΟΡΑ ΑΠΟ	ΜΕΙΔΑΝΗΣ	ΜΕΙΔΑΝΗΣ	ΚΑΥΚΑΣ	ΚΑΥΚΑΣ
ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΑΣ(€)	50	47.12	43.6	66.87
	50*110	47.12*110	43.6*110	66.87*110
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ (€)	5500	5183.2	4796	7355.7

Πρέπει να γίνουν οι εξής δύο παρατηρήσεις:

- Πρώτον, επειδή τα φωτιστικά των 33W είναι πολύ πιο συχνά στην ελληνική αγορά, φαίνεται ότι είναι πιο οικονομικά από τα φωτιστικά των 25W. Συνεπώς, είναι πολύ πιθανό ότι αν χρησιμοποιούνταν περισσότερο φωτιστικά των 33W, η τελική αγορά θα ήταν ακόμα πιο οικονομική.

- Δεύτερον, τα δύο αδιάβροχα φωτιστικά που χρησιμοποιήθηκαν έχουν διαφορετική ισχύ και διαφορετική απόδοση. Παρά ταύτα, θεωρήθηκε ότι είναι ίδια και ότι εξυπηρετούν την ίδια λειτουργία, για να είναι εφικτή η εύρεση πιο κατάλληλων φωτιστικών στην ελληνική αγορά.

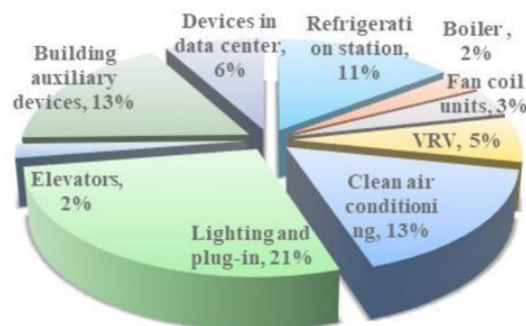
Σε αυτό το σημείο, υπάρχουν συνολικά δέκα επιλογές φωτιστικών από τα οποία πρέπει να επιλεγούν τρία έως τέσσερα. Για την απόφαση αυτή, πρέπει να ληφθούν υπόψη διάφοροι παράγοντες όπως:

- Ποιότητα κατασκευής
- Κατασκευαστής
- Χώρα κατασκευής
- Ποιότητα προϊόντων
- Υλικά κατασκευής
- Μικρότερη δυνατή απόκλιση από τη μελέτη
- lm/W
- Εγγύηση
- Διαφορετικές τιμές από διαφορετικούς εμπόρους λόγω του νοσοκομείου
- Οικονομικοί παράγοντες

Προκειμένου να συνεχιστεί η μελέτη, θα υποθεθεί ότι ο πιο σημαντικός παράγοντας για αυτή την επιλογή θα είναι ο οικονομικός παράγοντας. Έτσι, θα επιλεγούν τα τρία φωτιστικά με τις χαμηλότερες τελικές τιμές από τους πίνακες 8.10, 8.11 και 8.12:

$$49908.25 + 31694.4 + 4796 = 83398.65 \text{ ευρώ}$$

Έχει υπολογιστεί ότι η επένδυση είναι της τάξεως των 85,000 ευρώ. Σε περίπτωση που επιλεγούν τα πιο ακριβά φωτιστικά σε όλες τις κατηγορίες, η επένδυση θα ανέρχεται στα 100000-110000 ευρώ. Τώρα, αν υπολογιστεί πόσα χρήματα λιγότερα θα ξοδεύει το νοσοκομείο σε λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος λόγω της μείωσης της κατανάλωσης κατά 38% σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια. Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν μετρητές σε διαφορετικούς πίνακες μέσα στο νοσοκομείο, για να υπάρχει ακριβής αίσθηση της κατανάλωσης φωτισμού, θα χρησιμοποιηθεί το διάγραμμα που έχει παρουσιαστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας.



Σχήμα 8.43: Διάγραμμα με την κατανομή της ηλεκτρικής ενέργειας για ένα νοσοκομείο [9]

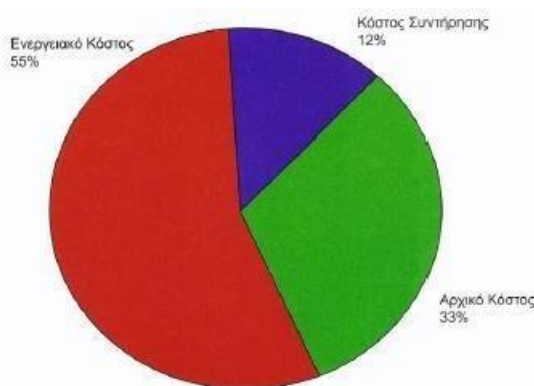
Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν μετρητές σε διαφορετικούς πίνακες μέσα στο νοσοκομείο για την ακριβή εκτίμηση της κατανάλωσης φωτισμού, χρησιμοποιείται το διάγραμμα που έχει παρουσιαστεί σε προηγούμενο κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας. Στο διάγραμμα αυτό φαίνεται ότι ο φωτισμός, μαζί με τις καταναλώσεις πριζών, αποτελούν το 21% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος σε ένα νοσοκομείο. Σύμφωνα με πηγές από το Διαδίκτυο, από το 21% της



κατανάλωσης του φωτισμού και των πριζών, ο φωτισμός ευθύνεται για το 10-16%. Σε κάποιες πηγές αναφέρεται ότι ο φωτισμός ευθύνεται για το 21% της κατανάλωσης ηλεκτρικού ρεύματος σε νοσοκομεία, ενώ οι πρίζες καταναλώνουν πολύ λιγότερο. Για τις ανάγκες της διπλωματικής, υποτίθεται ότι η κατανάλωση του φωτισμού στο συγκεκριμένο νοσοκομείο είναι της τάξεως του 15% [27,28]. Το νοσοκομείο δεν επιτρέπεται να δημοσιοποιήσει τα οικονομικά στοιχεία των δαπανών. Για αυτό τον λόγο, με βάση τις καταναλώσεις και τις τιμές που προκύπτουν από τα τιμολόγια για τα νοσοκομεία, υποτίθεται ότι το νοσοκομείο πληρώνει κάθε χρόνο στη ΔΕΗ περίπου 700,000€ με 1,200,000€. Με αυτά τα δεδομένα, υπολογίζεται περίπου πόσα χρήματα λιγότερο θα πληρώνει το νοσοκομείο στη ΔΕΗ κάθε χρόνο. Υποτίθεται ότι μια χρονιά τα έξοδα για τη ΔΕΗ ήταν 1,000,000€. Από αυτό το ποσό, το 15% (δηλαδή 150,000€) οφείλεται σε καταναλώσεις φωτισμού. Αν τα εγκατεστημένα φωτιστικά στο νοσοκομείο ήταν αυτά της μελέτης, τότε η κατανάλωση του ρεύματος θα ήταν κατά 38% μικρότερη. Συνεπώς, εκείνη τη χρονιά το νοσοκομείο θα εξοικονομούσε  $150,000€ * 0.38 = 57,000€$ . Εάν σε μια τυχαία χρονιά το νοσοκομείο εξοικονομεί έξοδα της τάξεως των 57,000€, μια επένδυση της τάξεως των 85,000-105,000€ για αγορά νέων υλικών θεωρείται συμφέρουσα, καθώς θα αποπληρωθεί σε πολύ λιγότερο από πέντε χρόνια. Φυσικά, μέσα στα έξοδα της επένδυσης θα πρέπει να υπολογιστούν και τα εργατικά έξοδα για την τοποθέτηση αυτών των φωτιστικών. Παρά ταύτα, η επένδυση είναι προσοδοφόρα, καθώς η αποπληρωμή της γίνεται σε μικρό χρονικό διάστημα. Ο αναλυτικός πίνακας της επένδυσης παρουσιάζεται στο τελευταίο κεφάλαιο.

### 8.11 Βελτιώσεις στα συστήματα φωτισμού

Ο φωτισμός συμβάλλει σημαντικά στην κατανάλωση ενέργειας σε εμπορικά κτίρια. Για παράδειγμα, περίπου το 30 έως 50% της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται σε γραφεία δαπανάται για το φωτισμό. Επιπλέον, η θερμότητα που παράγεται από τα φώτα αυξάνει το θερμικό φορτίο που απαιτείται να απομακρυνθεί από το σύστημα ψύξης. Συνήθως, οι ενεργειακές αναβαθμίσεις στον φωτισμό είναι οικονομικά αποδοτικές, με περίοδο αποπληρωμής συνήθως μικρότερη των 2 ετών σε πολλές περιπτώσεις. Κατά τη διάρκεια μελετών φωτισμού, λαμβάνονται αποφάσεις με στόχο την αποδοτική διαχείριση της ενέργειας και την ελαχιστοποίηση του κόστους. Αυτά τα δύο κριτήρια επηρεάζουν όλα τα στάδια της διαδικασίας, από την επιλογή των φωτιστικών υλικών έως την εγκατάστασή τους. Ο όρος "διαχείριση ενέργειας" περιλαμβάνει το σχεδιασμό, την επιλογή του κατάλληλου εξοπλισμού και τη συντήρησή του, με σκοπό τη διασφάλιση κατάλληλου επιπέδου φωτισμού με οικονομική χρήση ενέργειας. Η οικονομική ανάλυση επιτρέπει τη σύγκριση διαφορετικών εναλλακτικών, λαμβάνοντας υπόψη το κόστος. Η εκτίμηση του κόστους είναι πολύπλοκη, καθώς επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Για έναν μέσο χώρο, το κόστος του συστήματος φωτισμού κατανέμεται σε τρεις κύριες κατηγορίες: το αρχικό κόστος, το κόστος συντήρησης και το ενεργειακό κόστος.



Σχήμα 8.44: Κατανομή κόστους συστήματος φωτισμού [62]

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 αποτελεί τον κυριότερο παράγοντα που επηρεάζει το συνολικό κόστος μιας εγκατάστασης φωτισμού.** Αυτό το συνολικό ενεργειακό κόστος διαμορφώνεται από το συνολικό φορτίο του φωτισμού, τις ώρες λειτουργίας του φωτιστικού συστήματος και την τρέχουσα τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Εφόσον έχει ήδη πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση, υπάρχουν κάποιες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στις οποίες μπορεί να προβεί κανείς. Η πρώτη βασική επέμβαση είναι:

1. **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:

- **Εκκινήτες (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):** Υπάρχουν διατάξεις που συνδέονται σε σειρά με τον λαμπτήρα και περιορίζουν το ρεύμα λειτουργίας του. Πριν από την εξέλιξη των ηλεκτρονικών ballasts στις αρχές της δεκαετίας του '80, χρησιμοποιούνταν κυρίως μαγνητικά ή "πυρήνα πηνίου" ballasts για τη λειτουργία των λαμπτήρων φθορισμού. Τα μαγνητικά ballasts διατηρούν συνήθως τη συχνότητα του ηλεκτρικού ρεύματος στα 50 Hz, ενώ τα ηλεκτρονικά χρησιμοποιούν τεχνολογία στερεάς κατάστασης για να παράγουν ρεύμα υψηλής συχνότητας. Αυτό αυξάνει την ενεργειακή απόδοση των φωτιστικών φθορισμού, καθώς το φως παλλόται γρηγορότερα και φαίνεται πιο λαμπερό. Για παράδειγμα, τα ηλεκτρονικά ballasts που χρησιμοποιούνται με λαμπτήρες υψηλής απόδοσης (π.χ. T8) μπορούν να παράγουν 95 lm/W, σε σύγκριση με τα 70 lm/W των συμβατικών μαγνητικών.
- **Χρήση ανακλαστήρων:** Αυτά τα εξαρτήματα ρυθμίζουν την κατανομή της φωτεινής έντασης στον χώρο. Μέσω των ανακλαστήρων, το παραγόμενο φως κατευθύνεται στον χώρο εργασίας, διασφαλίζοντας ότι δεν κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλο τον χώρο.
- **Μείωση του χρόνου χρήσης των συστημάτων φωτισμού:** Έχουν αναπτυχθεί συστήματα που αυτοματοποιούν τον έλεγχο της χρήσης των συστημάτων φωτισμού, εξασφαλίζοντας ότι ο φωτισμός παρέχεται μόνο όταν είναι απαραίτητος. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μείωση της λειτουργίας υπό πλήρη ισχύ του συστήματος φωτισμού σε περιπτώσεις που ο φωτισμός δεν απαιτείται. Ο έλεγχος λειτουργίας του συστήματος γίνεται με:
- **Χειροκίνητους διακόπτες και ρυθμιστές (dimmers):** Παρόλο που με τη χειροκίνητη λειτουργία και ρύθμιση μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας, τα αποτελέσματά της είναι συνήθως απρόβλεπτα, καθώς εξαρτώνται από τη συμπεριφορά των ενοίκων
- **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:** Αναφορικά με τον τρόπο λειτουργίας και τη χρήση των συστημάτων φωτισμού, οι προγραμματιζόμενες λύσεις προσφέρουν έναν εναλλακτικό τρόπο διαχείρισης του φωτισμού. Με τη χρήση προγραμματισμένων συστημάτων ελέγχου, οι χρήστες μπορούν να προγραμματίσουν τους χρόνους λειτουργίας του φωτισμού σύμφωνα με τις ανάγκες τους και τις αλλαγές στη χρήση του χώρου. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει τη μεγαλύτερη ευελιξία στη διαχείριση του φωτισμού και τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Από την άλλη πλευρά, οι ανιχνευτές παρουσίας προσφέρουν μια ακόμα πιο αυτόματη προσέγγιση. Αντί να βασίζονται σε προγραμματισμένους χρόνους λειτουργίας, αντιδρούν σε πραγματικό χρόνο στην παρουσία ατόμων στον χώρο, ενεργοποιώντας ή απενεργοποιώντας το φωτισμό ανάλογα με τις ανάγκες φωτισμού. Αυτό εξασφαλίζει τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας και εξαλείφει την ανάγκη χειροκίνητης παρέμβασης ή προγραμματισμού. Και οι δύο προσεγγίσεις έχουν τα πλεονεκτήματά τους ανάλογα με τις ανάγκες και τη χρήση του χώρου, με την τελική επιλογή να εξαρτάται από τους συγκεκριμένους παράγοντες που επηρεάζουν κάθε περίπτωση.

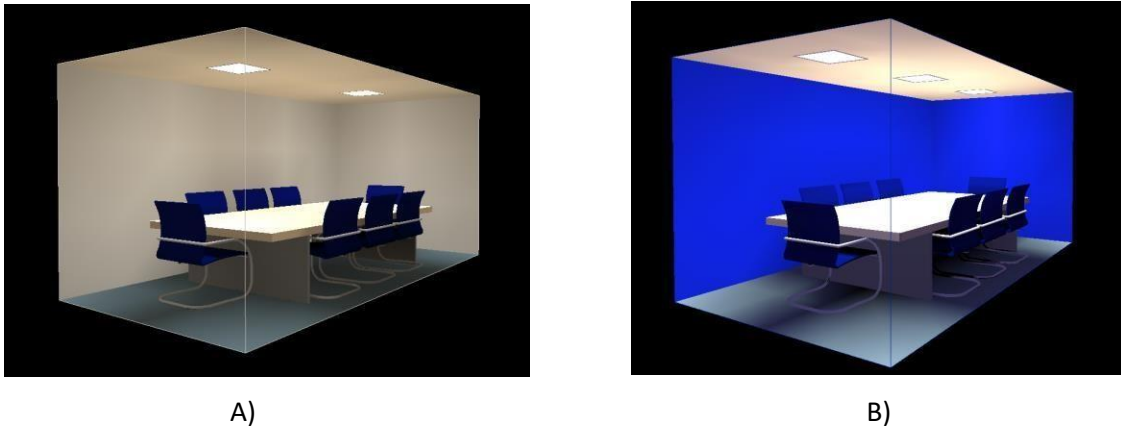
Δύο τύποι τεχνολογιών ανίχνευσης κίνησης είναι οι:

- I. Οι ανιχνευτές **υπέρυθρων** αποτελούν μια αποτελεσματική τεχνολογία για τον έλεγχο του φωτισμού, καθώς ανταποκρίνονται σε αλλαγές στη θερμική κατάσταση του περιβάλλοντος. Εντοπίζοντας την υπέρυθρη ακτινοβολία από επιφάνειες και από το ανθρώπινο σώμα, είναι σε θέση να ενεργοποιήσουν τα φώτα όταν ανιχνεύουν κίνηση στο χώρο. Αυτός ο τύπος ανιχνευτών λειτουργεί κυρίως σε κλειστούς χώρους όπου μπορεί να παρακολουθήσει τις θερμικές μεταβολές με μεγαλύτερη ακρίβεια. Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι απαιτείται άμεση οπτική επαφή με τους ενοίκους, καθώς η απόδοσή του εξαρτάται από την υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπουν τα ανθρώπινα σώματα. Παρόλο που είναι αποτελεσματικοί, οι ανιχνευτές υπέρυθρων μπορεί να έχουν περιορισμούς σε μεγάλους, ανοιχτούς ή μη κανονικούς χώρους, καθώς και σε χώρους με διαχωριστικά που μπορούν να παρεμβάλλονται στην ακτινοβολία. Επίσης, η απόδοσή τους ενδέχεται να μειωθεί σε υψηλές θερμοκρασίες ή υγρασία.
- II. Οι ανιχνευτές **υπερήχων** λειτουργούν με βάση την αντανάκλαση υψηλής συχνότητας ήχου στο περιβάλλον. Αυτή η τεχνολογία αντιλαμβάνεται την κίνηση στο χώρο με βάση τις μεταβολές στη μορφή των ηχητικών κυμάτων, η οποία προκαλείται από την παρουσία αντικειμένων ή ατόμων. Αυτοί οι ανιχνευτές δεν επηρεάζονται από εμπόδια και μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά σε διαφορετικές συνθήκες, όπως σε μεγάλους χώρους. Ωστόσο, όπως και με οποιοδήποτε σύστημα, οι ανιχνευτές υπερήχων μπορεί να αντιμετωπίσουν προβλήματα σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως σε περιοχές με πολλά εμπόδια που μπορεί να προκαλέσουν αστάθειες στην αντανάκλαση των ηχητικών κυμάτων. Παρ' όλα αυτά, η τεχνολογία αυτή αποτελεί μια αξιόπιστη επιλογή για τον έλεγχο του φωτισμού σε περιβάλλοντα μεγάλους χώρους, καθώς μπορεί να λειτουργήσει ανεξάρτητα από τις φυσικές συνθήκες του χώρου.

Οι υπόλοιπες βασικές επεμβάσεις είναι:

2. **Τακτική συντήρηση φωτιστικών σωμάτων:** Η ρύπανση του περιβάλλοντος πράγματι μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην απόδοση του φωτισμού. Όπως αναφέρετε, οι ρύποι επικάθονται στα φωτιστικά σώματα και στις επιφάνειες των χώρων, μειώνοντας την ανακλαστικότητα και τη φωτεινή απόδοση των επιφανειών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένο φωτισμό, αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και μειωμένη οπτική άνεση στο χώρο. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, είναι σημαντικό να διατηρούνται τα φωτιστικά σώματα και οι επιφάνειες καθαρά και να πραγματοποιούνται τακτικά συντηρήσεις. Επιπλέον, η χρήση αντικειμένων και υλικών κατασκευής με υψηλή αντοχή στη ρύπανση και εύκολη συντήρηση μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των επιπτώσεων της ρύπανσης στο φωτισμό. Επίσης, η εγκατάσταση προστατευτικών καλύμματος ή επιφανειακών επικαλυμμάτων μπορεί να βοηθήσει στη μείωση της επικάθησης της ρύπανσης στα φωτιστικά σώματα.
3. **Αλλαγή χρώματος σε τοίχους:** Ένας παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά τα αποτελέσματα της μελέτης φωτισμού είναι το χρώμα των τοίχων, του ταβανιού και του πατώματος. Γι' αυτόν τον λόγο, μια από τις βασικές και εύκολες μεθόδους εξοικονόμησης που προτάθηκε είναι η βαφή των εσωτερικών τοίχων του κτηρίου. Αυτό μπορεί να βελτιώσει την αντανάκλαση του φωτός και να αυξήσει την φυσική φωτεινότητα του χώρου, ελαχιστοποιώντας την ανάγκη για επιπλέον τεχνητό φωτισμό. Μάλιστα, υπολογίζεται ότι για να επιτευχθεί ικανοποιητικός φωτισμός σε ένα δωμάτιο με σκούρους τοίχους μπορεί να χρειαστούν έως και 100 lm επιπλέον ανά τετραγωνικό μέτρο. Γίνεται, λοιπόν, ξεκάθαρο ότι η επιλογή του χρώματος στον χώρο μπορεί να έχει σημαντική επίδραση στην απαιτούμενη ποσότητα φωτισμού. Ένας

χώρος με ανοιχτόχρωμους τοίχους και έπιπλα τείνει να αντανακλά περισσότερο το φως, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ανάγκη για επιπλέον φωτισμός. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μικρότερη κατανάλωση ενέργειας και σε μειωμένα έξοδα λειτουργίας.



Σχήμα 8.45: Παράδειγμα σημασίας απόχρωσης τοίχων: α) Αρχική εγκατάσταση (2 φωτιστικά) β) Με αλλαγή της τοιχοποιίας (3 φωτιστικά)

4. **Αξιοποίηση του ηλιακού φωτός:** Η χρήση του ηλιακού φωτός για τον εσωτερικό φωτισμό κτηρίων προσφέρει πολλαπλά οφέλη και είναι μια αποδοτική και φιλική προς το περιβάλλον επιλογή [63].

Ας επισημάνουμε μερικά από τα κύρια οφέλη:

- **Εξοικονόμηση Ενέργειας:** Η χρήση του ηλιακού φωτός μειώνει σημαντικά την ανάγκη για τη χρήση τεχνητών πηγών φωτός, εξοικονομώντας έτσι ενέργεια και μειώνοντας την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.
- **Μείωση Κόστους Λειτουργίας:** Η μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας οδηγεί σε μείωση του κόστους λειτουργίας του κτηρίου, μειώνοντας τους λογαριασμούς ενέργειας.
- **Βελτίωση Ποιότητας Φωτισμού:** Το φυσικό φως του ηλίου προσφέρει βέλτιστη ποιότητα φωτισμού, καθώς η φασματική του κατανομή είναι ιδανική για τις ανάγκες του ανθρώπινου ματιού.
- **Μείωση Αντικατάστασης Λαμπτήρων:** Η μειωμένη χρήση τεχνητών πηγών φωτός σημαίνει λιγότερη φθορά και λιγότερη συχνή αντικατάσταση λαμπτήρων.
- **Περιβαλλοντικά Οφέλη:** Η χρήση ηλιακού φωτός συνεισφέρει στη μείωση των εκπομπών θερμοκηπίου και της οικολογικής επιβάρυνσης.
- Η αύξηση της χρήσης του ηλιακού φωτός για τον εσωτερικό φωτισμό αντικατοπτρίζει την αυξανόμενη επίγνωση για τη βιώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον κατασκευή και λειτουργία κτηρίων.
- Ένα ακόμα σημαντικό όφελος της χρήσης ηλιακού φωτός για τον εσωτερικό φωτισμό είναι το αίσθημα ευφορίας που προκαλεί στους ανθρώπους. Το φυσικό φως του ηλίου έχει θετική επίδραση στην ψυχολογική κατάσταση των ανθρώπων και μπορεί να βελτιώσει την διάθεσή τους.

Ορισμένα συγκεκριμένα οφέλη που σχετίζονται με το αίσθημα ευφορίας από τη χρήση ηλιακού φωτός περιλαμβάνουν:

- **Φυσική Αίσθηση:** Το φυσικό φως του ηλίου προσφέρει μια φυσική αίσθηση στον εσωτερικό χώρο, βοηθώντας στη δημιουργία μιας πιο ευχάριστης και φιλικής περιβάλλουσας ατμόσφαιρας.

- Βελτίωση Αναστροφής: Το φως του ηλίου μπορεί να βοηθήσει στην ενίσχυση της αίσθησης ευημερίας και ευφορίας των ανθρώπων, κάτι που μπορεί να οδηγήσει σε μια πιο θετική και παραγωγική στάση έναντι των καθημερινών δραστηριοτήτων.
- Βελτίωση Διάθεσης: Η έκθεση στο φυσικό φως του ηλίου μπορεί να βελτιώσει τη διάθεση των ανθρώπων και να μειώσει το στρες και την ένταση.

Συνολικά, η χρήση ηλιακού φωτός για τον εσωτερικό φωτισμό μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία ενός πιο ευχάριστου και υγιεινού περιβάλλοντος εργασίας και διαβίωσης.

Η προσεκτική σχεδίαση και εφαρμογή του συστήματος ηλιακού φωτός για τον εσωτερικό φωτισμό ενός κτηρίου απαιτεί λεπτομερείς ενεργειακούς υπολογισμούς και εξειδικευμένο εξοπλισμό. Αν και η χρήση του ηλιακού φωτός μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, ιδιαίτερα σε συνδυασμό με τη ρύθμιση της φωτεινότητας (dimming), υπάρχουν ορισμένοι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την επίτευξη βέλτιστων αποτελεσμάτων:

- **Ρύθμιση του κτηρίου:** Οι μεταβολές που γίνονται στο κέλυφος του κτηρίου, όπως η αύξηση του ανοίγματος των παραθύρων, μπορούν να επηρεάσουν τα φορτία του κτηρίου. Είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη οι διαφορετικές εποχές και συνθήκες για τη βέλτιστη ρύθμιση του κτηρίου.
- **Επιλογή Υλικών:** Η αύξηση των γυάλινων επιφανειών μπορεί να προκαλέσει αύξηση των θερμικών απωλειών κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η χρήση υαλοπίνακων χαμηλής εκπομπής μπορεί να μειώσει αυτές τις απώλειες.
- **Ολοκληρωμένη Ανάλυση:** Η ανάλυση του συστήματος ηλιακού φωτός από ενεργειακή σκοπιά απαιτεί πολύπλοκους ενεργειακούς υπολογισμούς, λαμβάνοντας υπόψη τόσο το σύστημα φωτισμού όσο και το σύστημα ψύξης-θέρμανσης.

Με την εφαρμογή αυτών των αρχών και τη συνεχή παρακολούθηση της απόδοσης του συστήματος, μπορεί να επιτευχθεί η μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας και η βέλτιστη λειτουργία του. Οι κανόνες που είναι βασικοί για την επίτευξη βέλτιστης ενεργειακής απόδοσης και αναφέρονται σε δύο κύριους 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.

## 8.12 10<sup>η</sup> επένδυση: Αισθητήρες παρουσίας

Η εφαρμογή του φυσικού φωτισμού συνιστά μια αποδοτική λύση για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης σε κτίρια. Υπάρχουν διάφορες προσεγγίσεις για να επιτευχθεί αυτό, από την αρχιτεκτονική σχεδίαση μέχρι τη χρήση προηγμένων συστημάτων φωτισμού. Μία πρακτική προσέγγιση, ιδίως για υφιστάμενα κτίρια, είναι η εγκατάσταση αυτοματισμών στους εσωτερικούς χώρους. Αυτό μπορεί να γίνει με σχετικά χαμηλό κόστος και να αποδοθεί γρήγορα. Επιπλέον, οι εργασίες μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς σημαντικές διαταραχές στη λειτουργία του κτηρίου. Μια απλή λύση είναι η τοποθέτηση αισθητήρων φωτός σε κάθε διακριτό χώρο, οι οποίοι μετρούν την ένταση του φωτισμού και ρυθμίζουν αυτόματα την ένταση του τεχνητού φωτισμού. Αυτό το σύστημα λειτουργεί ανεξάρτητα σε κάθε χώρο και δεν απαιτεί την ύπαρξη σύνθετων κεντρικών συστημάτων διαχείρισης κτηρίου (BMS). Είναι σημαντικό τα φωτιστικά να λειτουργούν με ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία, προκειμένου να είναι δυνατή η αυτόματη ρύθμιση της έντασης του φωτισμού.

Η ρύθμιση της φωτεινότητας των λαμπτήρων μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους. Ένας από αυτούς είναι ο συνδυασμός ενός απλού ηλεκτρονικού στραγγαλιστικού πηνίου και ενός ρυθμιστή (dimmer). Μια άλλη επιλογή είναι η χρήση ηλεκτρονικού στραγγαλιστικού πηνίου που ενσωματώνει τον ρυθμιστή (HF regulator). Και σε αυτές τις περιπτώσεις, απαραίτητος είναι ο αισθητήρας φωτισμού, ο οποίος επιτρέπει στον χρήστη να ρυθμίσει το επιθυμητό επίπεδο φωτισμού και το εύρος της ρύθμισης. Η τεχνολογία αυτών των αισθητήρων διαφέρει από τους πιο απλούς αισθητήρες παρουσίας ή κίνησης, καθώς λειτουργούν με διαφορετικό τρόπο. Πλέον, υπάρχουν αισθητήρες που συνδυάζουν και τις δύο λειτουργίες αυτές, προσφέροντας έτσι πιο ολοκληρωμένες λύσεις.

Μια επιπλέον εναλλακτική είναι η τοποθέτηση **χρονοδιακόπτη**, ο οποίος διακόπτει τα κυκλώματα φωτισμού στους επιμέρους χώρους για προκαθορισμένα διαστήματα, σύμφωνα με το ωράριο χρήσης τους. Με αυτόν τον τρόπο, αξιοποιείται ο φυσικός φωτισμός και περιορίζεται η άσκοπη λειτουργία του τεχνητού φωτισμού όταν οι χρήστες δεν είναι παρόντες. Με μετρήσεις που έχουν διεξαχθεί από εξειδικευμένους φορείς, έχει διαπιστωθεί ότι με τη χρήση αυτών των αυτόνομων αυτοματισμών, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό κατά 10 έως 20%, ανάλογα με τη χρήση του χώρου. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η εφαρμογή αυτών των αυτόνομων μηχανισμών δεν απαιτεί την ύπαρξη συστήματος κεντρικής διαχείρισης κτιρίου (BMS), και μπορούν να εγκατασταθούν σε όλα τα υφιστάμενα κτήρια υπό τις προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν. Οι λειτουργίες αυτών των αυτόνομων μηχανισμών αποτελούν ένα υποσύνολο του BMS, το οποίο εξοικονομεί ακόμα περισσότερη ενέργεια στο φωτισμό, αλλά και σε άλλες καταναλώσεις των κτηρίων. Σύμφωνα με τον Κανονισμό Εσωτερικού Αυτοελέγχου Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), για επιφάνεια κτιρίου ή θερμική ζώνη μεγαλύτερη από 15 τετραγωνικά μέτρα, ο τεχνητός φωτισμός πρέπει να είναι κατανομημένος σε περισσότερα από ένα κύκλωμα και να ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Σε χώρους όπου δεν υπάρχει συνεχής παρουσία ατόμων, όπως τουαλέτες, διαδρόμους, βοηθητικούς χώρους, αλλά ακόμα και σε ατομικά γραφεία, συνίσταται η χρήση αισθητήρων ανίχνευσης παρουσίας για τον έλεγχο του φωτισμού.

Στους χώρους με φυσικό φωτισμό, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη ο διαχωρισμός των ζωνών που επωφελούνται από αυτόν και να εξασφαλίζεται η δυνατότητα ελέγχου ή ακόμη και της απενεργοποίησης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται σε αυτές τις ζώνες. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω αισθητήρων φωτεινότητας ή μέσω ενός κατάλληλου συστήματος ελέγχου του

φωτισμού που επιτρέπει τη συνεχή ρύθμιση της φωτεινότητας των λαμπτήρων. Σε ειδικές περιπτώσεις χώρων μεγάλης επιφάνειας αλλά μη σταθερής λειτουργίας, όπως είναι οι εμπορικές αγορές με ακανόνιστη πυκνότητα πληθυσμού σε συνάρτηση με το χρόνο, η απαίτηση για ανεξάρτητο έλεγχο ανά 15 τετραγωνικά μέτρα δεν ισχύει. Ωστόσο, σε χώρους όπου μπορεί ο χώρος να λειτουργεί τμηματικά και συνεχώς για μεγάλα χρονικά διαστήματα, όπως είναι οι χώροι εκπαίδευσης και σεμιναρίων, είναι σημαντική η εφαρμογή αυτής της αρχής.

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 στρογγυλό ανιχνευτή κίνησης της GEYER με κόστος 10.80 ευρώ ο ένας. 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%

GEYER Ανιχνευτής Κίνησης Στρογγυλός 220-240V IP20 ποιοτικής κατασκευής, με 2 έτη εγγύηση και όλα τα πιστοποιητικά ασφαλείας και κατασκευής, όπως ορίζονται από την ΕΕ. Ιδανική led λάμπα για κάθε χώρο, καθώς προσφέρει 25.000 ώρες λειτουργίας και εξοικονόμηση ενέργειας 85% σε σχέση με τους παραδοσιακούς λαμπτήρες και 50% σε σχέση με τους λαμπτήρες οικονομίας.

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

- Εξοικονόμηση ενέργειας έως και 85%
- 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
- Προσφέρει 25.000 ώρες λειτουργίας



Σχήμα 8.46: Αισθητήρας παρουσίας και ανίχνευσης φωτός της GEYER [64]

Οι κύριοι χώροι του νοσοκομείου είναι περίπου 800. Κάθε κύριο χώρος μπορεί να έχει μέχρι και 5 υποχώρους (δωμάτια, τουαλέτες και χώρους γραφείων ή μηχανημάτων). Είναι πολύ πιθανό έστω ένας υποχώρος κάθε κύριου χώρου να χρειάζεται ένας αισθητήρας κίνησης λόγω του ότι δεν χρησιμοποιείται συχνά. Ειδικά στους χώρους των τουαλετών χρειάζεται ένας αισθητήρας ανά τουαλέτα. Σε άλλους μεγάλους χώρους χρειάζονται και παραπάνω από ένας αισθητήρας όπως για παράδειγμα η τραπεζαρία. Για αυτό τον λόγο υποθέτουμε ότι κατά μέσο όρο χρειάζεται ένας αισθητήρας σε κάθε κύριο χώρο προκειμένου να έχουμε ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα στη μελέτη αυτή. Σίγουρα είναι σημαντικό να τοποθετηθούν αρκετοί αισθητήρες σε διαδρόμους που δεν χρησιμοποιούνται πολύ αλλά παρόλα αυτά φωτίζονται όλη τη διάρκεια της μέρας. Επίσης, σημαντικό είναι να τοποθετηθούν και σε πολλά δωμάτια που φωτίζονται πολύ από τον ήλιο έτσι ώστε όταν τα επίπεδα φωτισμού είναι ικανοποιητικά από το φυσικό φως, να μην λειτουργούν τα φωτιστικά.

Είναι πολύ πιθανό να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και περισσότεροι από όσους υποθέτουμε σε αυτή την μελέτη. Όσο περισσότεροι «χρήσιμοι» αισθητήρες τοποθετηθούν τόσο μεγαλύτερη θα είναι η εξοικονόμηση που θα επιτευχθεί. Φυσικά, δεν θα τοποθετηθεί κανένας αισθητήρας σε χώρο όπου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στη χρήση του χώρου όπως για παράδειγμα το χειρουργείο, οι χώροι εξέτασης ασθενών και τα εργαστήρια.

Προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

Πίνακας 8.12: Υπολογισμός κόστους εγκατάστασης αισθητήρων

Όροφος	Αριθμός Αισθητήρων	Τιμή μονάδας(€)	Τιμή(€)
-4	7	10.80	75.6
-3	23	10.80	248.4
-2	47	10.80	507.6
-1	87	10.80	939.6
0	95	10.80	1023
1	75	10.80	810
Όροφος	Αριθμός Αισθητήρων	Τιμή μονάδας(€)	Τιμή(€)
2	98	10.80	1058.4
3	99	10.80	1069.2
4	99	10.80	1069.2
5	57	10.80	615.6
6	40	10.80	432
7	40	10.80	432
<b>Σύνολο αισθητήρων</b>	<b>767</b>	<b>Συνολικό κόστος(€)</b>	<b>8283.6</b>

Σύμφωνα με τα αμερικάνικες και ευρωπαϊκές δημοσιεύσεις η εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί είναι της τάξεως του 50-70%. Στη συγκεκριμένη μελέτη θα υποθέσουμε ότι η εξοικονόμηση είναι της τάξεως του 30% προκειμένου να δειχθεί ότι και πάλι η επένδυση είναι συμφέρουσα. Όπως δείχθηκε σε προηγούμενη παράγραφο ο λογαριασμός του ηλεκτρικού ρεύματος ανά έτος για τον φωτισμό του νοσοκομείου αυτή τη στιγμή είναι της τάξεως των 150000 ευρώ. Αν υποθέσουμε ότι οι αισθητήρες που θα τοποθετηθούν ελέγχουν τα φωτιστικά που ευθύνονται για τα 30.000 ευρώ τότε θα έχουμε εξοικονόμηση ανά έτος της τάξεως των

$$50000 * 0.3 = 9000 \text{ ευρώ ανά έτος}$$

Έχοντας, λοιπόν, επιλέξει πολύ συντηρητικά το ποσοστό κατανάλωσης που περιορίζουν (μόνο 30.000 ευρώ) φαίνεται και πάλι ότι μόλις σε ένα έτος θα γίνει απόσβεση της επένδυσης. Φυσικά, δεν έχουμε συνυπολογίσει τα έξοδα τοποθέτησης αλλά και 5000-8000 ευρώ να κοστίζει η τοποθέτηση μόλις στα 2 χρόνια θα γίνει απόσβεση.

Πίνακας 8.13: Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης αισθητήρων

<b>Κόστος επένδυσης (€)</b>	8283.6
<b>Όφελος (€)</b>	9000
<b>Χρονικό διάστημα</b>	10
<b>Λειτουργικά έξοδα (€)</b>	0
<b>Επιτόκιο αναγωγής (i)</b>	0.05
<b>Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)</b>	81469.39
<b>Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA)</b>	108579
<b>Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (EPA) (έτη)</b>	0.96642

Όπως φαίνεται η επένδυση είναι πολύ συμφέρουσα. Η περαιτέρω ανάλυση θα γίνει στο τελευταίο κεφάλαιο.

### 8.13 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
- PA 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.

Στην Ελλάδα, οι πρώτες μελέτες για την εγκατάσταση συστημάτων BMS ξεκίνησαν στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Κατά τα τελευταία 10 χρόνια, παρατηρείται αύξηση στη μελέτη και εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων τόσο σε δημόσια όσο και σε ιδιωτικά κτήρια. Ειδικά τα τελευταία 4-5 χρόνια, υπάρχει σημαντική εξέλιξη στην εφαρμογή των συστημάτων BMS, ειδικά με τη συνεργασία με τρίτα συστήματα όπως τα Knx Bus. Επιπλέον, παρατηρείται συνεργασία με καινοτόμες εφαρμογές όπως συστήματα γεωθερμίας και φωτοβολταϊκών.

## 9. Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων

### 9.1 Γενικά στοιχεία φωτοβολταϊκών πλαισίων

Φωτοβολταϊκό πάνελ ονομάζεται η βιομηχανική διάταξη πολλών φωτοβολταϊκών κυττάρων σε μία σειρά. Στην ουσία πρόκειται για τεχνητούς ημιαγωγούς (συνήθως από Πυρίτιο) οι οποίοι ενώνονται με σκοπό να δημιουργήσουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά. Οι ημιαγωγοί αυτοί απορροφούν φωτόνια από την ηλιακή ακτινοβολία και παράγουν μια Ηλεκτρική τάση. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται "Φωτοβολταϊκό φαινόμενο". Τα φωτοβολταϊκά ανήκουν στη κατηγορία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε). Στην κατηγορία των ανανεώσιμων ηλιακών πηγών ενέργειας, τα ηλιοθερμικά συστήματα είναι πιο αποδοτικά από τα φωτοβολταϊκά [65]. Από τα φωτοβολταϊκά πάνελ, το ρεύμα που παράγεται είναι συνεχές. Για να μπορέσουμε να χρησιμοποιήσουμε αυτό το ρεύμα στο εσωτερικό της οικίας, το μετατρέπουμε σε εναλλασσόμενο χρησιμοποιώντας έναν κατάλληλο αναστροφέα. Με τη σημερινή τεχνολογία, η οποία όπως θα δειχθεί συνεχώς βελτιώνεται, όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία μετατρέπουν ένα 15-23% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική [66].



Σχήμα 9.1: Φωτοβολταϊκά τοποθετημένα σε ταράτσα οικίας [67]

Η Ελλάδα είναι από τους σημαντικότερους «παίκτες» παγκοσμίως σε ότι αφορά τις Α.Π.Ε.. Συγκεκριμένα για τα φωτοβολταϊκά είναι στην 10άδα της περισσότερης εγκατεστημένης ισχύος ανά κάτοικο όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

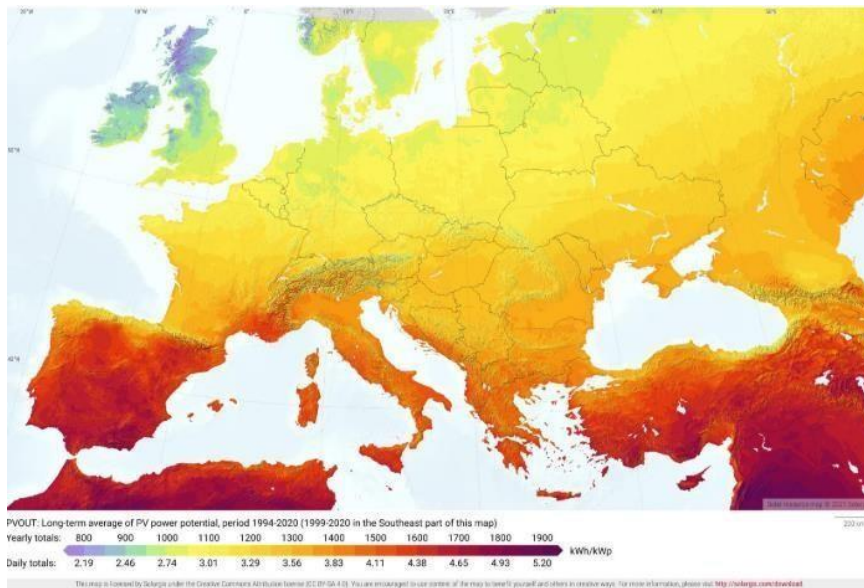
FIGURE 14 WORLD TOP 10 COUNTRIES SOLAR CAPACITY PER CAPITA 2022



Σχήμα 9.2: World top 10 countries solar capacity per capita 2022 [68]



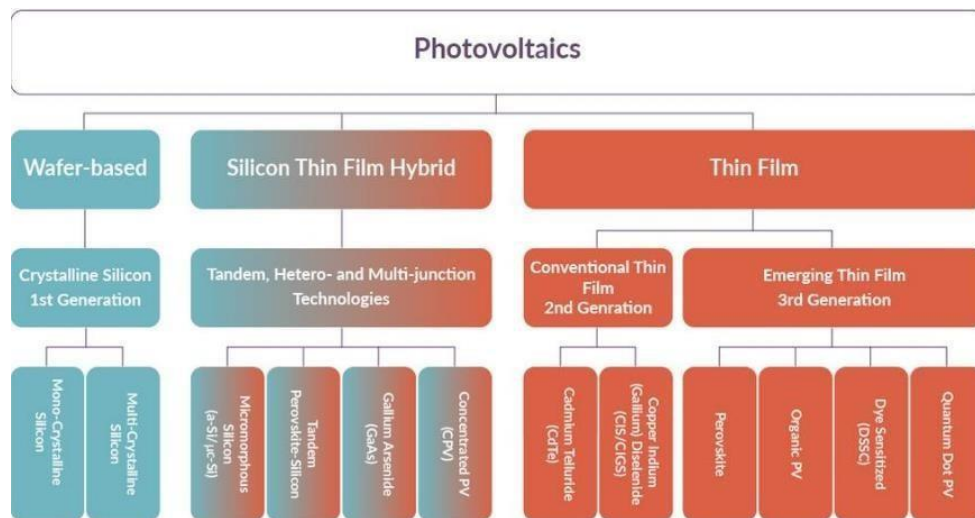
Φυσικά, η γεωγραφική θέση της χώρας βοηθάει στην απόδοση των φωτοβολταϊκών:



Σχήμα 9.3: kWh/ kWp based on map position [69]

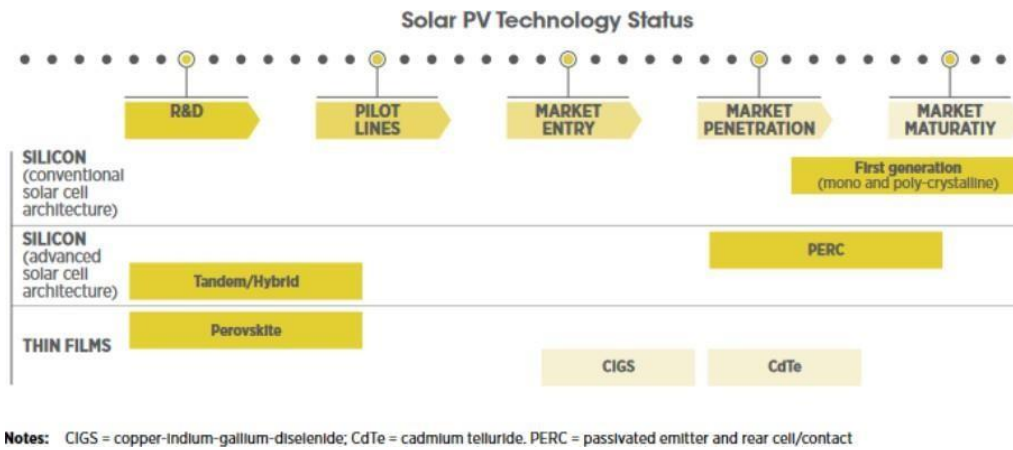
## 9.2 Τεχνολογίες φωτοβολταϊκών πλαισίων

Για τα φωτοβολταϊκά (ΦΒ) στοιχεία πυριτίου δεν υπάρχει καμία ανησυχία ή προβληματισμός σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις των υλικών που χρησιμοποιούνται στην υγεία των ανθρώπων που ζουν ή εργάζονται κοντά σε αυτά. Ωστόσο, στην τεχνολογία ΦΒ λεπτών υμενίων ενδέχεται να χρησιμοποιούνται ορισμένα τοξικά υλικά, λόγω των οποίων θα πρέπει να εκτιμηθεί η καταλληλότητα των πλαισίων για κάθε εφαρμογή πριν από την τελική επιλογή και χρήση. Για παράδειγμα, πρόσφατα σε ορισμένες χώρες η χρήση του καδμίου έχει τεθεί υπό περιορισμό και απαγορεύεται η χρήση ηλεκτρικών διατάξεων που το περιέχουν σε οικιακές εγκαταστάσεις, ακόμη και σε εξαιρετικά μικρές ποσότητες. Ακόμη και η χρήση βηαντικών σημείων που περιέχονται σε ηλεκτρικές διατάξεις στερεάς κατάστασης, όπως αυτά που αποτελούνται από CdSe, εμπίπτει σε αυτούς τους περιορισμούς. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κατατάσσονται ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους στις εξής 3 κατηγορίες:



Σχήμα 9.4: Photovoltaic Technologies [70]

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η κατάσταση που βρίσκονται οι τεχνολογίες αυτή τη στιγμή. Όπως φαίνεται, η τεχνολογία μονοκρυσταλλικών ΦΒ και πολυκρυσταλλικών ΦΒ, που παρουσιάζονται σε εικόνες παρακάτω, είναι πολλά χρόνια μπροστά από τις άλλες επειδή ήταν η πρώτη τεχνολογία που ανακαλύφθηκε.



Σχήμα 9.5: Solar PV Technology Status [71]

Επιπλέον, πρόσφατα έχουν δοκιμαστεί και χρησιμοποιηθεί για φωτοβολταϊκές κατασκευές ορισμένα ΦΒ στοιχεία λεπτών υμενίων με ιδιαίτερα αυξημένες αποδόσεις, τα οποία κατασκευάζονται από οξείδια μετάλλων όπως το  $U_2O_5$ , που προέρχεται από απεμπλουτισμένο ουράνιο. Για αυτούς τους λόγους, θα πρέπει πάντοτε να ζητείται η ακριβής σύνθεση των υλικών των πλαισίων και αν αυτή δεν παρέχεται, να μην επιλέγονται. Γι' αυτόν το λόγο, σε χώρες με μεγάλη εμπειρία και παράδοση στις ΦΒ εγκαταστάσεις, όπως οι ΗΠΑ, δεν τοποθετούνται στις οικιακές εγκαταστάσεις ΦΒ στοιχεία που δεν είναι ταξινομημένα ως αποδεκτά ("Listed") από τα εθνικά κέντρα ελέγχου ποιότητας.

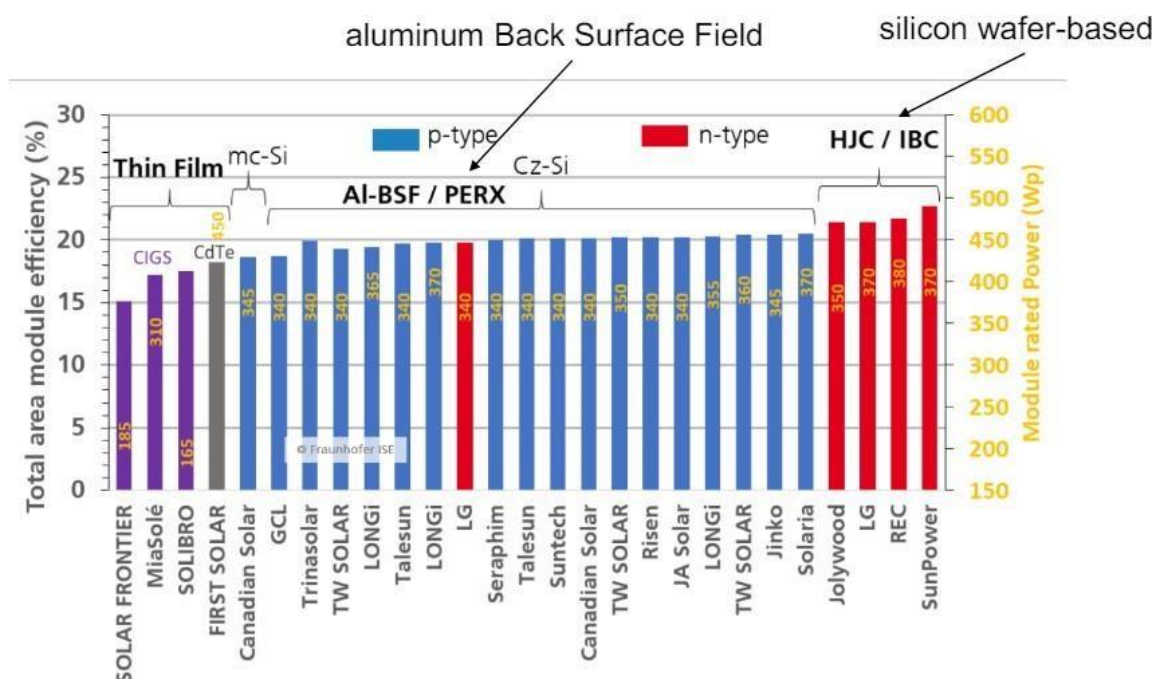


Σχήμα 9.6: Φωτοβολταϊκό από πολυκρυσταλλικό πυρίτιο [67]



Σχήμα 9.7: Φωτοβολταϊκό από μονοκρυσταλλικό πυρίτιο [67]

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η απόδοση τους με βάση το υλικό. Παρουσιάζονται επίσης αρκετές εταιρίες που παράγουν φωτοβολταϊκά .



Σχήμα 9.8: Απόδοση συναρτήσει του υλικού των φωτοβολταϊκών [72]

Αξίζει να γίνει μια ιδιαίτερη αναφορά στα φωτοβολταϊκά στοιχεία λεπτών υμενίων ή αλλιώς φωτοβολταϊκά τεχνολογίας CIGS (μωβ χρώμα στον πάνω πίνακα) . Η τεχνολογία CIGS στα φωτοβολταϊκά είναι πράγματι εντυπωσιακή, προσφέροντας υψηλές αποδόσεις μετατροπής ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Τα φωτοβολταϊκά αυτά στοιχεία λεπτών υμενίων παρέχουν μια σειρά από πλεονεκτήματα που τα καθιστούν ανταγωνιστικά ακόμα και σε συνθήκες διάχυτου φωτός, συννεφιάς και μειωμένης ηλιοφάνειας. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της τεχνολογίας CIGS είναι η χαμηλή θερμοκρασία λειτουργίας, προσφέροντας σταθερή απόδοση ακόμα και σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Επιπλέον, η καλή συμπεριφορά των πάνελ CIGS και η ανθεκτικότητά τους σε συνθήκες μερικής σκίασης τους καθιστούν ιδανική επιλογή για εφαρμογές όπου η σκίαση είναι αναπόφευκτη. Επιπλέον, το φαινόμενο του "Light soaking effect" είναι ένας μοναδικός παράγοντας που αυξάνει την ισχύ των πάνελ μετά από έκθεσή τους στον ήλιο. Αυτό σημαίνει ότι η απόδοσή τους βελτιώνεται με την πάροδο του χρόνου, προσφέροντας **επιπλέον** ενέργεια σε σχέση με την αρχική τους κατάσταση (έως και +10%! ). Συνολικά, η τεχνολογία CIGS φωτοβολταϊκών προσφέρει μια σημαντική αύξηση στην παραγωγή ενέργειας και αποτελεί μια αποδοτική επιλογή για έργα ηλιακής ενέργειας.

### 9.3 Μέθοδοι σύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΗ

Οι δύο κύριες μέθοδοι σύνδεσης με το δίκτυο της ΔΕΗ είναι η διασυνδεδεμένη εγκατάσταση και η αυτόνομη εγκατάσταση.

1. **Διασυνδεδεμένη Εγκατάσταση:** Σε αυτήν τη μέθοδο σύνδεσης, το φωτοβολταϊκό σύστημα συνδέεται απευθείας στο δίκτυο της ΔΕΗ. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια χρησιμοποιείται από το σπίτι και η περισσεύουσα ενέργεια διατίθεται στο δίκτυο. Δεν υπάρχει αποθήκευση ενέργειας σε μπαταρίες.
2. **Αυτόνομη Εγκατάσταση:** Σε αυτήν τη μέθοδο, το φωτοβολταϊκό σύστημα είναι ανεξάρτητο από το δίκτυο της ΔΕΗ. Η παραγόμενη ενέργεια αποθηκεύεται σε μπαταρίες και

χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του σπιτιού τόσο κατά τη διάρκεια της ημέρας όσο και κατά τη διάρκεια της νύχτας, όταν η παραγωγή ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά είναι ανεπαρκής.

Καθένας από αυτούς τους τρόπους σύνδεσης έχει τα πλεονεκτήματά του και επιλέγεται ανάλογα με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις του χρήστη.



Σχήμα 9.9: α) Παράδειγμα διασυνδεδεμένης εγκατάστασης β) Παράδειγμα Αυτόνομης εγκατάστασης [73]

### 9.3.1 Net Metering

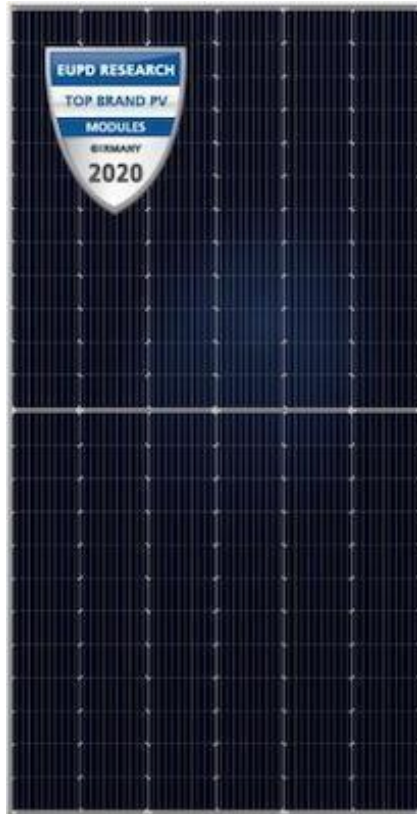
Το Net Metering είναι ένα σύστημα που επιτρέπει τον συμψηφισμό της ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, όπως τα φωτοβολταϊκά, με την ενέργεια που καταναλώνεται από τον χρήστη. Η αρχή αυτή χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές χώρες, συμπεριλαμβανομένων της Κύπρου, της Ιταλίας, της Γερμανίας, της Δανίας και των ΗΠΑ. Μέσω του Net Metering, οι καταναλωτές μπορούν να παράγουν ενέργεια για τις δικές τους ανάγκες και να μειώνουν σημαντικά την εξάρτησή τους από το δημόσιο δίκτυο ενέργειας. Το σύστημα λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε η παραγόμενη ενέργεια που δεν καταναλώνεται άμεσα, διοχετεύεται στο δίκτυο, και όταν η κατανάλωση είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή, ο καταναλωτής αντλεί ενέργεια από το δίκτυο. Αυτό επιτρέπει την αποθήκευση της περισσεύουσας ενέργειας στο δίκτυο και τη χρήση της σε μεταγενέστερο χρόνο.

Η ονομασία "καθαρή μέτρηση" προκύπτει από την διαφορά ανάμεσα στην καταναλισκόμενη και την παραγόμενη ενέργεια κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου, η οποία συνήθως καθορίζεται από τον κύκλο της μέτρησης και της τιμολόγησης. Σε περιπτώσεις που υπάρχει πλεονάζουσα ενέργεια, αυτή δεν χάνεται, αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε άλλες χρονικές περιόδους. Στο τέλος της περιόδου εκκαθάρισης, που σύμφωνα με την πιο πρόσφατη υπουργική απόφαση ορίζεται στους 12 μήνες, πραγματοποιείται η τελική εκκαθάριση μεταξύ της παραγόμενης και της καταναλισκόμενης ενέργειας. 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 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.



## 9.4 Μελέτη εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πλαισίων

Για την εγκατάσταση χρησιμοποιήθηκε το εξής πάνελ από την εταιρία Luxor Eco:



Σχήμα 9.10: Φωτοβολταϊκό Luxor Eco Line Half Cell Μονοκρυσταλλικό Φωτοβολταϊκό Πάνελ 550W 24V [74]

Τα αναλυτικά στοιχεία του πάνελ αυτού βρίσκονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 9.1: Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτοβολταϊκού Luxor Eco Line Half Cell Μονοκρυσταλλικό Φωτοβολταϊκό Πάνελ 550W 24V [74]

Ισχύς	550 W
Βαθμός Απόδοσης	21,53 %
Ρεύμα Σημείου Μέγ. Ισχύος (Impp)	13,29 A
Τάση ανοιχτού κυκλώματος (Voc)	49,63 V
Αριθμός Κυψελών	144 Half Cells
Τύπος Κυψελών	Μονοκρυσταλλικό
Διαστάσεις (ύψος x πλάτος x πάχος)	2279 x 1134 x 35 mm
Καθαρό Βάρος	29 kg
Εγγύηση	15 χρόνια εγγύηση προϊόντος 25 χρόνια εγγύηση απόδοσης (85%)

Με τον όρο "αντιστροφέας" (inverter) αναφερόμαστε σε μια ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει την συνεχή τάση που παράγει το φωτοβολταϊκό σύστημα σε εναλλασσόμενη τάση με ονομαστικές τιμές 230 V (ανά φάση)/ 50Hz.

Η ΔΕΗ, αναγνωρίζοντας τη σημασία των αντιστροφέων σε ένα διασυνδεδεμένο σύστημα, έχει θέσει συγκεκριμένες προδιαγραφές που πρέπει να πληρούνται για τη σύνδεση του ιδιωτικού συστήματος στο δίκτυο. Αυτές περιλαμβάνουν:

- Εύρος διακύμανσης της τάσης εντός των ορίων -20% έως +15%, και διακύμανση της συχνότητας στο  $\pm 0.5$  Hz για σταθμούς στο δίκτυο.
- Η συνολική αρμονική παραμόρφωση (Total Harmonic Distortion – THD) του ρεύματος των αντιστροφέων δεν πρέπει να ξεπερνά το 5%.
- Σε περίπτωση που ο αντιστροφέας δεν διαθέτει μετασχηματιστή απομόνωσης, η έγχυση συνεχούς ρεύματος δεν πρέπει να ξεπερνά το 0.5% του ονομαστικού ρεύματος.
- Προστασία έναντι της νησιδοποίησης σύμφωνα με το πρότυπο VDE 0126.

Επίσης, σημαντικός είναι ο βαθμός απόδοσης ενός αντιστροφέα, ο οποίος επηρεάζεται σημαντικά από την ύπαρξη ή μη μετασχηματιστή απομόνωσης. Τυπικές τιμές απόδοσης αντιστροφέων με μετασχηματιστή είναι της τάξης του 92-94%, ενώ χωρίς μετασχηματιστή ο βαθμός απόδοσης κυμαίνεται στο 96-98.5%. Οι αντιστροφείς χωρίζονται ανάλογα με την τάση που παράγουν σε μονοφασικούς και τριφασικούς. Για φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις κάτω των 5 kW χρησιμοποιούνται μονοφασικοί αντιστροφείς, ενώ αυτές από 5 έως 15 kW μπορούν να επιλέξουν ανάμεσα σε μονοφασικούς και τριφασικούς. Εγκαταστάσεις άνω των 15 kW συνδέονται υποχρεωτικά με τριφασικούς, ενώ αυτές άνω των 100 kW συνδέονται στο δίκτυο μέσης τάσης.

Στην πράξη, οι αντιστροφείς διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο χειρισμού των πλαισίων. Οι κεντρικοί αντιστροφείς χρησιμοποιούνται σε μεγάλες εγκαταστάσεις και συνήθως διαθέτουν μετασχηματιστή για απευθείας σύνδεση στο δίκτυο. Με την πρόοδο της τεχνολογίας, οι αντιστροφείς αυτοί μπορούν να παράγουν ρεύμα υψηλής ποιότητας, αλλά έχουν περιορισμένες εισόδους DC, επομένως χρειάζονται εκτεταμένη χρήση DC καλωδιώσεων. Οι αντιστροφείς κλάδων είναι οι πιο διαδεδομένοι για μικρές και μεσαίες εγκαταστάσεις, με αρκετές εισόδους DC που επιτρέπουν την παράλληλη σύνδεση στοιχειοσειρών. Οι αντιστροφείς πολλαπλών κλάδων λειτουργούν ανεξάρτητα για κάθε είσοδο και χρησιμοποιούνται όταν συνδέονται πλαίσια διαφορετικής ισχύος ή προέλευσης.

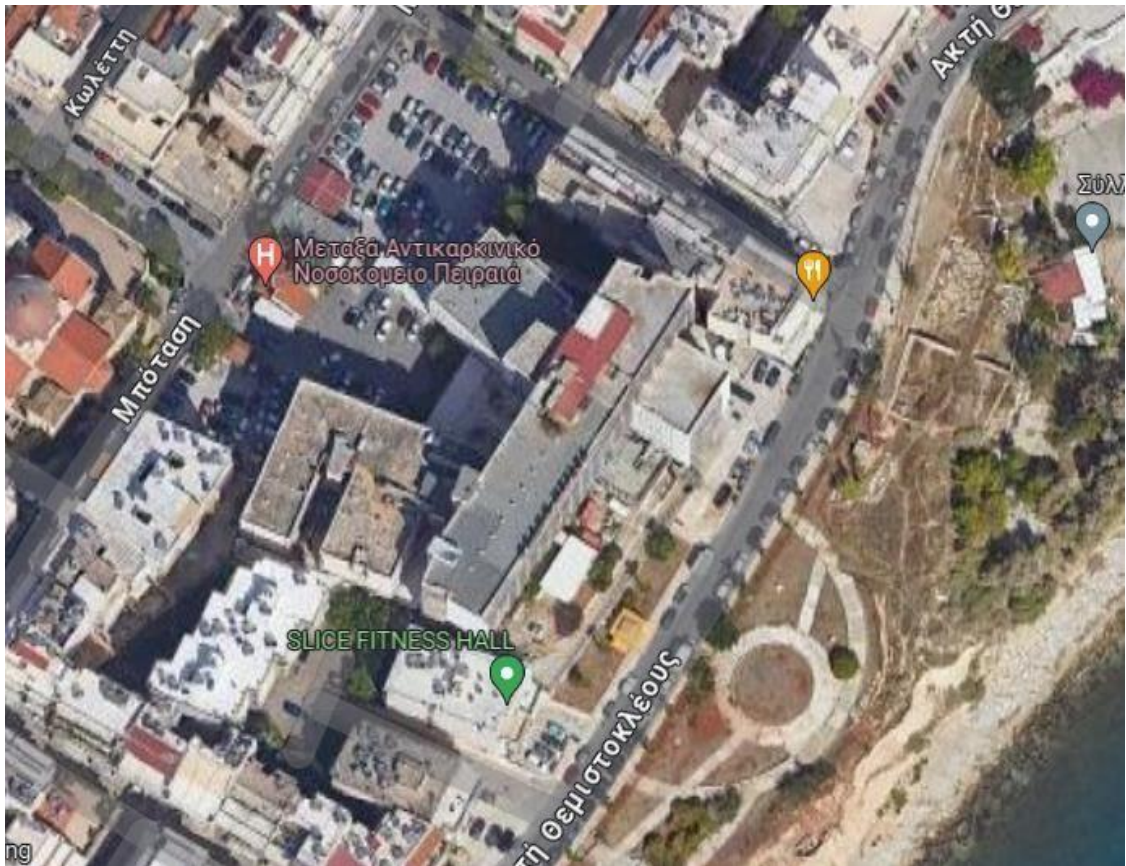
Εκτός από την μετατροπή της τάσης και του ρεύματος από συνεχή σε εναλλασσόμενη μορφή ο αναστροφέας κάνει και μία ακόμα πολύ σημαντική δουλειά. Καθώς τα φωτοβολταϊκά μεταβάλλουν την αποδιδόμενη ισχύ τους ανάλογα με την ακτινοβολία και την θερμοκρασία, ο αντιστροφέας έχει την ικανότητα να παρακολουθεί αυτές μεταβολές και να εντοπίζει στην χαρακτηριστική I-V το σημείο μέγιστης ισχύος (MPPT) εφαρμόζοντας διάφορους αλγόριθμους 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.

Όπως φαίνεται στις παρακάτω φωτογραφίες το νοσοκομείο Μεταξά αποτελείται από 3 πτέρυγες με διαφορετικά ύψη για αυτό για κάθε ένα θα γίνει διαφορετική μελέτη με διαφορετικά μηχανήματα ανάλογα με τα τετραγωνικά τους.

Οι αντίστοιχοι αντιστροφείς αναφέρονται σε κάθε κτίριο ξεχωριστά, ανάλογα με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης. Παρακάτω θα αναδειχθεί ο ρόλος του αντιστροφέα στο σύστημα.



Έτσι στο κτήριο ο προσανατολισμός των πλαισίων έχει απόκλιση από τον νότο 45° όπως προκύπτει και από την παρακάτω εικόνα:



Σχήμα 9.11: Πανοραμική φωτογραφία γενικού νοσοκομείου «Μεταξά» [75]





Παρουσιάζονται επίσης η δυτική και η ανατολική όψη του νοσοκομείου.



Σχήματα 9.12 & 9.13: Ανατολική και δυτική όψη του νοσοκομείου «Μεταξά» [75]

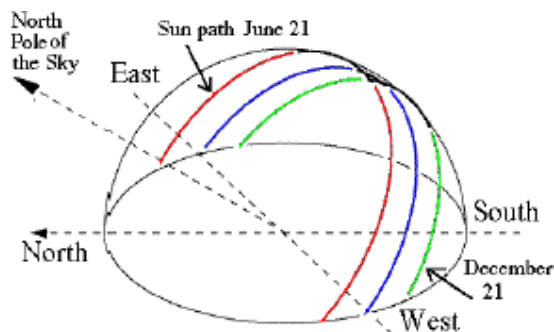
Η απόκλιση αυτή δεν έχει σημαντική επίδραση στην απόδοση των φωτοβολταϊκών καθώς ισχύει ότι:

Πίνακας 9.2: Μείωση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση εγκατάστασης [76]

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%

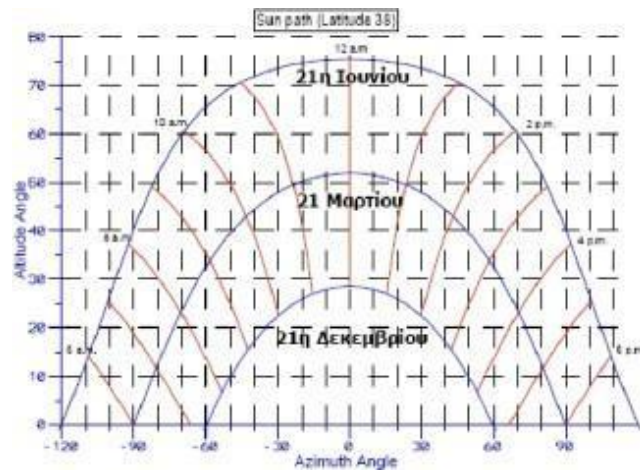
Για το βόρειο ημισφαίριο, η ιδανική κλίση ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου για τη μέγιστη ετήσια παραγωγή ενέργειας είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, ενώ η αζιμουθιακή γωνία πρέπει να είναι περίπου 0° (κατεύθυνση προς νότο). Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα, η μεγιστοποίηση της συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μια επιφάνεια με σταθερή κλίση επιτυγχάνεται με νότιο προσανατολισμό και κλίση περίπου 30°. Ως εκ τούτου, στην συγκεκριμένη εγκατάσταση, η κλίση των πλαισίων είναι 30°.

Για να προχωρήσουμε με την εγκατάσταση, πρέπει να γνωρίζουμε τον διαθέσιμο χώρο χωρίς σκιάσεις. Γι' αυτό, αρχικά πρέπει να υπολογίσουμε αν οι ταράτσες σκιάζονται από κοντινά κτήρια. Αυτός ο υπολογισμός είναι απαραίτητος για τη μεγιστοποίηση του οικονομικού κέρδους και απαιτεί τα φωτοβολταϊκά πλαίσια να εκτίθενται στην άμεση ηλιακή ακτινοβολία για τουλάχιστον 4 ώρες καθημερινά. Ο υπολογισμός των σκιάσεων θα γίνει για την 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο) και για την ηλιακή ώρα 10:00 π.μ.. Επιλέγεται αυτή η ημέρα επειδή ο ήλιος βρίσκεται στο χαμηλότερο ύψος, συνεπώς, οποιαδήποτε άλλη ημέρα, τα πλαίσια δεν θα σκιάζονται και έτσι θα λειτουργούν αποδοτικά. Μετά τις 10 π.μ. και πριν τις 2 μ.μ., ο ήλιος βρίσκεται σε υψηλότερο σημείο, οπότε τα πλαίσια δεν θα σκιάζονται επιπλέον.



Σχήμα 9.14: Κίνηση του ήλιου κατά την 21η Ιουνίου, 21 Μαρτίου και κατά την 21η Δεκεμβρίου [77]

Το σχήμα 7.1 μας δείχνει την κίνηση του ήλιου κατά την 21η Ιουνίου, 21 Μαρτίου και κατά την 21η 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 9.15: Μεταβολή του ηλιακού ύψους και της αζιμούθιας γωνίας ως προς το Νότο κατά τη διάρκεια των ηλιοστασίων και των ισημεριών στην περιοχή των Αθηνών [77]

Υπολογίζω την κλίση  $\beta$  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 9.1: Εξίσωση υπολογισμού της κλίσης  $\beta$  των ακτινών του ήλιου ως προς την ταράτσα

Όπου:

- $\beta$  (η γωνία) για το ύψος του Ήλιου στη συγκεκριμένη περιοχή και ώρα
- $\delta$  η ηλιακή απόκλιση της συγκεκριμένης ημερολογιακής ημέρας, όπου  $\delta = -23.45^\circ$  αφού βρισκόμαστε στο χειμερινό ηλιοστάσιο
- $\varphi$  το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής του Πειραιά, όπου για μας  $\varphi = 37^\circ 94' = 37.9^\circ$
- $\omega$  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  $\omega = -30^\circ$

Μετά από αντικατάσταση προκύπτει ότι  $\sin\beta = 0.38247 \Rightarrow \beta = 22.486^\circ$

Και για την σκίαση που μπορεί να προκύψει από την τοποθέτηση των ίδιων των φωτοβολταϊκών υπολογίζω την αζιμούθια γωνία η οποία στις 10πμ την 21η Δεκεμβρίου θα είναι:

$$\cos Z = (\sin\beta * \sin\varphi - \sin\delta) / (\cos\beta * \cos\varphi)$$

Εξίσωση 9.2: Εξίσωση υπολογισμού της αζιμούθιας γωνίας Z

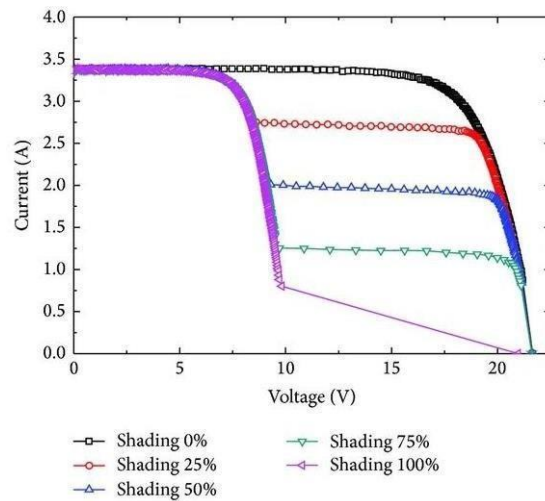
Με αντικατάσταση προκύπτει ότι  $\cos Z = 0.86$  και άρα  $Z = 29.7662^\circ$

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.



Πίνακας 9.3: Απώλεια ισχύος ανάλογα με την σκίαση[76]

Απώλειες από σκίαση		
Σκίαση	Ενδεικτική απώλεια ισχύος (1 strings x 9 modules)	Ενδεικτική απώλεια ισχύος (3 strings x 3 modules)
0.15%	-3.7%	-1.7%
2.6%	-16.5%	-7%
11.1%	-36.5%	-30.5%
12.5%	-18.3%	-17%



Σχήμα 9.16: Γραφική Αναπαράσταση Της Επίδρασης Της Σκίασης Στο Ηλιακό Σύστημα [78]

Ενώ στην συνέχεια, παρουσιάζονται οι επιφάνειες στις οποίες μπορούν να τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά.



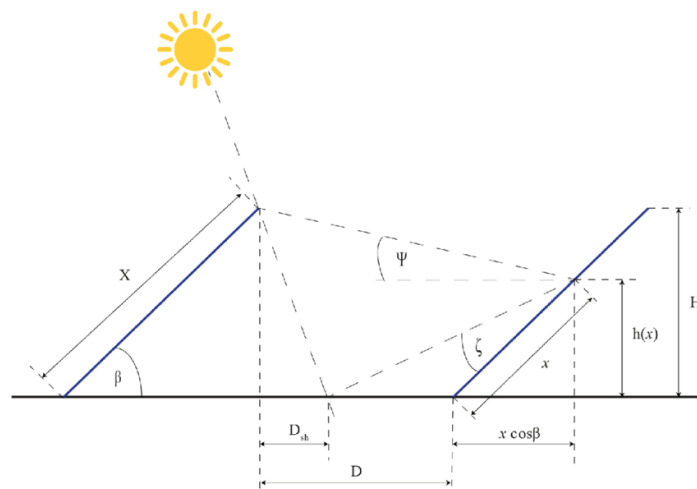
Σχήμα 9.17: Πανοραμική φωτογραφία γενικού νοσοκομείου «Μεταξά» με αριθμημένες τις επιφάνειες που θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά [75]

Όπως φαίνεται από την πανοραμική φωτογραφία γενικού νοσοκομείου «Μεταξά» οι 2 πτέρυγες (3&4) σκιάζονται από την κεντρική πτέρυγα. Αυτό βέβαια θα συμβαίνει μόνο τις πρωινές ώρες μέχρι ο ήλιος να είναι αρκετά ψηλά. Για αυτό τον λόγο θα υπολογίσουμε φωτοβολταϊκά για όλη την

επιφάνεια της κεντρικής πτέρυγας (1), της επιφάνειας 2 και της επιφάνειας 5 ενώ για τις επιφάνειες 3 και 4 θα τοποθετήσουμε λιγότερα φωτοβολταϊκά όπου δεν σκιάζονται από την κεντρική πτέρυγα.

1. Η ταράτσα της κεντρικής πτέρυγας καταλαμβάνει επιφάνεια  $1160 \text{ m}^2$ . Όπως φαίνεται υπάρχει και ένα στέγαστρο (επιφάνεια 5) στο οποίο μπορούν επίσης να τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά.
2. Η επιφάνεια 2 μπορεί να γεμίσει όλη με φωτοβολταϊκά. Η επιφάνεια είναι  $13 \cdot 14 = 182 \text{ m}^2$  σύμφωνα με τις κατόψεις.
3. Στην επιφάνεια 3 θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά σε  $12 \cdot 17.25 = 210 \text{ m}^2$
4. Στην επιφάνεια 4 θα τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά σε  $29 \cdot 30.8 = 893.2 \text{ m}^2$

Το επόμενο βήμα είναι να υπολογίσουμε το ύψος του πάνελ μας. Για αυτό θα χρειαστεί η γωνία κλίσης μεταξύ του πάνελ και του εδάφους, καθώς και το μήκος του πάνελ. Φυσικά, η γνώση του συγκεκριμένου μετρημένου ύψους κάνει τα πράγματα ευκολότερα, αλλά δυστυχώς στο στάδιο του σχεδιασμού σπάνια υπάρχουν τέτοιες πληροφορίες.



Σχήμα 9.18: Γεωμετρία υπολογισμού της απόστασης των φωτοβολταϊκών πλαισίων [79]

Χρησιμοποιήθηκε ο νόμος των ημιτόνων για να υπολογίσουμε το ύψος:

$$L / \sin 90^\circ = h / \sin(a)$$

Μετατρέποντας,

$$h = (L / \sin 90^\circ) * \sin(a)$$

Γνωρίζοντας το ύψος και τη γωνία ύψωσης του ήλιου προσδιορίζεται η ελάχιστη απόσταση μεταξύ των πάνελ:

$$D = h / \tan(H_s)$$

Σύμφωνα με μελέτες πιο απλά θα πρέπει το  $D > 2H$ . Σε αυτήν την περίπτωση το μήκος ( $X$ ) είναι  $2279 \text{ mm}$  ενώ το πλάτος είναι  $1134 \text{ mm}$ . Το

$$\eta_{30^\circ} = H/X \Rightarrow 0.5 = H/2.279 \text{ mm} \Rightarrow H = 1139.5 \text{ mm}. \text{ Πρέπει } D > 2H \text{ άρα } D > 2.279 \text{ mm}$$

Ακριβώς το ίδιο και για το δεύτερο ενδεχόμενο τοποθέτησης (πλαγιαστό φωτοβολταϊκό)  $D' > 1134 \text{ mm}$  [80]

### Προσομοίωση στο AutoCAD

Όπως παρουσιάστηκε και παραπάνω, υπάρχουν 5 επιφάνειες στην ταράτσα του κτηρίου που μπορούν να τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά. Για την πληρότητα της μελέτης, θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά και στις 2 πιθανές διατάξεις (κάθετα ή οριζόντια) και στις 5 επιφάνειες, προκειμένου

να διαπιστωθεί ποια από τις 2 επιλογές επιτρέπει την τοποθέτηση περισσότερων φωτοβολταϊκών σε κάθε επιφάνεια. Φυσικά, τα φωτοβολταϊκά θα τοποθετηθούν κοιτάζοντας προς τον Νότο, καθώς η Ελλάδα βρίσκεται πάνω από τον Ισημερινό και η μεγαλύτερη απόδοση επιτυγχάνεται με αυτόν τον προσανατολισμό.

Σε πρώτη φάση, θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά κάθετα και θα πρέπει να μετρηθούν οι αποστάσεις κάθετα μεταξύ των φωτοβολταϊκών για να μην σκιάζονται. Στον οριζόντιο άξονα θα υπάρχει απόσταση στα πλάγια, ώστε να μπορούν να μετακινούνται άνθρωποι αν υπάρχει ανάγκη. Έπειτα θα τοποθετήσουμε τα φωτοβολταϊκά οριζόντια και θα πρέπει να μετρήσουμε τις αποστάσεις κάθετα μεταξύ των φωτοβολταϊκών για να μην σκιάζονται χρησιμοποιώντας την παραπάνω γεωμετρία.

Έπειτα, θα τοποθετηθούν τα φωτοβολταϊκά οριζόντια και θα πρέπει να μετρηθούν οι αποστάσεις κάθετα μεταξύ των φωτοβολταϊκών για να μην σκιάζονται, χρησιμοποιώντας την παραπάνω γεωμετρία.

- Κάθετη διάσταση= $\sin 30^{\circ} * 2.279\text{m}$  και οριζόντια διάσταση= $1.134\text{m}$ . Απόσταση φωτοβολταϊκών  $2 * \eta\mu 30^{\circ} * 2.279 = 2.279\text{m}$



Σχήμα 9.19: Αποτελέσματα κάθετης τοποθέτησης

- Κάθετη διάσταση= $\sin 30^{\circ} * 1.134\text{m}$  και οριζόντια διάσταση= $2.279\text{m}$ . Απόσταση φωτοβολταϊκών  $2 * \eta\mu 30^{\circ} * 1.134 = 1.134\text{m}$



Σχήμα 9.20: Αποτελέσματα οριζόντιας τοποθέτησης



Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα φωτοβολταϊκά που χωράνε σε κάθε επιφάνεια από τις 5 με κάθε ένα από τους δύο τρόπους.

Πίνακας 9.4: Αριθμός πλαισίων ανάλογα με την τοποθέτηση τους

Επιφάνεια	Κάθετα τοποθετημένα	Οριζόντια τοποθετημένα
1	<b>123</b>	120
2	<b>29</b>	28
3	<b>31</b>	30
4	<b>117</b>	113
5	<b>22</b>	18

Συνεπώς, επιλέγονται **κάθετα τοποθετημένα** φωτοβολταϊκά για όλες τις επιφάνειες.

Έπειτα θα υπολογιστούν τα αποτελέσματα σε περίπτωση που αποφασιστεί να τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά σε όλες τις επιφάνειες

- Στην επιφάνεια 1 μαζί με την επιφάνεια 5 χωράνε  $123+22=145$  φωτοβολταϊκά δηλαδή  $150*550=79750$  W συνολική ισχύς
- Στην επιφάνεια 2 χωράνε 29 φωτοβολταϊκά δηλαδή  $29*550=15950$  W συνολική ισχύς
- Στην επιφάνεια 3 χωράνε 31 φωτοβολταϊκά δηλαδή  $31*550=17050$  W συνολική ισχύς
- Στην επιφάνεια 4 χωράνε 120 φωτοβολταϊκά δηλαδή  $117*550=64350$  W συνολική ισχύς

Ο inverter που χρησιμοποιήθηκε για αυτή τη μελέτη είναι ο παρακάτω:



Σχήμα 9.21: Inverter Huawei 185kW, on-grid, three-phase, 9 mppt, no display, no wifi [81]

Πίνακας 9.5: Αποτελέσματα μελέτης φωτοβολταϊκών με χρήση του λογισμικού BEMAT

Εγκατάσταση Φ/Β Συστήματος

	Ποσότητα	Τιμή Μονάδας (€)	Δαπάνη (€)
Φωτοβολταϊκά πλαίσια	322 *	179,0 *	57638 *
Μεταλλικές βάσεις στήριξης	322 *	36,0 *	11592 *
Σωληνώσεις κλπ.	322 *	3,0 *	966 *
Καλωδιώσεις	1100 *	1,0 *	1100 *
Μετατροπέας ισχύος	1 *	4794,0 *	4794 *
Μεταφορά, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία	1 *	2000,0 *	2000 *

Οικονομικοί Δείκτες

Εκτιμώμενο κόστος (€) *	78090
Απρόβλεπτες δαπάνες 9% (€) *	7028,1
Αξία μετά τις απρόβλεπτες δαπάνες (€) *	85118,1
Επιβάρυνση φόρου 24% (€) *	20428,34
Συνολικό κόστος (€) *	105546,44
Τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας (€/kWh) *	0,16
Ετήσιο όφελος (€) *	46282,55
Χρονικό διάστημα (έτη) *	25,0
Λειτουργικά έξοδα ανά έτος (€) *	0,0
Επιτόκιο αναγωγής (i) % *	0,05
Έντοκη περίοδος αποπληρωμής - ΕΠΑ *	2,28
Καθαρή παρούσα αξία - ΚΠΑ (€) *	1044030,12
Έσωτερικός βαθμός απόδοσης - ΕΒΑ % *	43,9

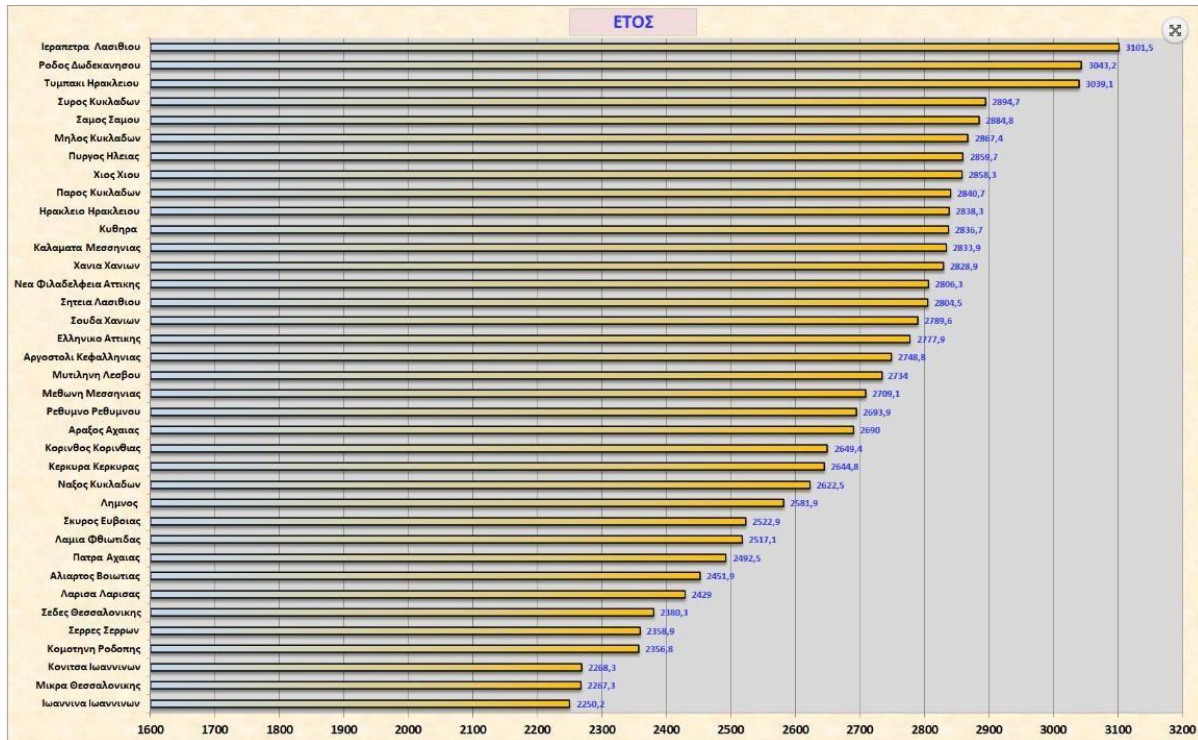
Ενεργειακοί δείκτες

Ισχύς ανά πλαίσιο (W) *	550,0
Βαθμός απόδοσης συλλεκτών (%) *	21,53
Κλίση τοποθέτησης (°) *	30,0
Χρήση Φ/Β	Και για τα δύο
Τύπος Φ/Β συστήματος	Μονοκρυσταλλικό
Επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών (m <sup>2</sup> )	2,584386
Χωρητικότητα συσσωρευτών αποθήκευσης (Ah <sub>g</sub> )	
Τάση συσσωρευτών (V)	400,0
Τύπος μετατροπέα (inverter)	0,0
Προσανατολισμός	Νότιος

### 9.4.1 11<sup>η</sup> επένδυση: Αποτελέσματα μελέτης φωτοβολταϊκών

Ένα φωτοβολταϊκό 550 W μπορεί να παράγει 2.2-2.7kWh σε μία μέρα αν είναι εκτεθειμένο 5 ώρες σε ηλιακό φως. Στην Ελλάδα δεν αποτελούν σπάνιο φαινόμενο οι ηλιόλουστες μέρες. Ας υποθέσουμε ότι σε μία μέρα παράγει 2.7 kWh κάθε φωτοβολταϊκό. Στην μελέτη υπολογίσαμε ότι μπορούν να τοποθετηθούν συνολικά 322 panels.

Πίνακας 9.6: ώρες ηλιοφάνειας/έτος [82]



Σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα η Νέα Φιλαδέλφεια Αττικής έχει κατά μέσο όρο 2806 ώρες ηλιοφάνεια τον χρόνο. Θα μπορούσαμε να υποθέσουμε ότι το ίδιο ισχύει και για τον Πειραιά αφού δεν απέχουν πολύ γεωγραφικά. Αυτό σημαίνει ότι κατά μέσο όρο το νοσοκομείο φωτίζεται από τον ήλιο  $2.806/365=7.6$  ώρες/μέρα!

Φυσικά, τις μέρες που βρέχει ή έχει συννεφιά δεν φωτίζεται αλλά αυτές οι πιθανότητες εμπεριέχονται στην έρευνα που παρουσιάστηκε. Κάποιες ώρες τα φωτοβολταϊκά μπορεί να παράγουν περισσότερη ενέργεια από όση χρειάζεται το νοσοκομείο αλλά αυτό μπορεί να ρυθμιστεί με το να πουλάει την περίσσεια σε κάποιον οργανισμό όπως η Δ.Ε.Η. με ένα σύστημα όπως το Net Metering.

**Θα ήταν λογικό, λοιπόν, να υποθέσουμε ότι πράγματι τα φωτοβολταϊκά θα παράγουν κατά μέσο όρο  $2.7*322=896$  kWh τη μέρα, λιγότερο από όσο πραγματικά παράγουν με βάση την έρευνα ωρών ηλιοφάνειας !**

**Αυτό σημαίνει ότι σε έναν χρόνο παράγουν για κατανάλωση από το νοσοκομείο ή για πώληση κατά μέσο όρο  $896*365=327040$ kWh !**

Το 2023 η συνολική κατανάλωση ρεύματος του νοσοκομείου ήταν 3.434.433 kWh. Άρα, με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πλαισίων, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση τουλάχιστον της τάξεως του 9,5%.

## 9.5 ZNX και φωτοβολταϊκά

Στην παραπάνω μελέτη, η ηλιακή ενέργεια αξιοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, οι ηλιακοί συλλέκτες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Επειδή όμως στα κτήρια που εξετάστηκαν δεν υπάρχει σημαντική ζήτηση για ζεστό νερό χρήσης, δεν έγινε μελέτη σχετικά με την εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα αυτό. Παρόλα αυτά, είναι σημαντικό να γίνει αναφορά σε αυτήν την τεχνολογία.

Τα συστήματα που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα και αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση, κλιματισμό ή παραγωγή ζεστού νερού χρήσης ονομάζονται ενεργητικά ηλιακά συστήματα. Αυτά 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 αναφέρονται ως ηλιακά συστήματα αέρα, είτε υγρό, που είναι η πιο διαδεδομένη κατηγορία και αναφέρονται ως ηλιακά συστήματα υγρού.

Τα ενεργητικά ή θερμικά ηλιακά συστήματα είναι ιδιαίτερα διαδεδομένα στην Ελλάδα, κυρίως για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν και σε οποιαδήποτε εφαρμογή απαιτεί θερμότητα χαμηλής θερμοκρασίας. Η χρήση της ηλιακής ενέργειας για ψύξη και κλιματισμό των χώρων κερδίζει συνεχώς έδαφος, διότι την εποχή που απαιτούνται ψυκτικά φορτία, η ηλιακή ακτινοβολία είναι αυξημένη. Η τεχνολογία των ηλιοθερμικών συστημάτων έχει εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό που πλέον αποτελεί ανταγωνιστική επιλογή συστήματος θέρμανσης έναντι των συμβατικών συστημάτων με λέβητα. Αυτό οφείλεται επίσης στην παράλληλη ανάπτυξη των συστημάτων θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών.

Τέτοια συστήματα περιλαμβάνουν το ενδοδαπέδιο σύστημα, το οποίο απαιτεί θερμοκρασία κάτω των 35°C, καθώς και τα θερμαντικά πάνελ που λειτουργούν γύρω στους 50°C. Σε αυτές τις χαμηλές θερμοκρασίες, οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες λειτουργούν με υψηλό βαθμό απόδοσης. Έτσι, οι λέβητες μπορούν πλέον να συμβάλουν οικονομικά στη θέρμανση χώρων, παράλληλα με την παραδοσιακή τους χρήση για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (ZNX).

Στην αγορά διατίθενται πλέον ηλιοθερμικά συστήματα για τη συνδυασμένη θέρμανση χώρων και την παραγωγή ZNX, γνωστά ως ηλιοθερμικά τύπου Combi. Αυτά τα συστήματα διακρίνονται από τα ηλιακά συστήματα που παράγουν μόνο ZNX, όσον αφορά τον τρόπο παραγωγής και αποθήκευσης του ζεστού νερού.

Τα συστήματα Combi πρέπει πάντα να συνδυάζονται με μια βοηθητική πηγή ενέργειας, καθώς η ηλιακή ενέργεια δεν είναι πάντα διαθέσιμη όταν χρειάζεται. Παρότι το θερμοδοχείο αποθηκεύει θερμότητα για τις ώρες όπου δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία, αυτή η αποθηκευτική ικανότητα δεν αρκεί για περιόδους παρατεταμένης συννεφιάς. Για αυτό το λόγο, απαιτείται η χρήση μιας συμπληρωματικής πηγής θερμότητας, συνήθως λέβητας πετρελαίου ή αερίου, που καλύπτει τις ανάγκες θερμότητας σε τέτοιες περιόδους.

## Κεφάλαιο 10 – Οικονομοτεχνική Μελέτη

### 10.1 Κριτήρια αξιολόγησης

Οι παρεμβάσεις μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ανάλογα με το κόστος τους σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες:

**A) Επεμβάσεις Οικιακής Φροντίδας:** Αυτά τα μέτρα αφορούν την τακτική συντήρηση και λειτουργία του κτιρίου χωρίς ειδική χρηματοδότηση. Δεν απαιτούν αρχικό κόστος ή διακοπή λειτουργίας και συνήθως περιλαμβάνουν μέτρα όπως το κλείσιμο του κλιματισμού και του φωτισμού όταν δεν χρησιμοποιούνται οι χώροι, διόρθωση των ρυθμίσεων θερμοκρασίας του κλιματισμού κλπ. Για να επιτύχουν αυτά τα μέτρα, είναι απαραίτητη η συνεχής ενημέρωση των χρηστών σχετικά με την ενεργειακή συμπεριφορά.

Παραδείγματα επεμβάσεων περιλαμβάνουν:

- Περιοδική συντήρηση και έλεγχος απόδοσης καυστήρα/λέβητα.
- Επισκευή ρωγμών, τοίχων, μηχανισμών, θερμομονωτικών στοιχείων και σφραγίσματος.
- Κλείσιμο θερμικών διόδων σε φρεάτια και κλιμακοστάσια.
- Ρύθμιση σκιάσεων σύμφωνα με την εποχή και τον προσανατολισμό του χώρου σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία.
- Χρήση φυσικού αερισμού κατά τη διάρκεια της νύκτας για φυσική ψύξη κατά τη ζεστή περίοδο του χρόνου.

**B) Επεμβάσεις Οικονομικής Επίλυσης:** Αυτά τα μέτρα χρηματοδοτούνται από τον υφιστάμενο προϋπολογισμό της διαχείρισης του κτιρίου και έχουν μικρό χρόνο απόσβεσης, μέχρι 24 μήνες. Συνδέονται με χαμηλού κόστους επενδύσεις και περιορισμένες διακοπές λειτουργίας του κτιρίου (π.χ. εγκατάσταση χρονοδιακοπών που απενεργοποιούν αυτόματα τα συστήματα, αντικατάσταση φθαρμένων λαμπτήρων φθορισμού T8 με ενεργειακά αποδοτικότερους T5 κ.λπ.).

Ορισμένα από αυτά περιλαμβάνουν:

- Κατάργηση περιττών ανοιγμάτων με ταυτόχρονη θερμική προστασία των επιφανειών.
- Αντικατάσταση φθαρμένων λαμπτήρων.
- Αντικατάσταση υαλοπινάκων με νέους διπλούς.
- Εφαρμογή φιλμ ή διατάξεων εσωτερικής σκίασης (π.χ. περσίδες, κουρτίνες) για περιορισμό του ηλιακού κέρδους.
- Εγκατάσταση αυτόματων μηχανισμών επαναφοράς θυρών.
- Αντικατάσταση θυρών με νέες με ειδική προστασία και μικρότερη θερμική αγωγιμότητα.
- Προσθήκη θερμομονωτικών στρώσεων σε τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας που βρίσκονται πίσω από θερμομαντικά σώματα κεντρικής θέρμανσης.
- Εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων στα θερμομαντικά σώματα για την τοπική ρύθμιση της θερμοκρασίας.

**Γ) Επεμβάσεις Ανακατασκευής:** Αυτά τα μέτρα έχουν υψηλό αρχικό κόστος και μεγάλο χρόνο απόσβεσης, καθώς και μεγάλη διάκριση λειτουργίας του κτιρίου (π.χ. προσθήκη κινητήρων μεταβλητής ταχύτητας, εγκατάσταση εξοπλισμού διόρθωσης του συντελεστή ισχύος, αντικατάσταση ψυκτών κ.λπ.).

Ορισμένα από αυτά περιλαμβάνουν:

- Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας, οροφής, δαπέδων, πυλώνων.
- Θερμομόνωση θερμογεφυρών (υποστυλώματα, δοκοί, τοίχοι κ.λπ.).
- Μείωση του όγκου θέρμανσης-ψύξης σε χώρους υπερβολικού ύψους (π.χ. ενσωμάτωση ψευδοροφών).
- Εγκατάσταση εξωτερικών σταθερών ή κινητών διατάξεων σκίασης (π.χ. τέντες, παντζούρια, κινητά ή σταθερά σκίαστρα κ.λπ.).
- Προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης και φωτισμού (π.χ. τοίχοι μάζας Trombe, θερμοσιφωνικά πάνελ, ηλιακοί χώροι-θερμοκήπια, ανοίγματα για φυσικό φωτισμό, αγωγοί φυσικού φωτός κ.λπ.).

Τα μέτρα ενεργειακής βελτίωσης προβλέπουν διάφορες δράσεις για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε διάφορους τομείς. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά παραδείγματα δράσεων που μπορούν να υλοποιηθούν:

#### **1. Κτιριακό Κέλυφος:**

- Βελτίωση μόνωσης των τοίχων και της οροφής.
- Εγκατάσταση ενεργειακών παραθύρων και προστασία από τον ήλιο.
- Αναβάθμιση των συστημάτων στεγανοποίησης και αερισμού.

#### **2. Συστήματα Εξαερισμού και Κλιματισμού:**

- Αναβάθμιση σε πιο αποδοτικά συστήματα κλιματισμού και εξαερισμού.
- Χρήση συστημάτων αυτόματου ελέγχου θερμοκρασίας και χρονικού προγραμματισμού.

#### **3. Συστήματα Ψύξης:**

- Αναβάθμιση σε πιο αποδοτικά και φιλικά προς το περιβάλλον ψυκτικά συστήματα.
- Χρήση συστημάτων ψύξης που χρησιμοποιούν φυσικά αέρια ως ψυκτικά μέσα.

#### **4. Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός:**

- Αναβάθμιση σε LED φωτισμό για μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.
- Εγκατάσταση αισθητήρων κίνησης για αυτόματη ενεργοποίηση/απενεργοποίηση των φώτων.

#### **5. Συστήματα Θερμότητας:**

- Αναβάθμιση σε αποδοτικότερα συστήματα θέρμανσης όπως θερμότητα από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- Χρήση θερμοσυσσωρευτών για αποθήκευση θερμότητας και εξοικονόμηση ενέργειας.

#### **6. Εναλλακτικές Δυνατότητες Εξοικονόμησης Ενέργειας:**

- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών ή αιολικών συστημάτων για παραγωγή ανανεώσιμης ενέργειας.



- Χρήση τεχνολογιών εκμετάλλευσης αποβλήτων ως πηγές ενέργειας.

Η χρηματοοικονομική ανάλυση αυτών των μέτρων εστιάζει στην αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας και την εξέταση του βέλτιστου συνδυασμού κόστους και οφέλους. Αυτό συχνά απαιτεί τη χρήση οικονομικών όρων όπως ο Χρόνος Απόσβεσης, οι Καθαρές Παρούσες Αξίες και οι Εσωτερικοί Συντελεστές Απόδοσης.

Τα οικονομικά κριτήρια αποτελούν σημαντικά εργαλεία για την αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας ενός έργου ενεργειακής βελτίωσης. Ας εξετάσουμε πιο αναλυτικά τα κύρια οικονομικά μεγέθη που χρησιμοποιούνται σε αυτό το πλαίσιο:

1. **Χρόνος Απόσβεσης (ΧΑ):** Ο χρόνος απόσβεσης αντιπροσωπεύει τον χρόνο που απαιτείται για να αντισταθμιστούν οι αρχικές επενδύσεις μέσω των ετήσιων ή μηνιαίων εξοικονομήσεων στο κόστος ενέργειας. Υπολογίζεται ως ο λόγος της αρχικής επένδυσης προς το ετήσιο όφελος.
2. **Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ):** Η καθαρή παρούσα αξία αντιπροσωπεύει το συνολικό καθαρό οικονομικό όφελος ενός έργου ενεργειακής βελτίωσης, λαμβάνοντας υπόψη τις δαπάνες και τα έσοδα κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του έργου. Υπολογίζεται ως η διαφορά μεταξύ των συνολικών εσόδων και δαπανών, συνήθως αποκαθίσταται στον παρόν χρόνο.
3. **Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (ΕΣΑ):** Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης είναι το επιτόκιο για το οποίο το καθαρό παρόν αξίας των εσόδων είναι ίσο με το αρχικό κόστος του έργου. Αποτελεί ένα μέτρο της αποδοτικότητας της επένδυσης και επιτρέπει τη σύγκριση της με άλλες εναλλακτικές επενδύσεις.

Με τη χρήση αυτών των οικονομικών κριτηρίων, είναι δυνατό να αξιολογηθεί η οικονομική εφικτότητα και βιωσιμότητα των επενδύσεων σε ενεργειακή απόδοση. Η κατανόηση αυτών των μεγεθών είναι ζωτικής σημασίας για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την υλοποίηση των μέτρων βελτίωσης και την ανάθεση των έργων επιθεώρησης.

### 10.1.1 Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)

Ο τύπος υπολογισμού είναι ο εξής [83]:

$$ΚΠΑ = \sum_{t=1}^N \left( \frac{\text{Ταμειακές Εισροές}}{(1+r)^t} - \text{Αρχική Επένδυση} \right)$$

Όπου:

- ✓ t= Χρονική Περίοδος
- ✓ N= Χρονική Διάρκεια της Επένδυσης
- ✓ r= Προεξοφλητικό Επιτόκιο

Τα βήματα για τον υπολογισμό της ΚΠΑ είναι:

- Καθορισμός όλων των ταμειακών ροών που συνδέονται με ένα έργο ή μια επένδυση καθώς και το χρονικό διάστημα κατά το οποίο αυτές θα προκύψουν. Οι ταμειακές ροές μπορεί να είναι είτε θετικές (εισροή χρημάτων), είτε αρνητικές (εκροές χρημάτων/δαπάνες).
- Καθορισμός του κατάλληλου προεξοφλητικού επιτοκίου, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό της Παρούσας Αξίας των μελλοντικών ταμειακών ροών.
- Άθροισμα της Παρούσας Αξίας όλων των ταμειακών ροών, τόσο θετικών όσο και αρνητικών για τον υπολογισμό της ΚΠΑ και κατ' επέκταση της κερδοφορίας της επένδυσης.

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%.

### 10.1.2 Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ)

Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ) αντιπροσωπεύει το επιτόκιο που καθιστά την καθαρή παρούσα αξία των εσόδων ίση με την καθαρή παρούσα αξία των δαπανών. Ουσιαστικά, είναι το επιτόκιο που καθορίζει την απόδοση μιας επένδυσης, εξισώνοντας το καθαρό όφελος της επένδυσης με το κόστος της.

Συνθήκη υπολογισμού Εσωτερικού Βαθμού Απόδοσης:

$$KMA(d=EBA)=0$$

Για τον προσδιορισμό της βιωσιμότητας της επένδυσης ισχύει:

- Για ΕΒΑ > d, η επένδυση κρίνεται αποδεκτή
- Για ΕΒΑ < d, η επένδυση κρίνεται μη αποδεκτή
- Για ΕΒΑ = d, η αποδοχή ή μη της επένδυσης είναι στην κρίση του επενδυτή

Το κριτήριο του ΕΒΑ 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.

### 10.1.3 Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ)

Το κριτήριο της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (ΕΠΑ) αναφέρεται στο χρονικό διάστημα που απαιτείται για να εξοφληθεί η αρχική επένδυση, συμπεριλαμβανομένων των τόκων που θα μπορούσαν να κερδιστούν από μια εναλλακτική επένδυση του αρχικού κεφαλαίου. Για τον υπολογισμό της ΕΠΑ, λύνουμε την παρακάτω εξίσωση.

Συνθήκη υπολογισμού Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής:

$$KMA(N=EMA)=0$$

Μια επένδυση θεωρείται οικονομικά βιώσιμη όταν η τιμή της Έντοκης Περιόδου Αποπληρωμής (ΕΠΑ) ικανοποιεί τις προσδοκίες του επενδυτή ως προς τον χρόνο που απαιτείται για την εξόφλησή της. Συνήθως, μια επένδυση θεωρείται βιώσιμη εάν η ΕΠΑ είναι μικρότερη από την αναμενόμενη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

Η διαχρονική μείωση της αξίας του χρήματος απορρέει από το γεγονός ότι τα χρήματα που διαθέτει κανείς σήμερα έχουν μεγαλύτερη αξία από τα ίδια χρήματα που θα λάβει στο μέλλον, λόγω πληθωρισμού. Αυτό συμβαίνει επειδή τα χρήματα που μπορούν να επενδυθούν σήμερα θα μπορούσαν να αποφέρουν κέρδη μέχρι τη στιγμή που θα ληφθούν τα μελλοντικά χρήματα.

Για να ληφθεί υπόψη αυτή η διαχρονική μείωση της αξίας του χρήματος, χρησιμοποιείται ο συντελεστής προεξόφλησης (ΣΠ). Αυτός ο συντελεστής εφαρμόζεται στο μελλοντικό κόστος ή όφελος και υπολογίζεται με την παρακάτω σχέση. Εξίσωση υπολογισμού Συντελεστή Προεξόφλησης:

$$\Sigma M = 1 / (1 + r)^v$$

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.

## 10.2 Αξιολόγηση δράσεων εξοικονόμησης

Αφού παρουσιάστηκαν λεπτομερώς τα χαρακτηριστικά των κτηρίων και οι μελέτες που διεξήχθησαν τόσο στα υφιστάμενα συστήματα όσο και στις προτεινόμενες ενέργειες, αυτή η παράγραφος θα εστιάσει στα οικονομικά δεδομένα των συγκεκριμένων δράσεων. Παράλληλα, θα γίνει σχολιασμός και της σκοπιμότητας της εφαρμογής τους. Πολύ σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι σε όλες τις κερδοφόρες επενδύσεις ή Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (ΕΠΑ) είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της της επένδυσης!

### 1η δράση - Εγκατάσταση Μετρητών Κατανάλωσης

Αυτή η δράση, αν και δεν έχει παρουσιαστεί νωρίτερα, είναι από τις πιο σημαντικές. Λόγω της έλλειψης μετρητών στην εγκατάσταση, η εποπτεία και η διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας είναι δύσκολη. Για το λόγο αυτό, είναι σημαντικό να εγκατασταθούν μετρητές τόσο στους κεντρικούς πίνακες στο μηχανοστάσιο όσο και στους πίνακες στους ορόφους. Υπάρχουν διάφορα συστήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, τα οποία εκτός από την καταγραφή της ενέργειας, επιτρέπουν και τη διαχείριση διάφορων συστημάτων, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως. Ωστόσο, υπάρχουν και πιο άμεσες λύσεις για την 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 και μετρά το ρεύμα που διέρχεται από αυτές. Χρησιμοποιεί ασύρματη σύνδεση Wi-Fi για την αποστολή και λήψη των ηλεκτρικών δεδομένων κατανάλωσης σε πραγματικό χρόνο από οποιαδήποτε ηλεκτρονική συσκευή (smartphone, tablet ή PC). Τα δεδομένα καταγράφονται σε διακομιστή σύννεφου (cloud) ή μπορούν να σταλούν σε τοπικό server, παρέχοντας τη δυνατότητα γραφημάτων και σύγκρισης καταναλώσεων, ώστε οι αναφορές να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες του χρήστη. Δεν απαιτείται ειδική εγκατάσταση, όπως δείχνει και η παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 10.2: Τα μηχανήματα της WIBEEE για μονοφασικό πίνακα και τριφασικό [84]

Αυτά τα μηχανήματα είναι αρκετά ακριβά επειδή δεν χρειάζεται να τοποθετηθούν όπως οι ασφάλειες στον πίνακα. Οπότε, είναι χρήσιμα σε περίπτωση που δεν υπάρχει άλλος χώρος μέσα στον πίνακα για να τοποθετηθεί κανονικός μετρητής κατανάλωσης ενέργειας. Αν υπάρχει χώρος τότε προτείνονται οι παρακάτω 2 μετρητές για μονοφασικό και τριφασικό πίνακα της εταιρίας GEYER που λειτουργούν και με Wi-Fi.



Σχήμα 10.3 : Το μηχανήμα της GEYER για μονοφασικό πίνακα [85]



Σχήμα 10.4: : Το μηχανήμα της GEYER για τριφασικό πίνακα [86]

## 2η δράση - Βάψιμο εσωτερικής τοιχοποιίας

Αυτή η δράση δεν αφορά τόσο την εξοικονόμηση ενέργειας, αν και τελικά μπορεί να προκύψει εξοικονόμηση χάρη στη χρήση αισθητήρων παρουσίας. Όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη παράγραφο, το χρώμα των τοίχων παίζει καθοριστικό ρόλο για τον σωστό φωτισμό του χώρου. Όσο πιο ανοιχτά είναι τα χρώματα, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντανάκλαση του φωτός, και άρα τόσο περισσότερο φως διαχέεται στους χώρους. Οι μελέτες φωτισμού έγιναν με συγκεκριμένες αποχρώσεις που προσομοιάζουν τις πραγματικές αποχρώσεις των χώρων.

## 3<sup>η</sup> δράση - Καινούρια κλιματιστικά

Αυτή η δράση χωρίζεται σε 6 διαφορετικές επενδύσεις. Όπως προκύπτει από την παρακάτω μελέτη όλες οι επενδύσεις είναι συμφέρουσες εκτός από την τελευταία που δεν είναι κερδοφόρα. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια: η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι μεγαλύτερη από το μηδέν ( $KPA > 0$ ), ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ) είναι μεγαλύτερος από το κόστος κεφαλαίου ( $EBA > d$ ), και η Περίοδος Απόσβεσης της Επένδυσης (ΕΠΑ) είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Παρόλα αυτά, η δράση αυτή κατατάσσεται στις λιγότερο αποδοτικές σε σύγκριση με τις υπόλοιπες.

Πίνακας 10.1: Αξιολόγηση επενδύσεων κλιματισμού

Επένδυση	1	2	3	4	5	6
BTU	9000	12000	18000	22000	24000	50000
πλήθος	28	170	150	4	16	17
Ετήσια κατανάλωση παλαιών (kWh)	63429.77	513479.05	679604.63	22150.08	96654.88	142633.07
Ετήσια Κατανάλωση νέων (kWh)	47868.45	387506.54	512876.3	16715.97	72942.41	107640.71
Κόστος(€)	9352	24833.9	105000	3516	2246.43	38189.31
Ετήσιο όφελος(€)	2427.57	19651.71	26009.62	847.72	3699.15	5458.81
Καθαρή παρούσα αξία - ΚΠΑ (€)	14923.7	171683.2	155096.2	4961.2	25311.5	-38189.31
Έσωτερικός βαθμός απόδοσης - EBA %	22.6	78.9	21.2	20.4	29.3	0
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)	4.045033	1.326887	4.238816	4.354976	0.637647	0
Κερδοφόρα επένδυση	✓	✓	✓	✓	✓	X

#### 4η δράση - Εγκατάσταση θερμοστατικών κεφαλών

Αυτή η δράση είναι μία από τις πιο συμφέρουσες και υλοποιήσιμες. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια: η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι μεγαλύτερη από το μηδέν (ΚΠΑ > 0), ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) είναι μεγαλύτερος από το κόστος κεφαλαίου (EBA > d), και η Περίοδος Απόσβεσης της Επένδυσης (ΕΠΑ) είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Το κόστος της επένδυσης είναι ιδιαίτερα μικρό και το όφελος από την εγκατάσταση του συστήματος είναι σημαντικό. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι σχεδόν μηδαμινός. Επιπλέον, αυτή η δράση μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα.

Πίνακας 10.2: 7<sup>η</sup> επένδυση/ Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης θερμοστατικών κεφαλών

Κόστος επένδυσης (€)	20000
Όφελος (€)	15000
Χρονικό διάστημα (έτη)	10
Λειτουργικά έξοδα (€)	0
Επιτόκιο αναγωγής (i)	0.05
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) (€)	95826.02
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA)(%)	74.717
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)	1.4

#### 5η δράση - Εγκατάσταση ρυθμιστών διαφορικής πίεσης

Αυτή η δράση είναι πολύ συμφέρουσα. Αφορά το σύνολο της εγκατάστασης, γεγονός που αποδεικνύει τα μακροχρόνια οφέλη της. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια: η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι μεγαλύτερη από το μηδέν (ΚΠΑ > 0), ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA)

είναι μεγαλύτερος από το κόστος κεφαλαίου ( $EBA > d$ ), και η Περίοδος Απόσβεσης της Επένδυσης (ΕΠΑ) είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Το κόστος της επένδυσης είναι ιδιαίτερα μικρό και το όφελος από την εγκατάσταση του συστήματος είναι σημαντικό. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι σχεδόν μηδαμινός. Επιπλέον, αυτή η δράση μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα.

Πίνακας 10.3: 8<sup>η</sup> επένδυση/ Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης ρυθμιστών διαφορικής πίεσης

<b>Κόστος επένδυσης (€)</b>	788€
<b>Όφελος (€)</b>	1500€
<b>Χρονικό διάστημα (έτη)</b>	10
<b>Λειτουργικά έξοδα (€)</b>	0
<b>Επιτόκιο αναγωγής (i)</b>	0.05
<b>Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) (€)</b>	10794.6
<b>Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) (%)</b>	190.35
<b>Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)</b>	0.5516

#### 6η δράση - Εγκατάσταση συστήματος καιρικής αντιστάθμισης

Αυτή η δράση είναι στις 4 πιο συμφέρουσες και σίγουρα η πιο υλοποιήσιμη από όλες όσες μελετήθηκαν. Αφορά το σύνολο της εγκατάστασης, κάτι που αποδεικνύει τα μακροχρόνια οφέλη της. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια: η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι μεγαλύτερη από το μηδέν ( $ΚΠΑ > 0$ ), ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) είναι μεγαλύτερος από το κόστος κεφαλαίου ( $EBA > d$ ), και η Περίοδος Απόσβεσης της Επένδυσης (ΕΠΑ) είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Το κόστος της επένδυσης είναι ιδιαίτερα μικρό και το όφελος από την εγκατάσταση του συστήματος είναι σημαντικό. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι σχεδόν μηδαμινός. Τέλος, αυτή η δράση μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα.

Πίνακας 10.4: 9<sup>η</sup> επένδυση/ Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης συστήματος καιρικής αντιστάθμισης

<b>Κόστος επένδυσης (€)</b>	2400
<b>Όφελος (€)</b>	37500
<b>Χρονικό διάστημα (έτη)</b>	30
<b>Λειτουργικά έξοδα (€)</b>	0
<b>Επιτόκιο αναγωγής (i)</b>	0.05
<b>Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) (€)</b>	287165.06
<b>Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) (%)</b>	1562.5
<b>Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)</b>	0.0672

#### 7η δράση - Εγκατάσταση φωτιστικών LED

Αυτή η δράση είναι η πιο συμφέρουσα με βάση το ΚΠΑ. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια: η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι μεγαλύτερη από το μηδέν ( $ΚΠΑ > 0$ ), ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA) είναι μεγαλύτερος από το κόστος κεφαλαίου ( $EBA > d$ ) και η Περίοδος Απόσβεσης της Επένδυσης (ΕΠΑ) είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Αν και το κόστος της επένδυσης δεν είναι ιδιαίτερα μικρό, τα μακροπρόθεσμα οφέλη είναι πολύ μεγάλα. Με αυτή τη δράση, η κατανάλωση φωτισμού μειώθηκε κατά 37%. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι οι τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς είναι λιανικής, οπότε το πραγματικό κόστος της επένδυσης ενδέχεται να είναι μικρότερο. Παρά ταύτα, ακόμη και με τις τρέχουσες τιμές, η δράση προκύπτει ιδιαίτερα συμφέρουσα.



Πίνακας 10.5: 10<sup>η</sup> επένδυση/ Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης φωτιστικών LED

<b>Κόστος επένδυσης (€)</b>	100000
<b>Όφελος (€)</b>	57000
<b>Χρονικό διάστημα (έτη)</b>	10
<b>Λειτουργικά έξοδα (€)</b>	0
<b>Επιτόκιο αναγωγής (i)</b>	0.05
<b>Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) (€)</b>	340138.89
<b>Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ) (%)</b>	56.347
<b>Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)</b>	1.84

### 8η δράση - Εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας

Η δράση αυτή είναι πράγματι από τις πιο συμφέρουσες. Πληρούνται και τα τρία οικονομικά κριτήρια, καθώς η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) είναι μεγαλύτερη από το μηδέν (ΚΠΑ > 0), ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ) είναι μεγαλύτερος από το κόστος κεφαλαίου (ΕΒΑ > d), και η Περίοδος Απόσβεσης της Επένδυσης (ΕΠΑ) είναι μικρότερη από τον χρόνο ζωής της επένδυσης. Επιπλέον, το κόστος της επένδυσης είναι ιδιαίτερα μικρό και το όφελος από την εγκατάσταση του συστήματος είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι σχεδόν μηδαμινός, και τέλος, αυτή η δράση μπορεί να πραγματοποιηθεί άμεσα.

Πίνακας 10.6: 11<sup>η</sup> επένδυση/ Οικονομοτεχνική μελέτη εγκατάστασης αισθητήρων

<b>Κόστος επένδυσης (€)</b>	8283.6
<b>Όφελος (€)</b>	9000
<b>Χρονικό διάστημα (έτη)</b>	10
<b>Λειτουργικά έξοδα (€)</b>	0
<b>Επιτόκιο αναγωγής (i)</b>	0.05
<b>Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) (€)</b>	81469.39
<b>Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ) (%)</b>	108.579
<b>Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)</b>	0.96642

### 9η δράση - Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πλαισίων

Η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών είναι μια δράση με ιδιαίτερα μεγάλα οικονομικά οφέλη και πολύ υψηλή Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ). Όπως προέκυψε από την οικονομοτεχνική μελέτη που παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα αποτελέσματα για αυτή τη δράση είναι:

Πίνακας 10.7: Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής μελέτης εγκατάστασης φωτοβολταϊκών

<b>Κόστος επένδυσης (€)</b>	105546.44
<b>Όφελος (€)</b>	46282.55
<b>Χρονικό διάστημα (έτη)</b>	25
<b>Λειτουργικά έξοδα (€)</b>	0
<b>Επιτόκιο αναγωγής (i)</b>	0.05
<b>Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) (€)</b>	1044030.12
<b>Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ) (%)</b>	43.9
<b>Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)</b>	2.28

Η δράση αυτή είναι ιδιαίτερα συμφέρουσα καθώς πολλοί οργανισμοί υποστηρίζουν τη χρήση της πράσινης ενέργειας στις κτηριακές και νοσοκομειακές εγκαταστάσεις, μειώνοντας αισθητά το κόστος

της επένδυσης. Παρά το γεγονός ότι το αρχικό κόστος είναι το υψηλότερο από όλες τις δράσεις που παρουσιάζονται, τα μακροπρόθεσμα οικονομικά οφέλη είναι εξαιρετικά σημαντικά.

### 10.3 Τελικά αποτελέσματα

Στον παρακάτω πίνακα θα παρουσιαστούν τα τελικά αποτελέσματα των πιθανών:

Πίνακας 10.8: Πίνακας τελικών αποτελεσμάτων

Αριθμός επένδυσης	Επένδυση	Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) (€) [87]	Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ) (%) [88]	Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (ΕΠΑ) (έτη)	Σειρά επενδύσεων κλιματιστικών	Σειρά επενδύσεων βάση ΚΠΑ
1	Καινούρια κλιματιστικά 9000 BTU	14923.7	22.6	4.045033	4	12
2	Καινούρια κλιματιστικά 12000 BTU	171683.2	78.9	1.326887	1	4
3	Καινούρια κλιματιστικά 18000 BTU	155096.2	21.2	4.238816	2	5
4	Καινούρια κλιματιστικά 22000 BTU	4961.2	20.4	4.354976	5	14
5	Καινούρια κλιματιστικά 24000 BTU	25311.5	29.3	0.637647	3	10
6	Καινούρια κλιματιστικά 50000 BTU	-38189.31	0	0	-	-
7	Εγκατάσταση θερμοστατικών κεφαλών	95826.02	74.717	1.4		8
8	Εγκατάσταση ρυθμιστών διαφορικής πίεσης	10794.6	190.351	0.5516		13
9	Εγκατάσταση συστήματος καιρικής αντιστάθμισης	287165.06	1562.5	0.0672		3
10	Εγκατάσταση φωτιστικών LED	340138.89	56.347	1.84		2
11	Εγκατάσταση αισθητήρων παρουσίας	81469.39	108.579	0.96642		9
12	Τοποθέτηση φωτοβολταϊκών	1044030.12	43.9	2.28		1

#### Σχόλια

- Η εγκατάσταση συστήματος καιρικής αντιστάθμισης είναι η πιο συμφέρουσα βάση ΕΒΑ και αυτό είναι αναμενόμενο λόγω του χαμηλού κόστους και του τεράστιου κέρδους που προσφέρει.
- Όπως έγινε ξεκάθαρο σε όλη την εργασία δεν έγιναν υπολογισμοί με βάση το κόστος τοποθέτησης. Φυσικά, αν λαμβάναμε υπόψη αυτό το κόστος είναι πολύ πιθανό η σειρά των επενδύσεων να ήταν διαφορετική. Για παράδειγμα, η τοποθέτηση φωτιστικών LED που με τα τωρινά δεδομένα είναι πρώτη θα έχει ένα από τα μεγαλύτερα κόστη τοποθέτησης. Το ίδιο ισχύει και για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και νέων κλιματιστικών.

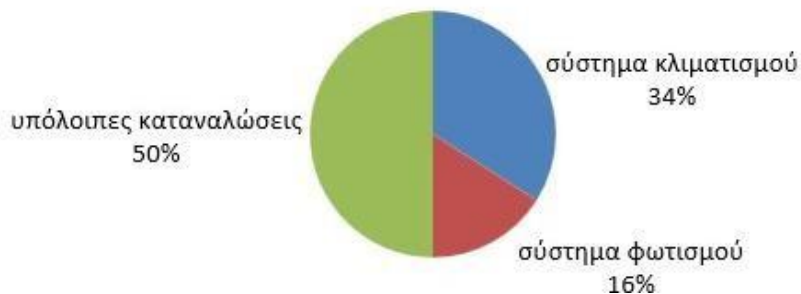
- Επίσης, πολύ σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι δεν έχει συμπεριληφθεί στον τελευταίο πίνακα η δράση συντήρησης του κεντρικού κλιματισμού που σίγουρα είναι μία επένδυση κερδοφόρα για το νοσοκομείο.
- Με τον τρόπο που παρουσιάζεται ο πίνακας 10.8 η Τεχνική Υπηρεσία μπορεί να κρίνει μία επένδυση με βάση τα 3 κριτήρια αξιολόγησης που παρουσιάστηκαν σε αυτό το κεφάλαιο και ανάλογα με κάποια πιθανή μελλοντική χρηματοδότηση να κρίνει ποια είναι η καταλληλότερη την δεδομένη χρονική στιγμή.
- Σε όσες δράσεις χρειάστηκε να γίνουν παραδοχές, έγιναν τρόπο που «υποβάθμιζε» την απόδοση των προτεινόμενων δράσεων και αυτό για να αποδειχθεί ότι και πάλι είναι κερδοφόρες. Έτσι, είναι πολύ πιθανό αν πραγματοποιηθεί κάποια από αυτές τις επενδύσεις να παρατηρηθούν αποδόσεις πολύ μεγαλύτερες από αυτές που έχουμε υποθέσει!

Σύμφωνα με την προγενέστερη μελέτη, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν πολυάριθμες δράσεις που μπορούν να υλοποιηθούν στο Νοσοκομείο Μεταξά. Ορισμένες από αυτές απαιτούν ελάχιστο αρχικό κεφάλαιο, άλλες θα αποσβεστούν πολύ γρήγορα, ενώ κάποιες θα βελτιώσουν τη λειτουργικότητα των χώρων και την εργασία των υπαλλήλων. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτές οι δράσεις αποτελούν αντικείμενο προκαταρκτικής μελέτης και ως εκ τούτου, πριν την εφαρμογή τους, απαιτείται μελέτη από εξειδικευμένους μηχανικούς για κάθε εγκατάσταση.

Αν υλοποιηθούν όλες αυτές οι δράσεις, η εξοικονόμηση ενέργειας θα φτάσει το 45% στον φωτισμό, το 40% στη θέρμανση και το 25% στον κλιματισμό. Με αυτόν τον τρόπο, η νοσοκομειακή εγκατάσταση μπορεί να γίνει πιο πράσινη από ποτέ με λίγες μόνο δράσεις.

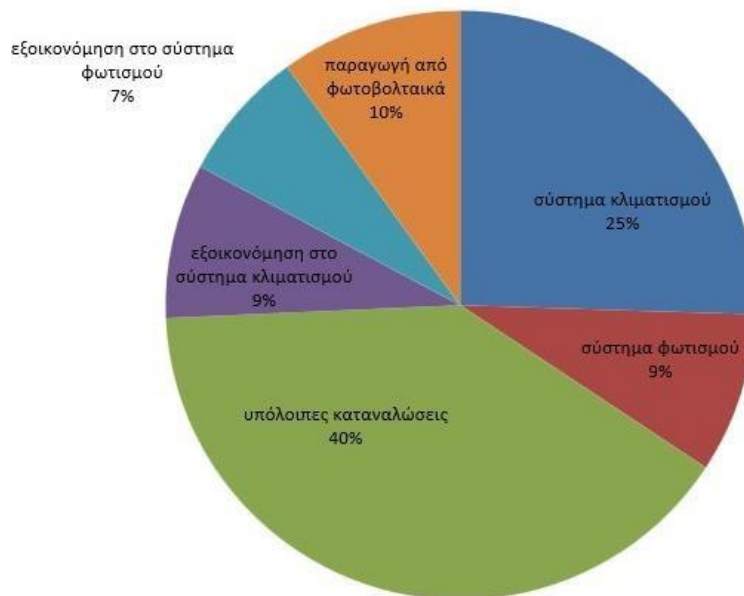
#### 10.4 Τελικά συμπεράσματα για εξοικονόμηση ηλεκτρικού ρεύματος

Σύμφωνα με το σχήμα 4.7, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας του συστήματος κλιματισμού αντιστοιχεί σε περίπου 34% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Το σύστημα φωτισμού και οι πρίζες αντιστοιχούν σε περίπου 21% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας, ενώ το σύστημα ισχύος αντιστοιχεί σε 13% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Τα υπόλοιπα συστήματα αντιστοιχούν σε 32% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Η κατανάλωση ενέργειας του κλιματισμού και του φωτισμού αποτελεί περισσότερο από το μισό της συνολικής κατανάλωσης.



Σχήμα 10.5: Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος πριν τις επενδύσεις φωτοβολταϊκών, φωτισμού και κλιματισμού

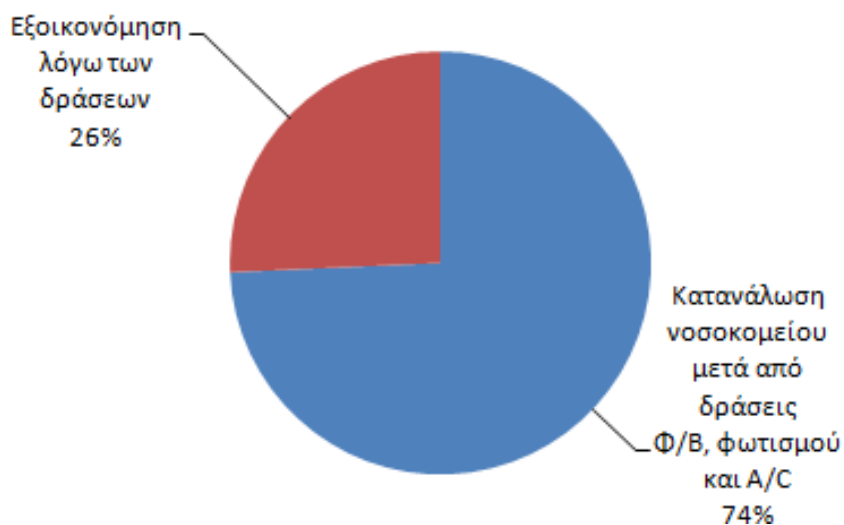
Η παρακάτω πίτα απεικονίζει την κατανομή της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας μετά από επενδύσεις σε φωτοβολταϊκά συστήματα, φωτισμό και κλιματισμό. Η μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας προέρχεται από τις "υπόλοιπες καταναλώσεις" που αποτελούν το 40% του συνόλου. Το σύστημα κλιματισμού καταναλώνει το 25% της ενέργειας, ενώ το σύστημα φωτισμού το 9%. Η εξοικονόμηση στο σύστημα κλιματισμού και η εξοικονόμηση στο σύστημα φωτισμού αντιπροσωπεύουν το 9% και το 7% αντίστοιχα. Τέλος, η παραγωγή από φωτοβολταϊκά συμβάλλει κατά 10% στην συνολική κατανάλωση ενέργειας.



Σχήμα 10.6: Κατανομή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας μετά τις δράσεις φωτισμού, κλιματισμού και εγκατάστασης φωτοβολταϊκών

Στο ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζεται η συνολική εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας:

### Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας

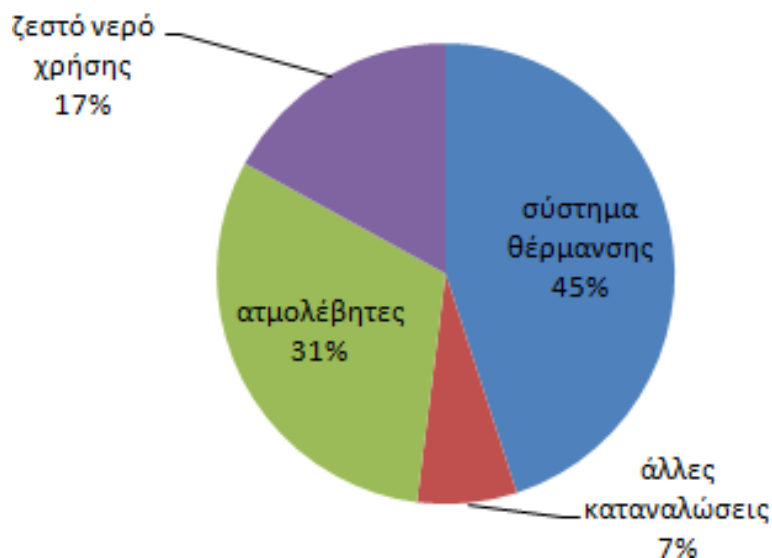


Σχήμα 10.7: Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας μετά τις δράσεις φωτισμού και κλιματισμού

## 10.5 Τελικά συμπεράσματα για εξοικονόμηση φυσικού αερίου

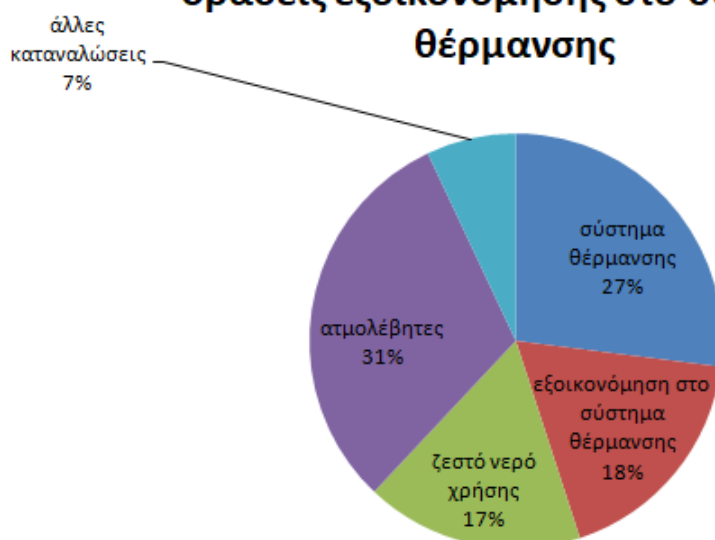
Σύμφωνα με το σχήμα 4.8, η κατανάλωση αερίου του νοσοκομείου για το σύστημα θέρμανσης τον χειμώνα αντιστοιχεί σε περίπου 45% της συνολικής κατανάλωσης αερίου. Η κατανάλωση αερίου για το ζεστό νερό χρήσης αντιστοιχεί σε 17%, ενώ αυτή των ατμολεβήτων αντιστοιχεί σε 31%. Η διαχείριση της λειτουργίας εξοικονόμησης ενέργειας των λεβήτων ζεστού νερού και των ατμολεβήτων θα αποτελέσει προτεραιότητα.

### Κατανάλωση φυσικού αερίου



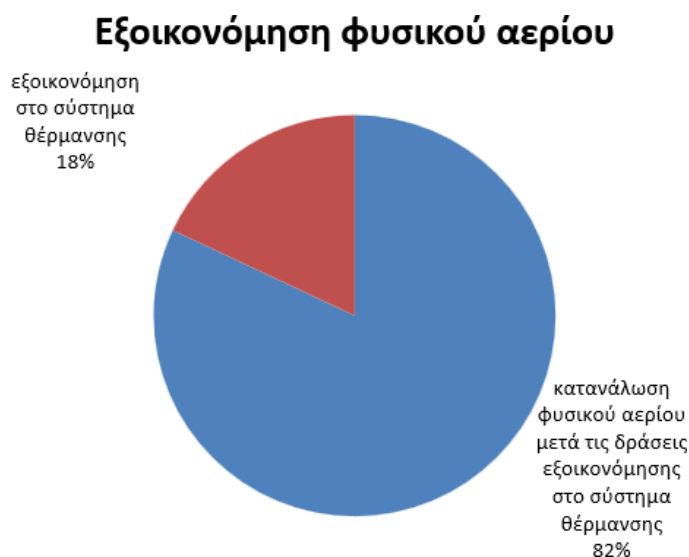
Σχήμα 10.8: Κατανάλωση φυσικού αερίου

### Κατανάλωση φυσικού αερίου μετά τις δράσεις εξοικονόμησης στο σύστημα θέρμανσης



Σχήμα 10.9: Κατανάλωση φυσικού αερίου μετά τις δράσεις εξοικονόμησης στο σύστημα θέρμανσης

Στο ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζεται η συνολική εξοικονόμηση φυσικού αερίου:

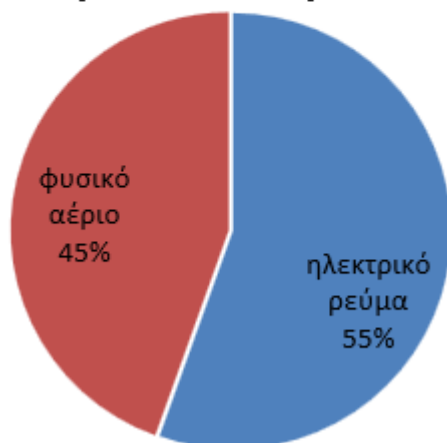


Σχήμα 10.10: Εξοικονόμηση φυσικού αερίου μετά τις δράσεις εξοικονόμησης στο σύστημα θέρμανσης

## 10.6 Τελικά συμπεράσματα και παράδειγμα εξοικονόμησης χρημάτων τυχαίου έτους

Το σχήμα παρουσιάζει μια πίτα γραφήματος που συγκρίνει τα ποσοστά ισχύος (kWh) ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου πριν από οποιαδήποτε δράση. Το διάγραμμα δείχνει ότι το 55% της κατανάλωσης αντιστοιχεί σε κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ το 45% αντιστοιχεί σε κατανάλωση φυσικού αερίου.

### Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας/Κατανάλωση φυσικού αερίου



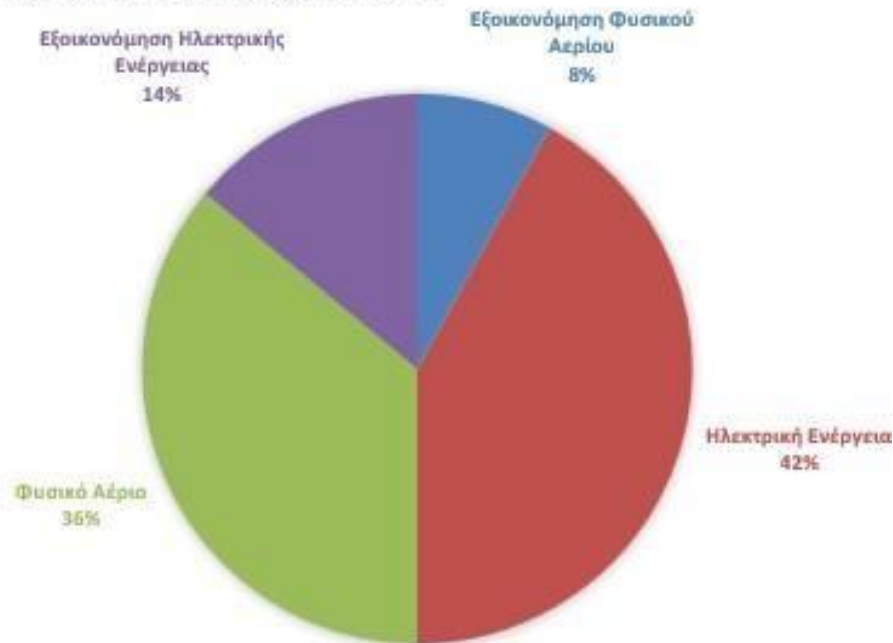
Σχήμα 10.11: Ποσοστιαία σύγκριση φυσικού αερίου με ηλεκτρικό ρεύμα

Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει μια πίτα γραφήματος που απεικονίζει τα ποσοστά εξοικονομούμενης ισχύος από φυσικό αέριο και ηλεκτρικό ρεύμα αφού έχουν γίνει όλες οι δράσεις για εξοικονόμηση ενέργειας. Το διάγραμμα δείχνει ότι το 42% της κατανάλωσης αντιστοιχεί σε



ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ το 36% αντιστοιχεί σε φυσικό αέριο. Επιπλέον, παρουσιάζεται η εξοικονομούμενη ισχύς, με 14% να αντιστοιχούν στην εξοικονόμηση ηλεκτρικού ρεύματος και 8% στην εξοικονόμηση φυσικού αερίου. Αυτά τα δεδομένα δείχνουν τη σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας που επιτυγχάνεται μέσω των δράσεων εξοικονόμησης, με το ηλεκτρικό ρεύμα να παραμένει η κύρια πηγή ενέργειας, αλλά με μειωμένο ποσοστό κατανάλωσης. Η γραφική αυτή απεικόνιση είναι κρίσιμη για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των ενεργειακών δράσεων και για τη λήψη αποφάσεων που στοχεύουν στη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας και τη μείωση του ενεργειακού αποτυπώματος.

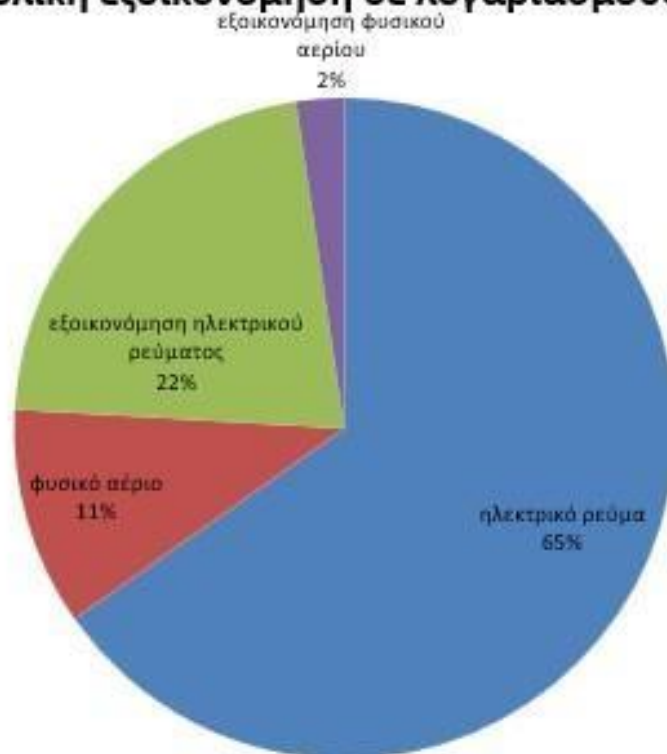
## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ



Σχήμα 10.12: Εξοικονομούμενη Ισχύς

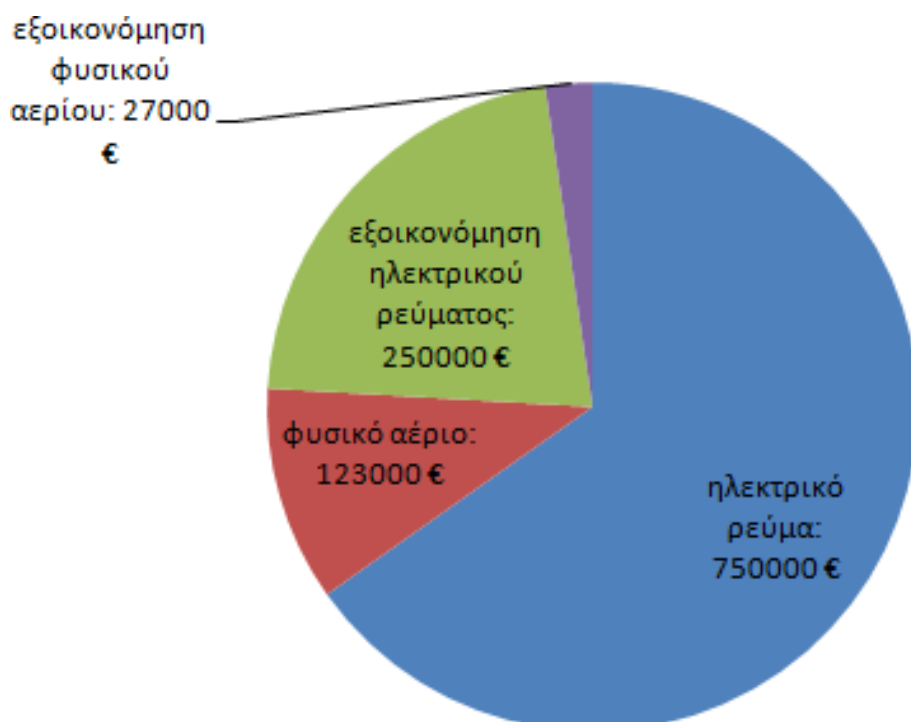
Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει μια πίτα γραφήματος που απεικονίζει την εξοικονόμηση χρημάτων ανά έτος, με συνολική εξοικονόμηση 24%. Το διάγραμμα δείχνει ότι το 65% της κατανάλωσης αντιστοιχεί σε ηλεκτρικό ρεύμα, ενώ το 11% αντιστοιχεί σε φυσικό αέριο. Επιπλέον, παρουσιάζεται η εξοικονόμηση χρημάτων από την εξοικονόμηση ηλεκτρικού ρεύματος (22%) και φυσικού αερίου (2%). Αυτά τα δεδομένα δείχνουν την επίδραση των ενεργειακών δράσεων στην οικονομική εξοικονόμηση, με το μεγαλύτερο μέρος της εξοικονόμησης να προέρχεται από το ηλεκτρικό ρεύμα. Η γραφική αυτή απεικόνιση είναι κρίσιμη για την αξιολόγηση της οικονομικής απόδοσης των ενεργειακών δράσεων και για τη λήψη αποφάσεων που στοχεύουν στη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας και στη μείωση του ενεργειακού κόστους. **Λόγω της μεγάλης διαφοράς τιμής του ηλεκτρικού ρεύματος και φυσικού αερίου επιτεύχθηκε συνολική εξοικονόμηση χρημάτων της τάξεως του 24% τον χρόνο!**

## Συνολική εξοικονόμηση σε λογαριασμούς 24%



Σχήμα 10.13: Εξοικονόμηση χρημάτων ανά έτος

Παρακάτω θα χρησιμοποιηθεί το παράδειγμα που παρουσιάστηκε σε μερικά κεφάλαια της εργασίας. Έστω ότι μία χρονιά ο λογαριασμός ηλεκτρικού ρεύματος είναι 100000 ευρώ και του φυσικού αερίου είναι 150000 ευρώ. Τότε επιτυγχάνουμε εξοικονόμηση 277000€!



Σχήμα 10.14: Εξοικονομούμενα ευρώ λόγω των δράσεων στο υποθετικό παράδειγμα

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Νέα Ενέργειες, “Χρήση ενέργειας στα νοσοκομεία,” Ημερησία, para. 2, [Online], Available: <https://www.imerisia.gr/epiheiriseis/energeia/>. [Accessed: Jun. 10, 2024].
- [2] Ιστορία νοσοκομείου Μεταξά, “Ιστορία νοσοκομείου Μεταξά,” [Online], Available: <https://www.metaxa-hospital.gov.gr/nosokomeio/istoria/>. [Accessed: Feb. 4, 2024].
- [3] “Διαχείριση Ενέργειας & Περιβαλλοντική πολιτική”, Ιωάννης Ψαρράς, Αθήνα 2010
- [4] “Βιομηχανικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις” Τόμος Ι, “Κτηριακές ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις”, Π.Δ. Μπούρκας, Αθήνα 2012.
- [5] “Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων και Βιομηχανιών”, Σταμάτης Δ. Πέρδιος, ΣΕΛΚΑ-4Μ, Αθήνα 2006
- [6] Χρήση ενέργειας στα νοσοκομεία, “How Hospitals Use Energy,” Facilities Net, para. 2, [Online], Available: <https://www.facilitiesnet.com/energyefficiency/article/How-Hospitals-Use-Energy--16905>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [7] Ενεργειακή αναβάθμιση νοσοκομείων μέσω ΕΣΠΑ, “Ενεργειακή αναβάθμιση 68 νοσοκομείων της χώρας μέσω ΕΣΠΑ,” Ναυτεμπορική, para. 3, [Online], Available: <https://www.naftemporiki.gr/finance/1315241/energeiaki-anavathmisi-68-nosokomeion-tis-choras-meso-espai/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [8] Ενεργειακή αναβάθμιση νοσοκομείων ΕΣΥ, “Τα νοσοκομεία του ΕΣΥ που αναβαθμίζονται ενεργειακά με πόρους της Πολιτικής Συνοχής της ΕΕ,” Energypress, para. 4, [Online], Available: <https://energypress.gr/index.php/news/ta-nosokomeia-toy-esy-poy-anavathmizontai-energeiaka-me-poroys-tis-politikis-synohis-tis-ee>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [9] Επιστημονικά άρθρα (ScienceDirect): <https://www.sciencedirect.com/science/article>
- [10] ΚΕΝΑΚ: Υ.Α. Δ6/Β/οικ. 5825/2010 (ΦΕΚ 407/Β` 9.4.2010). Retrieved from [https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/407b\\_2010.1423739423093.pdf](https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/407b_2010.1423739423093.pdf)
- [11] Υ.Α. ΔΕΠΕΑ/οικ.178581/2017, (ΦΕΚ 2367/Β/12.7.2017). Retrieved from [https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/2367b\\_17.1499950504761.pdf](https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/2367b_17.1499950504761.pdf)
- [12] Υ.Α. ΔΕΠΕΑ/οικ. 170472/2018, (ΦΕΚ 181/Β/26.1.2018). Retrieved from [https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/181b\\_2018.1517828555673.pdf](https://www.elinyae.gr/sites/default/files/2019-07/181b_2018.1517828555673.pdf)
- [13] Τ.Ο.ΤΕ.Ε 20701-1: “Αναλυτικές εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον υπολογισμό της Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και την Έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης”. Retrieved from <https://portal.tee.gr/portal/page/portal/tptee/totee/TOTEE-20701-1-Final-%D4%C5%C5-3rd%20edition.pdf>
- [14] “Φωτοτεχνία”, 2η έκδοση, Φραγκίσκος Β. Τοπαλής, Λάμπρος Οικονόμου, Σταυρούλα Κουρτέση, Εκδόσεις Τζιόλα, Αθήνα 2014.
- [15] Πλατφόρμα Διαχείρισης Ενέργειας, ΕΜΠ <https://energymanagement.epu.ntua.gr/>
- [16] “Συμβουλές για κλιματιστικά,” [Online], Available: <https://klimatistika.wordpress.com/2016>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [17] “Θέρμανση,” [Online], Available: <https://thermansipress.gr/thermansi/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [18] “Εξοπλισμός κλιματισμού (AlphaClima),” [Online], Available: <https://alphaclima.gr/store/archives/25853>.

[Accessed: Jul. 24, 2024].

- [19] “R-22 Freon phaseout timeline,” [Online], Available: <https://www.belred.com/blog/r-22-freon-phaseout-timeline/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [20] “Εγχειρίδιο νοσοκομείου Μεταξά,” [Online], Available: <https://www.metaxa-hospital.gov.gr/wp-content/uploads/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [21] “Κλιματιστικό Tesla Inverter 9000 BTU,” Skrouz, para. 2, [Online], Available: <https://www.skrouz.gr/mp/191489197/Tesla-TA27FFUL-0932IAW-Klimatistiko-Inverter-9000-BTU-A-A-me-WiFi.html>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [22] “Κλιματιστικό Tesla Inverter 12000 BTU,” Skrouz, para. 2, [Online], Available: <https://www.skrouz.gr/mp/145184432/Tesla-TA36FFLL-1232IA-Klimatistiko-Inverter-12000-BTU-A-A.html>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [23] “Κλιματιστικό Tesla Inverter 18000 BTU,” Skrouz, para. 2, [Online], Available: <https://www.skrouz.gr/mp/145184452/Tesla-TA53FFLL-1832IA-Klimatistiko-Inverter-18000-BTU-A-A.html>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [24] “Κλιματιστικό Toyotomi Hiro Eco 22000 BTU,” Skrouz, para. 2, [Online], Available: <https://www.skrouz.gr/s/13190398/Toyotomi-Hiro-Eco-HTN-HTG-721R32-Klimatistiko-Inverter-22000-BTU-A-A-me-Ionisti-kai-WiFi.html#shops>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [25] “Κλιματιστικό CHIQ Inverter 24000 BTU,” Skrouz, para. 2, [Online], Available: <https://www.skrouz.gr/mp/200835535/CHIQ-24OB-Klimatistiko-Inverter-24000-BTU-A-A-me-Ionisti-kai-WiFi.html>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [26] “Κλιματιστικό Sendo Artemis,” BestPrice, para. 2, [Online], Available: <https://www.bestprice.gr/item/2156229041/sendto-artemis-sfsu-50dmaart.html>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [27] “LinkedIn Pulse articles,” LinkedIn, para. 2, [Online], Available: <https://www.linkedin.com/pulse/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [28] “Research publications,” ResearchGate, para. 2, [Online], Available: <https://researchgate.net/publication/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [29] “Απόδοση λεβήτων,” Thermansi, para. 2, [Online], Available: <http://thermanshi.org/kentriki-thermanshi/eidi-leviton/vathmos-apodosis-leviton/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [30] “Εθνικό Σχέδιο Ανάκαμψης (Greece 2.0),” [Online], Available: <https://greece20.gov.gr/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [31] “Καυστήρας αερίου Riello,” AlphaClima, para. 2, [Online], Available: <https://www.alphaclimagr.gr/product/862517/riello-rls38-kaystiras-aerioy.html>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [32] “Χειροκίνητη κεφαλή θερμοστάτη,” Skrouz, para. 2, [Online], Available: <https://www.skrouz.gr/s/39701710/BC-T20-CHeirokiniti-THermostatiki-Kefali-gia-Soma-Kalorifer.html>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [33] “Θερμοστατικός διακόπτης,” CoolAndHeat, para. 2, [Online], Available: <https://coolandheat.gr/thermostatikoi-diakoptes-disoliniou-monosoliniou/thermostatikos-diakoptyis-goniakos-brassform-703>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [34] “Βαλβίδα ελέγχου Siemens,” ControlsTraders, para. 2, [Online], Available: <https://www.controlstraders.com/siemens-vpi46-pressure-independent-control-valve-d>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [35] “Προϊόντα τηλεθέρμανσης,” Telethermanshi, para. 2, [Online], Available: <https://www.telethermanshi.gr/el-gr/Products.aspx?ElementID=4f573b72-5bd7-4f5d-8275->

- [9a1dc655416d](#). [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [36] "Αντιστάθμιση θέρμανσης," AESOP, para. 2, [Online], Available: <https://aesop.iep.edu.gr/sites/default/files/filla-ergasias/antistathmisi.pdf>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [37] "Siemens Building Technologies," HIT, para. 2, [Online], Available: <https://hit.sbt.siemens.com/RWD/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [38] "Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021," ΤΕΕ, para. 2, [Online], Available: <https://web.tee.gr/wp-content/uploads/TOTEE-20701-7-2021.pdf>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [39] "Φωτοτεχνία", Φραγκίσκος Β. Τοπαλής, Λάμπρος Οικονόμου και Σταυρούλα Κουρτέση. Αθήνα 2018
- [40] "Πληροφορίες για λαμπτήρες LED," [Online]. Available: <https://www.leditnow.gr/ti-einai-thermokrasia-hromatos-poia-lampa-na-dialekso.html>
- [41] "Υπηρεσίες PGS," [Online]. Available: <https://pgs.com.cy/el/>
- [42] "Προϊόν φωτισμού Gewiss GWF1611MN830," [Online]. Available: <https://www.gewiss.com/al/en/products/product.1000003.1006649.GWF1611MN830>
- [43] "Προϊόν φωτισμού Gewiss GWF1610MT840," [Online]. Available: <https://www.gewiss.com/al/en/products/product.1000003.1008545.GWF1610MT840>
- [44] "Προϊόν φωτισμού Gewiss GWS3123AP840," [Online]. Available: <https://www.gewiss.com/ww/en/products/product.1000003.1006864.GWS3123AP840>
- [45] "Προϊόν φωτισμού Gewiss GWS3223AT940," [Online]. Available: <https://www.gewiss.com/ww/en/products/product.1000003.1006864.GWS3223AT940>
- [46] "Modular φωτιστικό Carina," [Online]. Available: <https://www.advancelighting.co.uk/wp-content/uploads/2021/02/PC7-Carina-Modular-600-1.pdf>
- [47] "Modular LED φωτιστικό Glamox," [Online]. Available: <https://www.glamox.com/en-gb/pbs/products/indoor/modular/c35228165/>
- [48] "Panel φωτιστικό Kosnic," [Online]. Available: <https://kosnic.com/product-category/panel-modular-luminaire/kali-standard/>
- [49] Φωτομετρικές ασκήσεις Ε.Μ.Π.  
[file:///D:/Downloads/PHOTOMETRY%20EXERCISES%20\(1\).pdf](file:///D:/Downloads/PHOTOMETRY%20EXERCISES%20(1).pdf)
- [50] "Παράγοντας συντήρησης φωτιστικών," Trilux, para. 3, [Online], Available: <https://www.trilux.com/en/lighting-practice/indoor-lighting/general-requirements/maintenance-factor/luminaire-maintenance-factor/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [51] "Παράγοντας συντήρησης λαμπτήρων LED," Trilux, para. 3, [Online], Available: <https://www.trilux.com/en/lighting-practice/indoor-lighting/general-requirements/maintenance-factor/lamp-maintenance-factor-of-an-led-luminaire/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].

- [52] “Philips φωτιστικό panel LED 60x60,” Kafkas, para. 2, [Online], Available: [https://www.kafkas.gr/fotismos/epangelmatikos-fotismos/fotistika-panels-60x60/philips-fotistiko-panel-led-60x60-34w-230v-lefko\\_303391/](https://www.kafkas.gr/fotismos/epangelmatikos-fotismos/fotistika-panels-60x60/philips-fotistiko-panel-led-60x60-34w-230v-lefko_303391/). [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [53] “Προϊόντα ηλεκτρολογικού εξοπλισμού,” Skrekis, para. 2, [Online], Available: <https://www.skrekis.gr/el/products/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [54] “LED φωτιστικό panel 60x60,” Meidanis, para. 2, [Online], Available: <https://www.meidanis.gr/el/fotistiko-panel-led-eco-60x60-36w-4000k-3240lm-02-75386648.html>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [55] “LED SMD Panel Trego 25W,” Socket, para. 2, [Online], Available: <https://www.socket.gr/led-panel-kremasta-xoneuta-epitoixia/12362-led-smd-panel-trego-25w-90-4000k>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [56] “Φωτιστικά προϊόντα,” Public, para. 2, [Online], Available: <https://www.public.gr/product/home/fotismos/>. [Accessed: Jul. 24, 2024]
- [57] “Στεγανό φωτιστικό Resisto 1200,” Meidanis, para. 2, [Online], Available: <https://www.meidanis.gr/el/fotistiko-stegano-resisto-1200-ip66-4800lm-840-fusiko-leuko-44-0010211.html>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [58] “Κύρια σελίδα Meidanis,” Meidanis, para. 2, [Online], Available: <https://www.meidanis.gr/el/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [59] “Επαγγελματικός στεγανός φωτισμός,” Kafkas, para. 2, [Online], Available: <https://www.kafkas.gr/fotismos/epangelmatikos-fotismos/fotistika-stegana/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [60] “Κύρια σελίδα Kafkas,” Kafkas, para. 2, [Online], Available: <https://www.kafkas.gr/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [61] “Τεχνικές οδηγίες θέρμανσης,” TEE, para. 2, [Online], Available: <https://web.tee.gr/wp-content/uploads/TOTEE-20701-7.pdf>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [62] “Ανάπτυξη Συστήματος Αυτόματης Προσαρμογής Του Τεχνητού Φωτισμού Με Στόχο Τη Βέλτιστη Εκμετάλλευση Του Φυσικού Φωτισμού”, Λάμπρος Δούλος , Αθήνα 2010
- [63] Προϊόντα φωτισμού  
<https://www.ledison.gr/>
- [64] Wikipedia  
<https://el.wikipedia.org>
- [65] “Φωτοβολταϊκά συστήματα από τη θεωρία στην πράξη”, Κωσταντίνος Θ. Δέρβος, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα 2013
- [66] “Οικονομικές ειδήσεις,” Η Καθημερινή, para. 2, [Online], Available: <https://www.kathimerini.gr/economy>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [67] “Παγκόσμια προοπτική ηλιακής ενέργειας,” Solar Power Europe, para. 2, [Online], Available: <https://www.solarpowereurope.org/insights/outlooks/global-market-outlook-for-solar-power-2023-2027/detail>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [68] “Χάρτες ηλιακής ενέργειας,” Solargis, para. 2, [Online], Available: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/europe>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [69] “Λεπτομέρειες για thin-film PV,” PV Thin, para. 2, [Online], Available: <http://pvthin.org/what-is-thin-film-pv/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].



- [70] “Μέλλον της ηλιακής φωτοβολταϊκής ενέργειας,” IRENA, para. 2, [Online], Available: <https://www.irena.org/publications/2019/Nov/Future-of-Solar-Photovoltaic>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [71] “Ινστιτούτο Fraunhofer ISE,” [Online], Available: [www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de). [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [72] “Όδηγός φωτοβολταϊκών,” HELAPCO, para. 2, [Online], Available: [https://helapco.gr/pdf/PV\\_Guide\\_Aug\\_2013.pdf](https://helapco.gr/pdf/PV_Guide_Aug_2013.pdf). [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [74] “Ηλιακά προϊόντα,” Sunen, para. 2, [Online], Available: <https://eshop.sunen.gr/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [75] Google Maps  
<https://www.google.com/maps/place/>
- [76] “Ερωτήσεις και απαντήσεις για ηλιακές στέγες,” HELAPCO, para. 2, [Online], Available: [https://www.helapco.gr/ims/file/oikiaka/Solar\\_Roofs\\_Q&A\\_16July2013%281%29.pdf](https://www.helapco.gr/ims/file/oikiaka/Solar_Roofs_Q&A_16July2013%281%29.pdf). [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [77] “Διαχείριση ενέργειας σε νοσοκομειακές εγκαταστάσεις, Εφαρμογή στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο Αθηνών”, Κασαπίδου Μαρία, Αθήνα 2016.
- [78] “Επίδραση σκίασης σε ηλιακά συστήματα,” DSN Solar, para. 2, [Online], Available: <https://gr.dsnsolar.com/info/shading-effect-on-output-of-solar-pv-system-50734279.html>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [79] “Γεωμετρία PV συστοιχιών,” ResearchGate, para. 2, [Online], Available: [https://www.researchgate.net/figure/Arrangement-and-geometry-of-PV-arrays-obscuring-angle-ps-the-angle-between-the\\_fig1\\_349043534](https://www.researchgate.net/figure/Arrangement-and-geometry-of-PV-arrays-obscuring-angle-ps-the-angle-between-the_fig1_349043534). [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [80] “Υπολογισμός ελάχιστης απόστασης PV πάνελ,” EasySolar, para. 2, [Online], Available: <https://easysolar.app/en/ufaqs/how-to-calculate-the-minimum-distance-between-pv-panels/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [81] “Inverter SUN2000-185KTL,” Senetic, para. 2, [Online], Available: <https://www.senetic.gr/product/SUN2000-185KTL->. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [82] “Στατιστικά ηλιοφάνειας για Ελλάδα,” Meteology, para. 2, [Online], Available: <https://www.meteology.gr/statistika-iliofaneias-gia-tin-ellada/#!prettyPhoto>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [83] “Καθαρή παρούσα αξία,” Euretirio, para. 2, [Online], Available: <https://euretirio.com/kathari-parousa-axia-κρα-npv/>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [84] “Προϊόντα KNX MDT,” KNX MDT, para. 2, [Online], Available: <https://www.knx-mdt.gr/abante/index.php?rt=product/category&path=114>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [85] “Μετρητής ενέργειας 1 φάσης,” Kafkas, para. 2, [Online], Available: <https://www.kafkas.gr/aftomatismos-ktiriou/ylika-kleiston-protokollon/yliko-ragas/rele/geyer-metritis-energeias-1-fasikos-60a->. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [86] “Τριφασικός μετρητής ενέργειας,” Kafkas, para. 2, [Online], Available: [https://www.kafkas.gr/ilektrologika/iliko-ragas/metrisi/ilektronika-organa/ilektronikoi-metrites-energeias/geyer-metritis-kilovatoras-kwh-trifasikos-100a\\_293572/](https://www.kafkas.gr/ilektrologika/iliko-ragas/metrisi/ilektronika-organa/ilektronikoi-metrites-energeias/geyer-metritis-kilovatoras-kwh-trifasikos-100a_293572/). [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [87] “Υπολογιστής καθαρής παρούσας αξίας,” CalculateStuff, para. 2, [Online], Available: <https://www.calculatestuff.com/financial/npv-calculator>. [Accessed: Jul. 24, 2024].
- [88] “Υπολογιστής εσωτερικής απόδοσης,” CalculateStuff, para. 2, [Online], Available: <https://www.calculatestuff.com/financial/irr-calculator>. [Accessed: Jul. 24, 2024].

## Παράρτημα Α

Στο Παράρτημα Α παρουσιάζονται οι αναλυτικοί πίνακες αποτελεσμάτων της μελέτης φωτισμού όπως προέκυψαν από το πρόγραμμα ReluxPro. Οι στήλες των παρακάτω πινάκων μαζί με τις συντομογραφίες τους είναι:

- Αριθμός δωματίου (Α.Δ.)
- Χώρος κάτοψης (Χ.Κ.)
- Λαμπτήρας 28W (Λ. 28W)
- Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού 20W (Σ.Λ.Φ. 20W)
- Φωτιστικό 120cm\*40cm με 2 λαμπτήρες T8 36W (2\*T8 36W)
- Φωτιστικό 60cm\*60cm με 4 λαμπτήρες T8 18W (4\*T8 18W)
- Συνολική Φωτεινή Ροή (Σ.Φ.Ρ. (lm))
- Συνολική Ισχύς (Σ.Ι. (W))
- $W/m^2$
- Μέση ένταση φωτισμού (Em (lx))
- Ομοιομορφία φωτισμού (Uo)

Τα όρια για Uo επιλέχθηκαν σύμφωνα με ΤΟΤΕΕ 20701-7. Χρησιμοποιήθηκαν οι κατώτερες τιμές 0.4 & 0.6 όπως προτείνεται για τους συγκεκριμένους χώρους.

0.6: Χώροι προσωπικού, Εργαστήρια, γραφεία και κύριοι χώροι νοσοκομείου

0.4: Διάδρομοι κίνησης, Αρχείο, Υπνοδωμάτια

Αναλυτικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού 4<sup>ου</sup> Υπογείου:

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	$W/m^2$	Em (lx)	Uo
401	ΧΩΡΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ		8	152	5.43	561	0.63
402	ΧΩΡΟΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ	2	12	152	3.23	306	0.41
403	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ	1	2	38	4.46	320	0.41
404	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ/ΧΩΡΟΣ/ ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ		5	114	5.31	447	0.05
405	ΧΩΡΟΣ UPS	1		25	5.89	235	0.85
406	ΙΚΡΙΩΜΑΤΑ ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ		4	114	5.03	537	0.66
407	ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΔΕΗ		4	76	2.88	345	0.42
	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ			25	4.78	219	0.83
	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ			50	5.36	320	0.82
	W.C.			25	7.08	250	0.87
	<b>ΠΛΗΘΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ</b>	4	35				
	<b>ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ (W)</b>	112 W	1260W				
	<b>ΣΥΝΟΛ. ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΟΣ (W)</b>	1372W					
	<b>ΙΣΧΥΣ ΦΩΤ. ΜΕΛΕΤ.</b>	771W					
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (W)</b>	601W					
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (%)</b>	43.8%					

Αναλυτικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού 3ου Υπογείου:

A.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo						
301	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΟΡΙΑΚΗΣ ΙΣΟΠΑΘΟΛΟΓΙΑΣ	16		325	6.35	481	0.62						
302	ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ&ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΧΗΜΙΚΩΝ	16		75	8.86	530	0.81						
303	PCR SEQUENCING LASER DISSECTION	16		100	8.89	508	0.88						
304	ΚΥΤΤΑΡΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	16		100	11.78	591	0.89						
305	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	4		50	5.93	255	0.69						
306	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΑΓΟΥ ΣΥΣΚΕΥΕΣ BLOTTING	4		50	8.04	380	0.88						
307	ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ DNA-RNA	8		75	16.97	644	0.88						
308	ΓΡΑΦΕΙΑ ΙΑΤΡΩΝ		8	100	12.41	620	0.89						
309	ΠΡΩΗΝ ΝΕΚΡΟΤΟΜΕΙΟ			175	6.62	393	0.52						
310	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		8	50	3.23	164	0.46						
311	ΝΕΚΡΟΤΟΜΕΙΟ		8	200	9.98	696	0.83						
312	ΝΑΟΣ		8	75	4.72	359	0.66						
313	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ ΑΝΕΚΛΥΣΤΗΡΕΣ	28		175	2.88	207	0.41						
314	ΑΕΡΙΑ			75	8.89	438	0.81						
315	ΓΡΑΦΕΙΟ		4	100	9.69	519	0.83						
316	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		8	50	2.68	178	0.65						
317	ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ ΨΥΧΡΟΣΤΑΣΙΟ		10	260	3.34	310	0.65						
318	ΧΩΡΟΣ ΚΕΝΤΡΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ			225	10.7	591	0.63						
319	ΑΤΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ		20	130	3.40	291	0.53						
320	ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ		16	390	3.73	361	0.55						
321	ΥΔΡΟΣΤΑΣΙΟ		12	104	2.64	318	0.41						
322	ΨΥΧΡΟΣΤΑΣΙΟ		16	260	3.54	318	0.41						
	ΥΠΟΧΩΡΟΣ 1			78	2.56	295	0.59						
	ΥΠΟΧΩΡΟΣ 2			52	3.57	438	0.74						
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ</b>								108	118				
<b>ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ (W)</b>								1944	4248				
<b>ΣΥΝΟΛ. ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΟΣ (W)</b>								6192					
<b>ΙΣΧΥΣ ΦΩΤ. ΜΕΛΕΤ.</b>								3274					
<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (W)</b>								2918					
<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (%)</b>								47.12%					

Αναλυτικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού 2<sup>ου</sup> Υπογείου:

A.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
201	ΓΡΑΦΕΙΟ ΥΠΕΥΘΟΥΝΟΥ ΠΛΥΝΤΗΡΙΩΝ					100	9	535	0.91
202	ΡΑΦΕΙΟ					99	3.91	325	0.59
203	ΑΠΟΘΗΚΗ ΙΜΑΤΙΣΜΟΥ					132	4.60	430	0.77
204	ΧΩΡΟΣ ΣΙΔΕΡΩΜΑΤΟΣ				20	594	2.34	205	0.53
208	ΧΩΡΟΣ ΔΙΑΛΟΓΗΣ ΑΠΛΥΤΩΝ				28			-	
211	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			36		297	2.66	221	0.42
212	ΨΥΚΤΙΚΟΙ			4		33	4.71	328	0.54
213	ΨΥΚΤΙΚΟΙ			4		33	3.54	297	0.56

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
214	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΓΥΝΑΙΚΩΝ			16		66	3.40	344	0.39
215	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ			16		66	2.92	261	0.53
216	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ			8		33	3.61	289	0.49
217	ΑΠΟΘΗΚΗ ΦΑΡΜΑΚΩΝ			8		33	2.75	268	0.56
218	ΣΥΝΕΡΓΕΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ			12		132	6.98	383	0.64
219	ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ		4	16	2	462	5.36	353	0.57
220	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	4				297	2.66	221	0.48
221	ΤΟΥΑΛΕΤΕΣ ΓΥΝΑΙΚΩΝ			4		66	9.06	259	0.73
222	ΤΟΥΑΛΕΤΕΣ ΑΝΔΡΩΝ			4		66	4.12	316	0.59
223	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			4		99	3.30	228	0.45
224	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΥΛΙΚΟΥ			12		132	2.79	230	0.61
225	ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΙ ΞΥΛΟΥΡΓΟΙ			12		198	3.57	308	0.58
226	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ				6	363	6.03	414	0.52
227	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΡΧΕΙΟ				6	152	2.43	243	0.44
228	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΡΧΕΙΟ				6	76	1.70	193	0.42
229	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΡΧΕΙΟ					76	2.61	276	0.41
230	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΡΧΕΙΟ			8	30	228	2.15	243	0.38
231	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΡΧΕΙΟ				28	190	1.48	185	0.43
232	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΡΧΕΙΟ				6	76	2.45	277	0.43
233	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ					99	2.30	191	0.40
234	ΑΚΡΙΝΟΒΟΛΙΤΗΣ ΑΙΜΑΤΟΣ ΑΠΟΘΗΚΗ					66	3.83	364	0.61
235	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ	1		16		66	7.30	548	0.75
236	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ			8		66	8.06	547	0.81
237	ΘΑΛΑΜΟΣ ΧΟΡΗΓΗΣΕΩΝ			8		66	7.26	515	0.79
238	ΓΡΑΦΕΙΟ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΩΝ/ ΧΩΡΟΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ			8		66	7.39	519	0.78
239	ΥΠΟΔΟΧΗ ΑΣΘΕΝΩΝ	1		8		99	5.04	375	0.61
240	ΑΙΘΟΥΣΑ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΡΕΤ CT					198	6.34	567	0.85
241	ΑΙΘΟΥΣΑ ΧΕΙΡΙΣΜΩΝ ΡΕΤ CT			16		66	5.20	458	0.75
242	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ/ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ					132	3.45	241	0.21
243	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ				4	66	3.40	327	0.69
244	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ Τ.Υ.			24		198	8.55	712	0.85
245	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ Τ.Υ.				4	132	7.67	645	0.87
246	ΠΡΟΣΤΑΜΕΝΟΣ Τ.Υ.				6	165	6.67	630	1.01
247	ΑΝΑΣΟΛΟΓΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΥΤΤΑΡΟΚΑΛΛΙΕΡΓΙΕΣ	1	6			99	6.63	519	0.61
37'	ΧΩΡΟΣ	8				198	5.40	354	0.61
36'	ΧΩΡΟΣ	1				33	2.80	265	0.44
36	ΧΩΡΟΣ	2				66	8.19	590	0.72
<b>ΠΛΗΘΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ</b>		7	10	126	292				
<b>ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ (W)</b>		196	200	4536	5256				
<b>ΣΥΝΟΛ. ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΟΣ (W)</b>		10188							
<b>ΙΣΧΥΣ ΦΩΤ. ΜΕΛΕΤ.</b>		5980							
<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (W)</b>		4208							
<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (%)</b>		41.30%							

Αναλυτικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού 1ου Υπογείου:

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
101	ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΟΙ				8	198	5.12	340	0.63
102	ΚΑΤΕΨΥΓΜΕΝΑ ΨΑΡΙΑ				4	66	12.51	482	0.79
103	ΚΑΤΕΨΥΓΜΕΝΑ ΛΑΧΑΝΙΚΑ				4	33	9.09	410	0.87

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
104	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΠΟΥΛΕΡΙΚΩΝ				4	33	14.40	418	0.78
105	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΡΕΑΤΩΝ				4	33	11.09	349	0.58
106	ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ				4	33	5.35	324	0.65
107	ΤΥΡΙΑ				4	33	10.61	354	0.59
108	ΛΑΧΑΝΙΚΑ				4	33	5.76	335	0.68
109	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ				4	99	4.24	248	0.35
110	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ				56	1683	6.69	570	0.55
117	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ				12	363	4.36	297	0.46
118	ΑΠΟΘΗΚΗ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛ.				8	66	2.62	272	0.53
119	ΑΠΟΘΗΚΗ ΥΛΙΚΟΥ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ				4				
120	ΧΩΡΟΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ				2				
121	ΠΛΥΣΗ ΤΡΟΧΗΛΑΤΩΝ				2				
122	ΛΑΝΤΖΑ ΠΙΑΤΩΝ				8				
123	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ				2				
124	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ				4				
125	ΦΑΡΜΑΚΕΙΟ			24		429	5.15	391	0.67
126	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			36		198	3.12	186	0.41
127	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			16		99	3.96	280	0.63
128	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ ΑΡΧΕΙΟ ΙΑΤΡΙΚΩΝ			16	2	132	2.31	201	0.45
129	AIR LOCK			4		33	8	384	0.83
130	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			32		264	2.59	206	0.49
131	ΛΟΙΜΩΞΕΙΣ			8		66	3.82	297	0.64
132	ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΝΗΣ			4		33	3.53	258	0.46
133	ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΝΗΣ			4		33	3.55	259	0.46
134	ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΝΗΣ			4		33	3.53	258	0.46
135	ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΝΗΣ			4		33	3.55	259	0.46
136	ΘΑΛΑΜΟΣ ΧΟΡΗΣΗΣ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΩΝ			12		99	4.93	295	0.43
137	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ					33	4.13	290	0.52
138	ΘΑΛΑΜΟΣ ΧΟΡΗΣΗΣ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΩΝ			12		66	3.87	249	0.44
139	Θάλαμος χορήγησης ραδιοφαρμάκων			12		99	5.32	405	0.58
140	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ					33	4.13	290	0.52
141	ΘΑΛΑΜΟΣ ΧΟΡΗΣΗΣ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΩΝ			12		66	3.87	249	0.43
142	ΘΑΛΑΜΟΣ ΧΟΡΗΣΗΣ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΩΝ			12		99	5.32	405	0.58
143	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ					33	4.13	290	0.52
144	ΘΑΛΑΜΟΣ ΧΟΡΗΣΗΣ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΩΝ			12		66	3.87	249	0.32
145	ΚΟΙΤΩΝΕΣ ΙΑΤΡΩΝ			12		99	6.81	310	0.66
146	ΣΤΑΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΩΝ	1		16		66	5.76	393	0.81
147	ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΗ			16		66	4.2	371	0.56
148	ΑΝΑΜΟΝΗ			12					
149	ΑΡΧΕΙΟ	1		4		33	2.96	269	0.63
150	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ		4	20		165	7.74	497	0.63
151	ΑΝΑΜΟΝΗ		10	4		198	5.37	333	0.46
152	ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΙΝΗΣΕΩΣ			8		33	4.65	306	0.58
153	ΕΞΑΓΩΓΕΣ-ΕΞΙΤΗΡΙΑ			24		231	8.14	538	0.50
154	ΛΟΓΙΣΤ. ΑΣΘΕΝΩΝ			16		165	3.88	310	0.61

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*Τ8 36W	4*Τ8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	U <sub>o</sub>
155	ΑΡΧΕΙΟ			56		528	2.37	195	0.22
160	ΓΡΑΦΕΙΟ			16		132	8.21	554	0.74
161	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	1		20		132	11.13	567	0.72
162	ΓΡΑΦΕΙΟ			8		726	6.95	538	0.36
170	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	3		48		264	2.81	188	0.26
171	ΚΟΒΑΛΤΙΟ			16		264	7.27	536	0.58
172	ΓΡΑΦΕΙΟ			16		66	8.80	504	0.68
173	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΙΑΤΡΩΝ	1		8		132	7.27	404	0.43
174	ΑΛCΥΟΝ			16		264	9.43	601	0.65
175	ΓΡΑΜΜΙΚΟΣ			16		363	6.80	489	0.38
176	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			20		198	3.56	225	0.22
177	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			32		132	2.82	195	0.32
178	ΕΞΟΜΟΙΩΤΗΣ			16		231	7.58	592	0.66
179	ΚΛΙΝΕΣ ΑΝΑΜΟΝΗ				6	660	6.91	425	0.15
180	ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ			12					
181	ΒΡΑΧΥΘΕΡΑΠΕΙΑ			24		165	6.19	446	0.63
182	ΕΦΗΜΕΡΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ			16		132	8.23	563	0.89
183	ΕΦΗΜΕΡΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ	1		12		132	8.23	563	0.89
184	ΓΡΑΦΕΙΟ ΑΚΡΙΝΟΦΥΣΙΚΩΝ			8		132	7.88	540	0.89
185	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΙΚΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ			8		99	9.75	598	0.73
186	ΑΙΘΟΥΣΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΠΛΑΝΩΝ			28		132	5.99	439	0.85
187	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ			8		66	8.80	504	0.68
	WC	1				33	11.52	394	0.72
	WC	1				33	11.52	394	0.72
	WC	1				33	11.52	394	0.72
	WC	1				33	11.52	394	0.72
	WC	1				66	1.75	172	0.20
	WC	1				33	3.46	244	0.41
	WC	1				33	11.52	394	0.72
	<b>ΠΛΗΘΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ</b>	9	14	488	172				
	<b>ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ (W)</b>	252	280	17568	3096				
	<b>ΣΥΝΟΛ. ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΟΣ (W)</b>	21196							
	<b>ΙΣΧΥΣ ΦΩΤ. ΜΕΛΕΤ.</b>	10956							
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (W)</b>	10240							
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (%)</b>	48.31%							

Αναλυτικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού Ισογείου:

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*Τ8 36W	4*Τ8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	U <sub>o</sub>
1	ΥΠΟΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ			16		132	7.50	503	0.88
2	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ			24		25	2.97	181	0.74
3	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ			24		165	6.33	457	0.62
4	ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΟΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ			4		132	10.2	615	0.88
5	ΛΟΓΙΣΤΗΡΙΟ			24		297	8	606	0.84



Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
6	ΥΠΟΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΥ			4		132	9.89	607	0.89
7	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΛΙΚΟΥ			28		397	8.95	560	0.65
8	ΓΡΑΦΕΙΟ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ			28		397	6.21	510	0.48
10	ΜΙΣΘΟΔΟΣΙΑ			28		198	8.68	57	0.92
11	ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΠΙΣΤΑΣΙΑΣ				4	132	9.06	542	0.86
12	ΤΟΥΑΛΕΤΕΣ ΑΝΔΡΩΝ	1				50	5.73	290	0.38
13	ΤΟΥΑΛΕΤΕΣ ΓΥΝΑΙΚΩΝ	1				50	5.73	290	0.38
14	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ					75	1.64	116	0.35
15	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ					225	2.55	187	0.27
16	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΜΟΝΗΣ			32		198	8.68	57	0.92
17	ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΓΡΑΦΕΙΟ ΠΟΝΟΥ			8		25	6.89	215	0.67
18	Ε.Ι. ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΟ			8		198	10.81	660	0.84
19	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ	1		4					
20	ΨΥΧΙΑΤΡΙΚΟ					132	11.05	605	0.91
21	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ					66	1.43	106	0.41
22	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ					264	7.21	514	0.64
23	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ			4	2	75	3.6	205	0.50
24	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ				2				
25	ΦΩΤΟΤΥΠΙΕΣ				6	100	5.4	332	0.67
26	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ					25	4.69	219	0.83
27	ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟ ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ			8		75	4.06	235	0.48
28	ΜΟΝΑΔΑ ΜΑΣΤΟΥ ΙΑΤΡΕΙΟΥ			12		66	8.2	406	0.81
29	Τ.Ε.Π.			28		264	7.87	562	0.56
30	ΙΑΤΡΕΙΟ ΚΟΛΠΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ		2			99	11.88	596	0.81
31	ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΙΑΤΡΕΙΟ	3			2	132	10.87	644	0.89
32	ΙΑΤΡΕΙΟ		2			66	8.39	429	0.86
33	ΙΑΤΡΕΙΟ			12		99	8.08	533	0.77
34	Ε.Ι. ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΥ					50	3.4	170	0.54
35	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ					75	1.97	160	0.41
36	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ					25	2.98	178	0.67
37	Ε.Ι.			8	2	198	10.81	702	0.88
38	Ε.Ι. ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟΥ			8		198	8.94	498	0.4
39	Ε.Ι. ΕΝΔΟΚΡΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ			28	4	132	6.24	429	0.5
40	ΓΡΑΦΕΙΟ			8	2	66	11.48	522	0.85
41	Ε.Ι. ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ					165	7.74	512	0.77
42	Β ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ			16		198	10.45	682	0.88
43	ΔΕΡΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΙΑΤΡΕΙΟ					99	14.59	635	0.78
44	Ε.Ι. ΠΝΕΥΜΟΝΟΛΟΓΙΚΟ			24		165	10.77	613	0.87
45	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ			20		132	10.43	580	0.79
46	Ε.Ι. ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ			24		99	10.08	463	0.74
47	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ					33	5.69	282	0.83
48	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ			16		25	2.11	155	0.57
49	ΓΡΑΦΕΙΟ			12		132	12.44	645	0.89

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
50	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΣΗΣ					66	11.58	520	0.88
51	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ					25	3.32	166	0.41
52	ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ ΜΙΚΡΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ					495	19.15	1140	0.60
53	Ε.Σ. ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ			8		66	7.38	377	0.79
54	ΔΙΑΙΤΟΛΟΓΙΚΟ			8	1	66	6.76	367	0.80
55	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ				6				
56	ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ			16		429	21	1180	0.80
57	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ			124		300	1.72	123	0.41
58	ΡΑΝΤΕΒΟΥ			4		132	8.9	511	0.85
59	ΤΑΜΕΙΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΙΑΤΡΩΝ			4		231	8.77	551	0.69
60	ΧΩΡΟΣ ΕΝΔΥΣΗΣ ΙΑΤΡΩΝ			8		25	3.81	194	0.61
61	ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΩΝ ΙΑΤΡΩΝ			4		231	8.99	512	0.62
62	ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΑΓΝΩΣΕΩΝ ΚΛΙΝΙΚΗΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ ΜΑΣΤΟΥ			8		198	10.8	592	0.74
63	ΥΠΕΡΗΧΟΣ					198	10.17	617	0.92
64	ΕΞΕΤΑΣΤΗΡΙΟ					165	12.82	595	0.61
65	ΧΩΡΟΣ	8Ξ			2	66	4.96	288	0.69
66	ΑΡΧΕΙΟ				8	50	2.55	189	0.66
67	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΚΤΙΝ. ΜΑΣΤΟΓΡ. ΥΠΕΡΗΧ			8		99	7.62	431	0.67
68	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ			8		99	7.04	417	0.80
69	ΑΞΟΝΙΚΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			24		33	1.8	123	0.63
70	ΑΡΧΕΙΟ ΑΚΤΙΝΟΓΡΑΦΙΩΝ			16		25	3.96	185	0.58
71	ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΚΟΠΩΣΗΣ			16		231	7.84	548	0.70
72	ΜΟΑΝΔΑ ΜΑΣΤΟΥ		3			297	6.63	449	0.73
73	ΘΑΛΑΜΟΣ ΔΙΑΓΝΩΣΕΩΝ			4					
74	ΑΞΟΝΙΚΟΣ			32		198	7.79	500	0.87
75	ΓΡΑΦΕΙΟ			24		66	7.5	413	0.86
76	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ					66	2.78	175	0.45
78	ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΑ ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ			12		66	1.43	107	0.67
79	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ			4		25	2.95	184	0.69
80	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ			4		25	2.95	184	0.69
81	ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚ. ΘΑΛ.	1			2	264	7.81	482	0.66
82	ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚ. ΘΑΛ.	1			2	264	7.81	482	0.66
83	ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚ. ΘΑΛ.	1			4	264	7.81	482	0.66
84	ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚ. ΘΑΛ.	1		4		264	7.81	482	0.66
87	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ					99	2.27	132	0.71
88	ΡΑΝΤΕΒΟΥ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΚΟΥ	8			2	132	13.28	688	0.90
89	ΧΩΡΟΣ ΑΝΑΠΑΥΣΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ					50	5.91	280	0.77

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
90	ΕΜΦΑΝΙΣΤΗΡΙΟ					66	10.1	458	0.86
91	ΑΠΟΘΗΚΗ ΚΑΘ. ΥΛΙΚΟΥ ΣΚΙΑΓΡΑΦΙΚΟΥ			4		25	3.79	206	0.82
92	ΟΡΛ/ΠΕΧ 23			16		165	7.96	492	0.70
93	ΘΩΡ ΧΕΙΡ			24		198	8.22	580	0.88
94	ΓΑΣΤΡΕΝΤ 21			16		132	8.98	566	0.89
	<b>ΠΛΗΘΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ</b>	26	27	434	102				
	<b>ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ (W)</b>	728	540	15624	1836				
	<b>ΣΥΝΟΛ. ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΟΣ (W)</b>	18728							
	<b>ΙΣΧΥΣ ΦΩΤ. ΜΕΛΕΤ.</b>	11955							
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (W)</b>	6773							
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (%)</b>	36.15%							

Αναλυτικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού 1ου Ορόφου:

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
100	ΔΙΕΥΘΥΝΟΥΣΑ		8		150	11.38	679	0.88
101	ΤΟΜΕΑΡΧΗΣ		12		132	9.67	558	0.79
102	ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΥ ΣΥΛΛΟΓΟΥ		36		396	7.87	634	0.83
103	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ Ν.Υ		4		100	11.64	563	0.86
104	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ		8		100	10.97	570	0.89
105	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ		28		297	7.86	419	0.90
106	ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ		24		198	9.53	615	0.87
107	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		12		75	2.42	168	0.61
108	ΚΟΙΝΟΧΡΗΣΤΑ WC	1			25	3.69	186	0.59
109	ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ		52	16	759	8.05	478	0.71
110	ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ ΤΗΛΕΙΑΤΡΙΚΗ		100		528	6.57	545	0.79
111	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ		36		175	1.89	137	0.44
112	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ				25	3.44	168	0.52
113	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ ΑΝΑΜΟΝΗ		28		100	1.46	130	0.53
114	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		8		25	1.84	126	0.41
115	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΣΤ.ΕΠΙΤΡ.		8		66	6.02	381	0.74
116	ΓΡΑΦΕΙΟ ΠΡΟΜΗΘΕΙΩΝ		24		363	7.06	544	0.63
117	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ				50	2.51	174	0.59
118	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ Δ.Σ.		8		100	10.88	550	0.92
119	ΝΟΜΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ		24		231	7.36	479	0.68
120	ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΩΝ		16		132	7.35	451	0.61
121	ΑΜΦΙΘΕΑΤΡΟ		72		462	2.56	226	0.40
122	ΧΩΡΟΣ	2	4		25	3.84	190	0.60
123	WC ΔΟΥΣΧΕ	2			25	5.91	206	0.64
124	WC				25	5.91	206	0.64

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	2*Τ8 36W	4*Τ8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	U <sub>o</sub>
125	ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΟΙ			6	225	8.47	439	0.75
126	ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ			4	150	5.57	414	0.86
127	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			12	150	4.54	178	0.33
128	ΧΩΡΟΣ ΣΕΡΒΙΡΙΣΜΑΤΟΣ		4		125	2.98	242	0.74
129	ΑΠΟΘΗΚΗ				25	3.9	204	0.76
130	ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ		16		132	6.47	451	0.88
131	ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΠΗΞΗΣ		16		198	9.28	637	0.86
132	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		20		200	2.71	164	0.41
133	ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΙΜΟΔΟΤΩΝ			4	50	2.43	175	0.65
134	ΧΩΡΟΣ		12		50	2.37	179	0.74
135	ΧΩΡΟΣ		8		25	2.13	145	0.53
136	ΑΙΜΟΔΟΣΙΑ			4	165	8.17	512	0.84
137	ΧΩΡΟΣ			4	99	8.11	388	0.52
138	ΙΑΤΡΕΙΟ ΑΙΜΟΣΤΑΣΗΣ			4	99	7.43	417	0.61
139	ΧΩΡΟΣ			14	231	3.79	252	0.33
140	ΧΩΡΟΣ			4	25	2.47	169	0.72
141	ΠΛΑΣΜΑΦΑΙΡΕΣΗ		16		132	10.62	599	0.82
142	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΡΥΟΚΑΤΑΨΥΞΗ		16		132	14.46	724	0.88
143	ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΟ		8		100	10.94	535	0.81
144	ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΑ	4	28		198	7.64	548	0.84
145	ΑΠΟΘΗΚΗ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ	1			25	2.85	180	0.72
147	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΥΤΤΑΡΟΜΕΤΡΙΑΣ	1		12	198	8.6	561	0.85
148	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΥ	2	8		132	10.53	467	0.79
149	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΥ	1	16		198	9.92	604	0.93
150	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΥΤΤΑΡΟΜ	2	24		297	11.05	687	0.76
151	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΙΣΟΤΟΠΩΝ		8		198	9.88	598	0.91
152	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ		8		165	12.68	594	0.61
153	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ		24		396	8.31	565	0.77
154	ΓΡΑΦΕΙΟ		8		132	10.37	528	0.63
155	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ		8		198	12.81	670	0.82
156	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦ.		20		100	2.82	175	0.44
157	ΓΡΑΦΕΙΟ		8		150	10.82	589	0.61
158	ΓΡΑΦΕΙΟ				132	8.76	490	0.73
159	ΚΑΜΕΡΑ		32	2	462	7.57	564	0.73

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
160	ΑΙΘΟΥΣΑ ΑΝΑΜΟΝΗΣ		12		66	3.98	233	0.69
161	ΑΙΘΟΥΣΑ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ			6	165	8.84	481	0.77
163	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ			4	33	2.21	147	0.29
164	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		24		125	2.26	139	0.43
165	ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ				33	4.89	241	0.61
166	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΧΗΜΙΚΟ ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΚΟ		24		198	9.02	547	0.89
167	ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ		12		198	9.15	563	0.89
168	ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ		28		297	6.79	486	0.91
169	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ	1	8		132	9.33	504	0.73
170	ΧΩΡΟΣ		8		50	3.33	223	0.75
171	ΓΡΑΦΕΙΟ	1	8		66	6.31	343	0.77
172	ΓΡΑΦΕΙΟ		2		66	6.6	336	0.75
173	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΒΙΟΧΗΜΕΙΑΣ		40		462	6.83	517	0.68
174	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ ΒΙΟΧΗΜΙΚΟ ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΚΗ		16		100	2.39	167	0.45
175	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		36		125	2.04	134	0.34
	ΧΩΡΟΣ	12			300	7.63	487	0.46
	ΧΩΡΟΣ	4			100	6.64	423	0.89
	ΧΩΡΟΣ	1			25	2.01	157	0.62
	ΧΩΡΟΣ	1			33	4.27	172	0.41
	ΧΩΡΟΣ	8			198	7.96	503	0.82
	ΧΩΡΟΣ	4			100	12.5	579	0.92
	<b>ΠΛΗΘΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ</b>	8	519	200				
	<b>ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ (W)</b>	224	18684	3600				
	<b>ΣΥΝΟΛ. ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΟΣ (W)</b>	22308						
	<b>ΙΣΧΥΣ ΦΩΤ. ΜΕΛΕΤ.</b>	12830						
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (W)</b>	9478						
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (%)</b>	42.48%						

Αναλυτικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού 2ου Ορόφου:

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
202	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		20			99	1.78	125	0.41
204	W.C. ΑΝΔΡΩΝ					50	6.73	166	0.43
208	W.C. ΓΥΝΑΙΚΩΝ					50	5.59	234	0.69
211	ΚΟΥΖΙΝΑ					99	16.1	582	0.64
212	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ			4	8	50	5.32	302	0.86
213	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ			16		198	7.64	558	0.87
214	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ					50	2.82	187	0.68
215	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ		26			150	1.77	127	0.41

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*Τ8 36W	4*Τ8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	U <sub>o</sub>
216	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ	1				50	1.74	144	0.52
217	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΟΥ	1		24		198	9.41	622	0.85
218	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ	1				75	2.71	157	0.52
219	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ			32		132	9.42	586	0.89
220	ΑΙΜΟΛΗΨΙΣ		3	2		100	15.0	663	0.88
221	ΧΩΡΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ Κ.Μ.Η.				24	100	1.45	130	0.52
222	ΣΑΛΟΝΙ Κ.Μ.Η.				4	50	2.20	165	0.68
223	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ				8	66	11.1	506	0.87
224	ΝΟΣΗΛΕΥΤΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ			16		175	9.8	545	0.64
225	ΑΠΟΘΗΚΗ			8		25	6.7	243	0.83
226	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			28	2	100	2.94	152	0.51
227	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ Κ.Μ.Η.			4		100	11.7	548	0.81
228	ΧΩΡΟΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ			4		25	3.71	152	0.43
229	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ	1				66	1.69	159	0.48
230	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ	1				50	2.40	176	0.69
231	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ	1				50	2.31	176	0.69
232	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ	1				50	2.36	180	0.67
233	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ					198	9.02	602	0.83
234	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ					5	2.31	178	0.71
235	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ					50	2.29	178	0.68
236	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ					50	2.31	178	0.67
237	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ					50	2.36	181	0.71
238	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ					50	2.31	178	0.67
239	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ					50	2.31	178	0.71
240	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ	1				50	2.29	178	0.68
241	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	1		16		198	9.23	610	0.83
242	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ					50	2.35	180	0.72
243	ΚΟΥΖΙΝΑ		2			175	9.59	514	0.65
244	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ		3			25	3.29	138	0.09
245	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ		4			150	4.32	325	0.76
246	ΣΤΑΣΗ ΑΔΕΛΦΩΝ		10						
247	ΣΤΑΣΗ ΑΔΕΛΦΩΝ			4		50	6.07	294	0.81
248	ΣΚΟΡΑΜΙΔΕΣ	5				25	4.14	195	0.64
249	WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ					25	3.72	199	0.75
250	WC ΑΝΔΡΩΝ			4		25	2.94	179	0.72
251	ΑΠΟΘΗΚΗ			4		25	6.73	248	0.85
252	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ					25	10.4	274	0.89
253	ΛΟΥΤΡΑ	4				50	4.50	195	0.61
254	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ					50	3.17	226	0.74
255	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			16		150	2.56	162	0.41
256	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΟΥ			8		198	11.2	655	0.87
257	ΠΑΡΑΚΕΝΤΗΣΕΙΣ			4		50	3.84	210	0.67
258	ΓΡΑΦΕΙΟ ΠΑΘΟΛΟΓΟΑΝΑΤΟΜ.	1		12		198	13.7	534	0.52
259	WC ΠΑΘΟΛΟΓΟΑΝΑΤΟΜ.			4		25	2.49	174	0.69
261	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ				6	99	9.60	491	0.75
262	ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΝΩΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ				8	66	1.77	160	0.53
263	ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΝΩΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ				6	66	2.45	194	0.46
264	ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΝΩΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ				6	66	2.48	197	0.58
265	ΘΑΛΑΜΟΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ				6	33	1.64	142	0.34
266	ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΝΩΝ				6	50	1.73	142	0.51
267	ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΝΩΝ				6	50	1.71	138	0.54



Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
268	ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΛΙΝΩΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑΣ				6	50	1.79	142	0.54
269	ΑΠΟΘΗΚΗ.				6	25	1.52	127	0.57
270	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΚΥΤΤΑΡΟΛΟΓΙΚΟΥ		2			25	2.85	186	0.77
271	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ			32		198	6.89	397	0.63
272	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ ΚΥΤΤΑΡΟΛΟΓΙΚΗΣ			12		125	11.35	548	0.68
273	ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΑ			32		264	9.3	547	0.81
274	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ			8		198	9.48	458	0.91
275	ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΟ ΚΥΤΤΑΡΟΛΟΓΙΚΟΥ			12		99	8.29	442	0.52
276	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ			32		225	8.40	547	0.90
277	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΚΥΤΤΑΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΥ			32		198	9.02	568	0.93
278	ΓΡΑΦΕΙΟ			4		100	11.21	558	0.93
279	ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΟ			24		225	8.3	527	0.85
280	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ	2				50	4.24	265	0.84
281	WC ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ			8		50	4.92	268	0.76
282	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ			16		50	2.43	171	0.62
283	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ			12		150	9.26	548	0.92
284	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ			48		330	8.76	580	0.61
285	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ			16		66	4.23	297	0.74
286	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	1				50	2.54	123	0.35
287	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ					50	2.87	199	0.71
288	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ					150	1.25		
289	ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΙΔΙΚΕΥΟΜΕΝΟΙ					198	3.11	544	0.76
290	ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ					33	5.17	280	0.84
291	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ			8		132	11.29	531	0.54
292	ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΚΑΙ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΙΣΤΩΝ			48		330	7.72	478	0.51
293	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ			8		132	12.12	623	0.79
294	ΔΩΜΑΤΙΟ ΣΚΗΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΜΠΕΔΩΣΗΣ ΙΣΤΩΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΙΣΤΟΧΗΜΙΚΩΝ ΧΡΩΣΕΩΝ			16		132	8.2	459	0.71
295	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ			8		198	11.95	701	0.92
296	ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΟ			36		297	7.19	509	0.91
297	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ			8		132	12.15	624	0.79
298	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ			12		100	10.57	497	0.85
299	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ	2				132	4.04	223	0.61
	ΧΩΡΟΣ	4				100	14.1	619	0.83
	ΧΩΡΟΣ	1				25	4.67	177	0.43
	ΧΩΡΟΣ	4				100	13.43	636	0.88
	ΧΩΡΟΣ	4				100	1.83	116	0.41
	ΧΩΡΟΣ	2				50	2.26	168	0.64
	ΧΩΡΟΣ	2				99	8.87	480	0.73
	<b>ΠΛΗΘΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ</b>	24	70	321	204				
	<b>ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ (W)</b>	672	1400	11556	3672				
	<b>ΣΥΝΟΛ. ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΟΣ (W)</b>					17300			
	<b>ΙΣΧΥΣ ΦΩΤ. ΜΕΛΕΤ.</b>					9986			
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (W)</b>					7314			
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (%)</b>					42.27%			

Αναλυτικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού 3ου Ορόφου:

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	U <sub>o</sub>
301	ΕΦΗΜΕΡΕΥΟΝΤΕΣ ΓΙΑΤΡΟΙ					100	9.41	517	0.88
302	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			20		100	1.77	124	0.44
303	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ					198	9.59	6,5	0.97
304	W.C. ΑΝΔΡΩΝ	2				33	4.22	81	0.60
305	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ			8		198	8.45	572	0.82
306	W.C. ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ	2		8		33	3.51	116	0.41
307	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ								
308	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ/ ΑΠΟΘΗΚΗ					75	6.09	308	0.77
309	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ			8		50	2.31	177	0.66
310	ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΗ			4		99	6.28	368	0.72
311	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΝΟΣΗΛΕΥΤΡΙΩΝ			8		25	2.25	149	0.52
312	W.C. DOUCHE								
313	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ			8		150	7.21	503	0.86
314	ΔΩΜΑΤΙΟ					50	2.71	181	0.67
315	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ			32		225	2.64	180	0.36
316	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ	1				50	1.78	149	0.64
317	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ	1		16		50	2.28	180	0.58
318	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ	1				100	3.55	215	0.39
319	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ			8		66	4.22	305	0.76
320	ΓΡΑΦΕΙΟ					100	13.31	619	0.88
321	ΔΩΜΑΤΙΟ								
322	ΠΡΟΘΑΛΑΜΟΣ					125	1.61	143	0.57
323	ΓΡΑΦΕΙΟ					100	9.89	541	0.88
324	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ					150	9.75	554	0.84
325	ΚΟΥΖΙΝΑ ΑΠΟΘΗΚΗ			28		75	4.11	234	0.41
327	ΕΠΙΜΕΛΗΤΕΣ					66	6.76	352	0.77
328	ΧΩΡΟΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ					25	4.43	186	0.59
329	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ	5		4		231	7.06	539	0.72
330	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟΥ ΟΓΚΟΛΟΓΙΚΟΥ	5		4		132	9.99	580	0.88
331	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.3	179	0.68
332	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.29	178	0.68
333	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.33	179	0.70
334	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.32	179	0.70
335	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.3	178	0.70
336	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.28	178	0.70
337	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.25	178	0.71
338	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.25	178	0.71

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*Τ8 36W	4*Τ8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	U <sub>o</sub>
339	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.25	178	0.71
340	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.25	178	0.71
341	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.24	177	0.71
342	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.23	174	0.72
343	ΚΟΥΖΙΝΑ	1				231	8.58	607	0.60
344	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ		2						
345	ΠΡΟΣΤΑΜΕΝΗ		6			297	8.26	615	0.87
346	ΣΤΑΣΗ ΑΔΕΛΦΩΝ		6						
347	ΣΤΑΣΗ ΑΔΕΛΦΩΝ		3			100	11.75	547	0.82
349	ΣΚΟΡΑΜΙΔΕΣ	1				75	5.84	345	0.69
350	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			20		200	1.89	127	0.43
352	W.C. ΑΝΔΡΩΝ	1				25	2.95	178	0.67
353	ΛΙΝΟΘΗΚΗ	1				25	6.92	250	0.84
354	ΑΠΟΘΗΚΗ	1				25	9.67	269	0.87
355	ΛΟΥΤΡΑ	1				50	4.24	231	0.77
357	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ					50	2.74	205	0.61
358	ΘΑΛΑΜΟΣ ΜΕΓΑΘΕΡΑΠΕΙΑΣ			4		198	11.61	676	0.81
359	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		1			25	1..77	136	0.54
360	ΑΝΑΝΗΨΗ	1		4		132	9.64	553	0.92
360	ΑΝΑΝΗΨΗ	1		4		132	9.64	553	0.92
361	ΚΥΣΤΕΡΟΣΚΟΠΗΣΕΙΣ	1		8		231	6.77	465	0.58
362	ΚΟΛΟΝΟΣΚΟΠΙΣΗ	1		12		231	7.62	424	0.63
363	ΚΑΤ'ΟΙΚΟΝ ΝΟΣΗΛΕΙΑ	1		12		200	7.38	486	0.81
364	ΓΑΣΤΡΟΣΚΟΠΙΣΗ	1		12		175	7.95	515	0.72
365	ΜΥΕΛΟΓΡΑΦΗΜΑΤΑ	1		8		225	8.07	506	0.76
366	ΧΩΡΟΣ	1		12		33	1.98	167	0.54
367	ΚΥΣΤΕΡΟΣΚΟΠΗΣΗ ΟΥΡΟΔΙΝΑΜΙΚΟΥ ΥΠΕΡΗΧΟΙ	1		12		225	8.17	510	0.81
368	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			20		100	1.59	114	0.44
369	ΚΥΣΤΕΡΟΣΚΟΠΗΣΗ	1		12		264	9.09	597	0.77
370	ΓΡΑΦΕΙΟ ΑΙΤΡΩΝ	1		12		231	9.82	566	0.67
371	ΔΙΕΥΘΥΝΤΡΙΑ ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ - ΑΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ					225	11.79	554	0.71
372	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ					200	8.08	442	0.67
373	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ					100	5.01	249	0.52
374	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ	1				125	6.52	350	0.66
375	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ	1				100	6.24	378	0.93
376	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ	1				275	6.62	411	0.67
377	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ	1				125	4.83	282	0.79
378	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ		1			100	5.43	304	0.46
379	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 6 ΚΛΙΝΩΝ	1				125	2.87	226	0.41

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
380	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ	1				75	3.24	198	0.58
381	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ	1				100	4.4	282	0.77
382	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					125	4.98	239	0.65
383	ΚΟΙΤΩΝΕΣ ΙΑΤΡΩΝ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΟΣ	2				125	5.51	335	0.67
384	ΓΡΑΦΕΙΟ ΦΥΣΙΚΟΘΕΡΑΠΕΥΤΩΝ	2				99	7.23	310	0.11
385	ΚΟΙΤΩΝΕΣ ΙΑΤΡΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ	2				100	5.22	295	0.05
386	ΚΟΙΤΩΝΕΣ ΙΑΤΡΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ	2				175	6.86	341	0.55
387	ΚΟΙΤΩΝΕΣ ΙΑΤΡΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ	2				100	4.35	258	0.34
388	ΚΟΙΤΩΝΑΣ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ ΜΟΝΟΚΛΙΝΟ	2				100	7.64	364	0.36
389	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ					175	2.73	139	0.49
390	ΣΚΟΡΑΜΙΔΕΣ		2			25	3.12	191	0.75
391	ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΗ		12			25	2.79	161	0.55
392	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		30			200	2.43	142	0.43
393	ΕΙΣΟΔΟΣ ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΗ		2			99	4.72	233	0.41
394	ΣΚΟΡΑΜΙΔΕΣ		4			25	3.54	172	0.6
395	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		16			175	2.73	139	0.49
396	ΘΑΛΑΜΟΙ ΛΕΥΚΟΠΕΝΙΚΩΝ		12			100	7.26	422	0.94
397	ΘΑΛΑΜΟΣ 1 ΚΛΙΝΗΣ					150	10.98	466	0.70
398	ΑΠΟΘΗΚΗ ΥΛΙΚΟΥ		1			25	1.83	118	0.47
399	ΚΟΥΖΙΝΑ		24			198	12.77	358	0.8
	ΧΩΡΟΣ	4				100	9.29	514	0.89
	ΧΩΡΟΣ	1				25	2.76	154	0.48
	ΧΩΡΟΣ	1				25	6.38	236	0.83
	ΧΩΡΟΣ	1				25	3.47	196	0.78
	ΧΩΡΟΣ	1				25	3.47	196	0.78
	ΧΩΡΟΣ	1				25	3.47	196	0.78
	ΧΩΡΟΣ	1				25	3.47	196	0.78
	<b>ΠΛΗΘΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ</b>	24	70	321	204				
	<b>ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ (W)</b>	1512	2440	5616					
	<b>ΣΥΝΟΛ. ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΟΣ (W)</b>	11440							
	<b>ΙΣΧΥΣ ΦΩΤ. ΜΕΛΕΤ.</b>	9950							
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (W)</b>	1490							
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (%)</b>	13%							

Αναλυτικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού 4ου Ορόφου:

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
401	ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ		16		625	16.52	1160	0.82
402	ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ		16		600	13.63	1050	0.65
403	ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ		16		500	16.01	1150	0.83
404	ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ		16		625	16.06	1190	0.80
405	ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ		16		500	14.88	1090	0.82

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	U <sub>o</sub>
406	ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΟ		8		500	14.04	1030	0.82
407	ΠΛΥΣΗ ΥΛΙΚΟΥ		8		66	4.6	326	0.72
408	SCRUBUP		12		50	5.2	307	0.80
409	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		92		1644	14.04	1030	0.82
410	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΝΟΣΟΚΟΜΩΝ				25	5.19	227	0.84
411	ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΜΕΝΑ-ΥΛΙΚΟ ΜΙΑΣ ΧΡΗΣΗ		8		25	3.88	198	0.76
412	ΧΩΡΟΣ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΜΕΝΟΥ ΥΛΙΚΟΥ - ΕΡΓΑΛΕΙΑ		8		25	4.09	200	0.75
413	ΣΤΑΣΗ ΑΔΕΛΦΩΝ		8		25	4.34	208	0.74
414	ΠΛΥΣΗ ΑΠΟΛΥΜΑΝΣΗ				300	3.10	195	0.49
417	ΦΑΡΜΑΚΕΙΟ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΙΚΟ			2	25	2.72	167	0.65
418	ΓΡΑΦΕΙΟ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΟΥ			2	25	2.62	167	0.66
419	ΑΠΟΘΗΚΗ - ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ ΜΙΑΣ ΧΡΗΣΗΣ			2	25	2.86	165	0.57
420	ΧΩΡΟΣ - ΑΠΟΘΗΚΗ ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΜΕΝΟΥ ΥΛΙΚΟΥ		4		25	2.53	164	0.59
421	ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣΤΡΙΑΣ				25	4.19	212	0.83
422	ΑΝΑΝΗΨΗ		24		429	8.38	586	0.61
423	ΧΩΡΟΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ	1	8		25	2.59	139	0.35
425	ΓΡΑΦΕΙΟ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΩΝ		16		150	9.54	595	0.88
426	ΧΩΡΟΣ ΑΝΑΠΑΥΣΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ				100	3.49	261	0.82
427	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ				100	1.89	111	0.23
428	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΑΝΔΡΩΝ		16		66	2.67	222	0.53
429	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΓΥΝΑΙΚΩΝ		16		66	2.77	227	0.59
430	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ ΑΝΑΙΣΘΗΣΙΟΛΟΓΟΥ				175	8.38	549	0.68
431	ΧΩΡΟΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ		32		25	2.83	168	0.61
432	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		24		75	2.76	153	0.42
433	ΑΠΟΘΗΚΗ ΕΠΙΔΕΣΜΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ		16		25	5.67	231	0.85
434	ΓΡΑΦΕΙΟ ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΕΙΩΝ ΑΠΟΘΗΚΗ ΥΛΙΚΟΥ		16		165	9.15	593	0.79
435	ΑΠΟΘΗΚΗ ΜΕΘ		16		25	8.23	251	0.80
436	ΑΠΟΘΗΚΗ ΜΕΘ		16		25	3.99	199	0.74
437	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		20		75	2.56	140	0.42
438	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		12		462	10.12	465	0.66
439	ΧΩΡΟΣ		4					
440	ΚΟΙΤΩΝΑΣ		8		99	8	318	0.61
441	ΓΡΑΦΕΙΟ		8		100	10	550	0.88
442	ΜΑΦ		56					
443	ΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΘ		72		198	7.99	507	0.88
444	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		32		66	1.93	141	0.46

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	U <sub>o</sub>
445	ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΤΗΡΙΟ		12		33	3.55	236	0.69
446	ΣΚΟΡΑΜΙΔΕΣ		16		25	3.41	184	0.61
447	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ		8		132	9.02	552	0.90
448	OFFICE ΦΑΓΗΤΟΥ	1			99	13.72	522	0.61
449	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΕΡΙΩΝ ΑΙΜΑΤΟΣ		16		132	10.18	542	0.86
450	ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ				25	3.18	164	0.54
451	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΩΝ Ο.Ρ.Λ.		4		200	9.85	587	0.74
452	ΔΕΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ- ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ- ΑΠΟΣΤ&ΜΗ ΥΛΙΚΟΥ		8		150	2.25	149	0.49
453	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ		16		66	1.38	128	0.42
460	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		24		125	2.03	123	0.46
461	1ΚΛΙΝΟ ΑΝΑΙΣΘΙΟΛΟΓΙΚΟ	1	8		25	2.60	159	0.52
462	3ΚΛΙΝΟ ΙΑΤΡΩΝ	1	8		66	2.33	187	0.55
463	3ΚΛΙΝΟ ΙΑΤΡΩΝ	1	8		66	3.04	230	0.64
464	3ΚΛΙΝΟ ΙΑΤΡΩΝ	1	8		75	5.77	252	0.38
465	3ΚΛΙΝΟ ΙΑΤΡΩΝ	1	8		66	2.37	187	0.53
466	ΜΟΝΟΚΛΙΝΟ	1	4		66	2.4	188	0.53
467	3ΚΛΙΝΟ ΙΑΤΡΩΝ	1	8		66	2.26	183	0.55
468	ΜΟΝΟΚΛΙΝΟ	1	4		99	3.99	262	0.35
469	3ΚΛΙΝΟ ΙΑΤΡΩΝ	1	8					
470	ΘΑΛΑΜΟΣ 2 ΚΛΙΝΩΝ	1			66	2.91	220	0.61
471	ΘΑΛ. 3 ΚΛΙΝΩΝ		8		66	2.97	225	0.66
472	ΘΑΛΑΜΟΣ 2 ΚΛΙΝΩΝ	1			66	2.92	221	0.59
473	ΘΑΛ. 2 ΚΛΙΝΩΝ				66	4.07	288	0.74
474	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΔΟΣΚΟΠΗΣΕΩΝ ΑΚΟΟΜΕΤΡΙΑΣ			4	150	9.38	551	0.91
475	ΓΡΑΦΕΙΟ Δ/ΝΤΟΥ Ω.Ρ.Λ.		8		150	9.14	536	0.88
476	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ	1	8		175	7.34	485	0.71
477	ΘΑΛ. 3 ΚΛΙΝΩΝ				132	5.64	365	0.80
478	ΘΑΛ. 3 ΚΛΙΝΩΝ				100	4.21	274	0.80
479	ΘΑΛ. 2 ΚΛΙΝΩΝ	1			100	4.86	294	0.81
480	ΘΑΛ. 3 ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.02	225	0.62
481	ΘΑΛ. 2 ΚΛΙΝΩΝ	1			100	4.38	283	0.82
482	ΘΑΛ. 2 ΚΛΙΝΩΝ	1			100	4.42	274	0.81
483	ΘΑΛ. 3 ΚΛΙΝΩΝ	1			100	4.11	266	0.81
484	ΘΑΛ. 3 ΚΛΙΝΩΝ				100	4.32	281	0.81
485	ΘΑΛ. 3 ΚΛΙΝΩΝ				100	4.5	283	0.81
486	ΙΑΤΡΩΝ	1		4	175	9.54	505	0.77
487	ΘΑΛ. 2 ΚΛΙΝΩΝ	1			100	4.36	283	0.82
488	ΘΑΛ. 2 ΚΛΙΝΩΝ				50	2.18	169	0.64
489	ΘΑΛ. 2 ΚΛΙΝΩΝ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΩΝ	1			50	2.85	208	0.74



Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
490	ΘΑΛ. 2 ΚΛΙΝΩΝ ΚΡΑΤΟΥΜΕΝΩΝ	1			100	4.82	281	0.64
491	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ				99	2.09	112	0.21
492	ΣΚΟΡΑΜΙΔΕΣ		4		400	2.82	159	0.46
493	ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΗ ΣΑΘΜΟΣ ΑΔΕΛΦΩΝ		8		100	3.21	233	0.8
494	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		136					
495	ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΗ		20		66	4.86	273	0.68
496	ΣΚΟΡΑΜΙΔΕΣ				25	3.90	201	0.76
497	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ							
498	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ ΟΦΘ. ΔΙΕΥΘ.	1			100	9.60	484	0.78
499	ΚΟΥΖΙΝΑ		4		198	12.23	681	0.84
	<b>ΠΛΗΘΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ</b>	24	518	28				
	<b>ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ (W)</b>	672	18648	504				
	<b>ΣΥΝΟΛ. ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΟΣ (W)</b>	19824						
	<b>ΙΣΧΥΣ ΦΩΤ. ΜΕΛΕΤ.</b>	11755						
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (W)</b>	8069						
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (%)</b>	40%						

Αναλυτικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού 5ου Ορόφου:

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	Uo
500	ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ ΛΟΙΜΩΞΕΩΝ ΝΟΣΗΛΕΥΤΩΝ					100	9.41	511	0.87
501	ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ			12		100	9.53	520	0.88
502	ΠΡΟΣΤΑΜΕΝΗ		8			198	6.42	533	0.83
503	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					66	2.82	263	0.57
504	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					100	3.47	234	0.74
505	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ			8		50	3.11	223	0.68
506	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ			8		66	3.20	306	0.58
507	ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΚΟ				4	198	8.7	650	0.83
508	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΠΝΕΥΜΟΝΟΛΟΓΙΚΗΣ	1			4	198	9.05	681	0.76
509	ΙΑΤΡΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1			4	198	8.65	650	0.83
510	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΘΩΡΑΚΙΚΗΣ	1			4	150	7.48	471	0.83
511	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			92		100	1.83	126	0.42
512	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ			24		198	6.11	521	0.89
513						50	2.17	148	0.53
516	WC ΓΥΝΑΙΚΩΝ	2	8						

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	Σ.Λ.Φ. 20W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	U <sub>o</sub>
529	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 4 ΚΛΙΝΩΝ	1				132	3.32	310	0.66
530	ΕΠΙΜΕΛΗΤΕΣ ΘΩΡΑΚΙΚΗΣ	1				66	3.04	281	0.63
531	ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΛΙΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ					66	2.97	281	0.63
532	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ					66	3.01	281	0.61
533	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ					66	2.97	279	0.62
534	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ	1				66	2.97	280	0.62
535	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ	1				66	2.97	280	0.62
536	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					66	2.97	280	0.62
537	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					66	2.97	280	0.62
538	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					66	2.97	280	0.62
539	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ					66	2.97	280	0.62
540	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 3 ΚΛΙΝΩΝ	1				66	3.05	282	0.62
541	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ	1				66	2.97	280	0.62
542	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ 2 ΚΛΙΝΩΝ	1				66	2.97	280	0.62
543	ΚΟΥΖΙΝΑ	4				198	7.56	554	0.66
559	ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ					200	1.82	125	0.46
545	ΠΡΟΙΣΤΑΜΕΝΗ				2	297	6.85	585	0.71
546	ΣΤΑΞΗ ΑΔΕΛΦΩΝ			28		165	1.94	159	0.46
551	W.C. ΓΥΝΑΙΚΩΝ	4				25	1.98	148	0.58
552	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			24		50	1.78	123	0.41
555	ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΣ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ			8		132	7.64	533	0.78
556	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ	1				25	1.89	131	0.44
557	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ					66	3.51	319	0.52
	ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΧΩΡΟΙ					165	1.94	159	0.46
	<b>ΠΛΗΘΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ</b>	20	16	110	44				
	<b>ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΣ (W)</b>	560	320	3960	792				
	<b>ΣΥΝΟΛ. ΕΓΚΑΤ. ΙΣΧΥΟΣ (W)</b>	5632							
	<b>ΙΣΧΥΣ ΦΩΤ. ΜΕΛΕΤ.</b>	4276							
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (W)</b>	1356							
	<b>ΜΕΙΩΣΗ ΚΑΤΑΝ. (%)</b>	24.07%							

Αναλυτικά αποτελέσματα μελέτης φωτισμού βου Ορόφου:

Α.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	U <sub>o</sub>
600	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			99	4.48	264	0.41
602	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.64
603	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ	1			132	7.50	570	0.85
604	ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ			2	100	8.82	513	0.89

A.Δ.	Χ.Κ	Λ. 28W	2*T8 36W	4*T8 18W	Σ.Ι. (W)	W/m <sup>2</sup>	Em (lx)	U <sub>o</sub>
606	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.67
607	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.64
608	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	313	0.64
610	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.64
613	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.64
615	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.64
617	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.64
619	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ	1	8		132	6.92	462	0.64
621	ΓΡΑΦΕΙΟ ΙΑΤΡΩΝ	1			132	6.92	462	0.64
623	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.67
625	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.67
627	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.67
629	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.67
631	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.67
633	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.67
635	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.67
638	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	2			66	3.23	265	0.67
641	ΓΡΑΦΕΙΟ		16		99	10.98	662	0.67
642	ΧΩΡΟΣ ΑΚΑΘΑΡΤΩΝ				33	11.8	385	0.79
643	ΚΟΥΖΙΝΑ		12		198	8.32	626	0.85
645	ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ		20		198	5.39	301	0.64
649	ΑΠΟΘΗΚΗ		4		33	5.88	359	0.78
650	ΑΠΟΘΗΚΗ				25	5.4	228	0.85
652	ΘΑΛΑΜΟΣ ΑΣΘΕΝΩΝ ΚΛΙΝΩΝ	1			66	3.23	265	0.68
654	ΚΟΙΤΩΝΕΣ ΓΙΑΤΡΩΝ		4		66	4.04	2444	0.62
655	ΓΡΑΦΕΙΟ, ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ		4		132	7.65	545	0.83
656	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ		4		33	2.44	205	0.29
657	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ		4		198	1.8	141	0.49
658	ΑΝΑΜΟΝΗ		4		75	3.91	215	0.44
659	ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ, ΧΩΡΟΣ ΑΝΑΜΟΝΗΣ		92		99	1.43	130	0.49
660	ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΟ		4		66	1.34	137	0.43



