

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΔΗΜΟΣΙΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ 1554



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΚΑΒΑΛΛΙΕΡΑΤΟΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ

ΚΑΛΛΙΒΩΚΑΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΠΕΛΛΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΠΑΤΡΑ 2018

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εξοικονόμηση ενέργειας όπως και η ορθολογική χρήση της αποτελεί πολύ σημαντικό ζήτημα στις μέρες μας. Τα μεγάλα περιβαλλοντικά ζητήματα που έχουν δημιουργηθεί από την αλόγιστη χρήση της ενέργειας επιβάλλουν άμεση δράση με στόχο την καλύτερη διαχείρισή της. Σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι η διερεύνηση και η μελέτη για τις δυνατότητες μετατροπής ενός παλαιού ενεργοβόρου κτιρίου σε ενεργειακό με βάση τους τελευταίους κανονισμούς που έχουν «θεσμοθετηθεί» και στην Ελλάδα. Ο συγκεκριμένος τύπος κτιρίου αποτελεί συνηθισμένο παράδειγμα στην ελληνική επικράτεια και για το λόγο αυτό επιλέχθηκε ως αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας μας.

Ως γνωστόν η ΕΕ πιέζει συνεχώς τα κράτη μέλη να εξασφαλίσουν την εφαρμογή των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων δημόσιων και ιδιωτικών νέων και υφιστάμενων, να εξασφαλίσουν την πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης και να επιβάλουν την τακτική επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού. Επιπλέον η οδηγία απαιτεί από τα κράτη μέλη να εξασφαλίσουν ότι τα νέα κτίρια θα είναι σχεδόν «μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης» από το 2021 και μετά τα ιδιωτικά και από το 2019 τα δημόσια.

Ευχαριστούμε θερμά την καθηγήτρια μας Μπέλλου Γεωργία για την καθοδήγηση της πτυχιακής εργασίας, για όλες τις συμβουλές και το χρόνο που αφιέρωσε σε μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της πτυχιακής μας εργασίας είναι η διερεύνηση, η μελέτη και η σχεδίαση επεμβάσεων σε υπάρχοντα δημόσια κτήρια με σκοπό την εξοικονόμηση μέρους της καταναλισκόμενης ενέργειας και ταυτόχρονα την ποιοτική αναβάθμιση του κτιρίου.

Στο κεφάλαιο 1 αναπτύσσονται περιληπτικά βασικές έννοιες που σχετίζονται με το θέμα, όπως η έννοια της εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια, οι βασικές κατευθύνσεις και τα κίνητρα εφαρμογής προγραμμάτων εξοικονόμησης.

Στο κεφάλαιο 2 αναλύονται οι δυνατότητες βελτίωσης της θερμικής συμπεριφοράς του κτιρίου τόσο όσον αφορά τη θερμομόνωση του κελύφους όσο και των μηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου.

Στο κεφάλαιο 3 αναλύεται σειρά παρεμβάσεων στις Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις (Η/Μ) του κτιρίου που είναι: κυρίως η ηλεκτρική εγκατάσταση φωτισμού, η εγκατάσταση θέρμανσης-ψύξης, αερισμού και η εγκατάσταση μεταφοράς ατόμων (ανελκυστήρας) με στόχο πάντα την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και τα μέτρα που έχουν σχέση με τη λειτουργία και συντήρηση των παραπάνω εγκαταστάσεων ή και την αλλαγή συμπεριφοράς των χρηστών του κτιρίου.

Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζεται η μελέτη περίπτωσης στην οποία οργανώνεται, υπολογίζεται και παρουσιάζεται (με τη χρήση block διαγραμμάτων και πινάκων υπολογισμού για συγκεκριμένο δημόσιο κτίριο) η ολοκληρωμένη πρόταση για την αξιολόγηση των επεμβάσεων που μπορούν να επιτύχουν εξοικονόμηση ενέργειας και αναβάθμιση του κτιρίου.

Στο κεφάλαιο 5 παρουσιάζονται οι αρχές της οικονομικής ανάλυσης των επεμβάσεων αυτών, γίνεται η οικονομική ανάλυση της ολοκληρωμένης τεχνικής πρότασης των επεμβάσεων και οι αντίστοιχοι πίνακες που δίνουν το κόστος και το χρόνο απόσβεσης των επεμβάσεων.

Στο κεφάλαιο 6 αναγράφονται τα συμπεράσματα σχετικά με τις ρεαλιστικά δυνατές επεμβάσεις που μπορούν να επιτύχουν εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας σε ένα δημόσιο κτίριο αλλά και βελτίωση της ποιότητας παροχής υπηρεσιών από αυτό.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	8
1.1. Η έννοια της εξοικονόμησης στα κτίρια.....	8
1.2. Βασικές κατευθύνσεις για εξοικονόμηση.....	9
1.3. Κίνητρα για εξοικονόμηση.....	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ	11
2.1. Κτιριακό κέλυφος.....	11
2.1.1. Θερμικές απώλειες και θερμομόνωση.....	11
2.1.2. Θερμική αγωγιμότητα και θερμοπερατότητα.....	12
2.1.3. Θερμοχρωρτικότητα κτιρίου	13
2.1.4. Εξωτερική - Εσωτερική θερμομόνωση	14
2.1.5. Θερμομονωτικά Υλικά	15
2.1.6. Κριτήρια επιλογής θερμομονωτικών υλικών	21
2.1.7. Κουφώματα	22
2.2. Μηχανολογικές εγκαταστάσεις.....	24
2.2.1. Γενικά.....	24
2.2.2. Θερμομόνωση σωληνώσεων.....	24
2.2.3. Θερμομόνωση αεραγωγών	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	26
3.1. Γενικά.....	26
3.2. Φωτισμός.....	26
3.2.1. Αντικατάσταση λαμπτήρων	27
3.2.2. Αντικατάσταση φωτιστικών.....	30
3.2.3. Έλεγχος Φωτισμού.....	32
3.2.4. Αύξηση φυσικού φωτισμού.....	33
3.3 Κλιματισμός	34
3.3.1 Υπάρχουσα εγκατάσταση	35

3.3.2. Επανασχεδιασμός εγκατάστασης.....	37
3.4. Σύστημα μεταφοράς ατόμων (ανελκυστήρας).....	38
3.4.1. Ηλεκτροκινητήρας	39
3.4.2. Αυτοματισμοί ανελκυστήρων με PLC.....	42
3.5 Αρμονικές και βελτίωση Συντελεστού ισχύος.....	42
3.6. Επανασχεδιασμός ηλεκτρικών εγκαταστάσεων	44
3.7. Πρόγραμμα συντήρησης	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	46
4.1. Γενικά.....	46
4.2. Επεμβάσεις θερμομόνωσης κελύφους	47
4.2.1. Γενική περιγραφή	47
4.2.2. Υπολογισμοί.....	48
4.3. Επεμβάσεις ηλεκτρολογικής εγκατάστασης	56
4.3.1. Εγκατάσταση Φωτισμού.....	58
4.3.2. Ανελκυστήρας.....	60
4.4. Παρεμβάσεις για την ποιοτική αναβάθμιση του κτιρίου	61
4.4.1. Αισθητήρια φωτισμού	61
4.4.2. Αισθητήρια ανεμιστήρων κλιματιστικών.....	62
4.4.3. Αισθητήρια ανελκυστήρα.....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	63
5.1. Οικονομικές έννοιες	63
5.1.1. Αρχικό κόστος επένδυσης.....	63
5.1.2. Καθαρή Παρούσα Αξία	63
5.1.3. Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ ή IRR).....	64
5.1.4. Περίοδος αποπληρωμής (PP)	65
5.1.5. Έντοκη Περίοδος αποπληρωμής (DPP).....	65
5.2 Υπολογισμοί του επενδυτικού προφίλ θερμομόνωσης.....	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	74
6.1. Επέμβαση θερμομόνωσης.....	74
6.2. Επέμβαση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων	75
6.3 Συμπεράσματα για τη συνολική παρέμβαση στο κτήριο.....	76
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	78
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1. Η έννοια της εξοικονόμησης στα κτίρια

Η Εξοικονόμηση Ενέργειας αποτελεί θέμα ζωτικής σημασίας, όχι μόνο για την εξοικονόμηση πόρων ενέργειας σε επίπεδο παραγωγής και μεταφοράς και για τη μείωση σε επίπεδο κατανάλωσης του κόστους ενέργειας, αλλά και για την προστασία του περιβάλλοντος. Στη λειτουργία των κτιρίων η εξοικονόμηση ενέργειας συνδέεται άμεσα με τη μείωση ή την αποφυγή απωλειών ενέργειας (σπατάλη) και με την ορθολογική χρήση αυτής.

Ο τομέας των κτηρίων και των μεταφορών αποτελούν τους μεγαλύτερους καταναλωτές ενέργειας στη χώρα μας. Στην Ελλάδα τα κτίρια ευθύνονται περίπου για το 36% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης ενώ, κατά την περίοδο 2000–2005, αύξησαν την ενεργειακή τους κατανάλωση κατά 24% περίπου, μία από τις μεγαλύτερες αυξήσεις στην Ευρώπη.

Ένας από τους βασικούς λόγους για τους οποίους τα ελληνικά κτίρια είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα είναι η παλαιότητά τους και η μη ενσωμάτωση σε αυτά σύγχρονης τεχνολογίας κατασκευής, εξαιτίας της έλλειψης σχετικής υποχρεωτικής νομοθεσίας ιδίως τις δεκαετίες της οικοδομικής έκρηξης (δεκαετίες '70-'90).

Τα περισσότερα από αυτά τα κτίρια αντιμετωπίζουν προβλήματα όπως:

1. Μερική ή ολοκληρωτική έλλειψη θερμομόνωσης
2. Κουφώματα (πλαίσια / μονοί υαλοπίνακες) παλαιάς τεχνολογίας.
3. Ελλιπή ηλιοπροστασία των νότιων και δυτικών όψεων
4. Ανεπαρκή αξιοποίηση του υψηλού ηλιακού δυναμικού της χώρας
5. Ανεπαρκή συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης/κλιματισμού με αποτέλεσμα χαμηλή απόδοση.

Μία σημαντική παράμετρος που επηρεάζει την ενεργειακή κατανάλωση ενός κτηρίου είναι η συμπεριφορά των ενοίκων, δηλαδή η εφαρμογή μέτρων οικοδόμησης «ενεργειακής συνείδησης». Παρατηρείται ότι η ελλιπής ενημέρωση των χρηστών-κατοίκων σε θέματα ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης της ενέργειας, οδηγεί συχνά σε σπάταλες συμπεριφορές, όπως π.χ. η εγκατάσταση μεμονωμένων κλιματιστικών συστημάτων χωρίς μελέτη, η χρήση συσκευών χαμηλής απόδοσης, η έλλειψη συντήρησης του συστήματος θέρμανσης, κ.α.

Η εξοικονόμηση ενέργειας θα πρέπει να αντιμετωπίζεται τελικά σαν μία «έμμεση» πηγή ενέργειας. Αναγκαία προϋπόθεση για την εφαρμογή κάθε ολοκληρωμένου προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας ή διαφορετικά ενεργειακής πειθαρχίας, αποτελεί η ύπαρξη τεχνικού δυναμικού που θα έχει τις τεχνικές γνώσεις και τα εφόδια να εφαρμόσει τις ανάλογες τεχνικές .

1.2. Βασικές κατευθύνσεις για εξοικονόμηση

Η κατανάλωση ενέργειας συνδέεται με την αποφυγή της σπατάλης ενέργειας και με την αποδοτικότερη αξιοποίηση των διατιθέμενων μορφών ενέργειας Σε ένα κτίριο καταναλώνουμε ενέργεια σε δύο κυρίως μορφές:

- Με τη μορφή καύσης, κυρίως πετρελαίου ή φυσικού αερίου, στον καυστήρα του λέβητα της κεντρικής θέρμανσης, για τη θέρμανση του χώρου το χειμώνα και πιθανόν και για την παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης
- Με τη μορφή ηλεκτρικής ενέργειας για το δροσισμό ή και τη θέρμανση του κτιρίου, το φωτισμό, την κίνηση, αλλά και τη λειτουργία των διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών.

Εξοικονόμηση ενέργειας σε ήδη κατασκευασμένα κτίρια σημαίνει επεμβάσεις που μπορούν μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας προσφέροντας:

- Διατήρηση ή και αύξηση της ποιότητας διαμονής/διαβίωσης στο κτίριο
- Διατήρηση ή και αύξηση της παραγωγικότητας των εργαζομένων μέσα σ' αυτό (προκειμένου για επαγγελματικό κτίριο)
- Γρήγορη απόσβεση των δαπανών που απαιτούν τέτοιες επεμβάσεις
- Αύξηση στο χρόνο ζωής του κτιρίου και όχι το αντίστροφο
- Όλα τα παραπάνω χωρίς να καταπονείται η κατασκευή ή να δημιουργούνται προβλήματα στο κτίριο ή σε τμήματά του από τις επεμβάσεις αυτές.

Δύο είναι οι βασικές κατευθύνσεις για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια:

1. Επεμβάσεις περιορισμού των θερμικών απωλειών από το εσωτερικό του κτιρίου προς το περιβάλλον και περιλαμβάνουν τις επεμβάσεις του κτιριακού κελύφους και λιγότερο

τις επεμβάσεις θερμικής μόνωσης των μηχανολογικών εγκαταστάσεων. Στόχος των επεμβάσεων αυτών είναι η μείωση του κόστους λειτουργίας των υπαρχόντων εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού και σε περίπτωση αντικατάστασης η μείωση του μεγέθους των μηχανημάτων.

2. Επεμβάσεις περιορισμού της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας με επεμβάσεις κυρίως αντικατάστασης εξοπλισμού κατανάλωσης, τρόπου λειτουργίας αυτού, ακόμα και επανασχεδίαση των εγκαταστάσεων.

Οι επεμβάσεις αυτές θα μελετηθούν αναλυτικά στη συνέχεια.

1.3. Κίνητρα για εξοικονόμηση

Σύμφωνα με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, τα νέα και τα υφιστάμενα κτίρια στα οποία εφαρμόζεται ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας πρέπει να ικανοποιούν τις ελάχιστες απαιτήσεις όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση προσαρμοσμένες πάντα στο τοπικό κλίμα. Οι μεγάλης κλίμακας ανακαινίσεις υφιστάμενων κτιρίων, δίνουν την ευκαιρία για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και με αυτή τη λογική θα πρέπει να αντιμετωπίζονται.

Η Ελλάδα στα πλαίσια της εφαρμογής της οδηγίας 2010/31/ΕΕ έχει θεσμοθετήσει μέτρα και έχει δώσει κίνητρα για να επιτευχθούν οι στόχοι της. Τα κίνητρα αυτά είναι δωρεάν ή επιδοτούμενη τεχνική συνδρομή και παροχή συμβουλών, άμεσες επιδοτήσεις, επιδοτούμενα δάνεια ή δάνεια με χαμηλό επιτόκιο, συστήματα επιχορηγήσεων και συστήματα εγγύησης δανείων. Για την Ελλάδα η επιτυχία στην εφαρμογή των προγραμμάτων ενεργειακής εξοικονόμησης είναι σημαντική, διότι είναι γνωστό ότι δεν διαθέτει σημαντικούς εθνικούς ενεργειακούς πόρους και όσον αφορά την κατανάλωση αποδεικνύεται μία σπάταλη ενεργειακά χώρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ

2.1. Κτιριακό κέλυφος

Στόχος του κτιριακού κελύφους είναι η εξασφάλιση συνθηκών άνεσης μέσα στο κτίριο. Στην κατεύθυνση αυτή κινούνται και τα διάφορα συστήματα θέρμανσης και κλιματισμού που χρησιμοποιούνται στις κτιριακές εγκαταστάσεις. Ένα λειτουργικό κτιριακό κέλυφος είναι πρώτα ένα ενεργειακό κέλυφος που συμβάλλει στην οικονομικότερη λειτουργία των παραπάνω εγκαταστάσεων με:

- Τη μείωση του κόστους προμήθειας και εγκατάστασης του εξοπλισμού λόγω του μικρότερου μεγέθους μηχανημάτων και δικτύων
- Τη μείωση του κόστους λειτουργίας που οφείλεται στη μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας και γενικά στην αποδοτικότερη λειτουργία αυτών των συστημάτων.

Τα στοιχεία που αποτελούν το κτιριακό κέλυφος είναι οι εξωτερικοί τοίχοι, τα θεμέλια, η οροφή, τα ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα). Οι διαστάσεις, τα χρησιμοποιούμενα υλικά κατασκευής, οι συνδέσεις μεταξύ τους και ο προσανατολισμός είναι οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιριακού κελύφους.

2.1.1. Θερμικές απώλειες και θερμομόνωση

Είναι γνωστό ότι, ανάμεσα σε δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες, προκαλείται μία συνεχής ροή θερμότητας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο. Οι θερμικές απώλειες δεν νοούνται μόνο σαν η απώλεια ζέστης ενός χώρου το χειμώνα αλλά και σαν η απώλεια της δροσιάς το καλοκαίρι, όταν δηλαδή το περιβάλλον είναι θερμότερο. Αυτή η ροή θερμότητας είναι αδύνατον να εμποδιστεί τελείως μπορεί όμως να περιοριστεί ως προς την ένταση και τη διάρκειά της, δηλαδή να εφαρμοστεί έλεγχος των θερμικών απωλειών.

Ο επιδιωκόμενος έλεγχος και περιορισμός των θερμικών απωλειών επιτυγχάνεται με τη θερμομόνωση των τοίχων (αδιαφανή στοιχεία) και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων (διαφανή στοιχεία). Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ελάττωση του ρυθμού μετάδοσης της θερμότητας μέσω των εξωτερικών επιφανειών του κτηρίου.

Στην Ελλάδα η θερμομόνωση έγινε υποχρεωτική το 1979 με την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΠΔ ΦΕΚ 362/Δ/4.7.79) για όλα τα νέα κτίρια. Ο κανονισμός αυτός θέτει:

- Όρια για τον επιτρεπόμενο μέγιστο Συντελεστή Θερμοπερατότητας K_{max} κάθε δομικού στοιχείου.
- Όρια για τον επιτρεπόμενο μέγιστο μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας $K_{m,max}$ του κελύφους (τοίχοι και ανοίγματα) του κάθε ορόφου και ολόκληρου του κτιρίου.

Οι ασάφειες, οι παραλείψεις και τα προβλήματα στην εφαρμογή του κανονισμού οδήγησαν στην διαδικασία αναθεώρησης προκειμένου εκτός των άλλων να εφαρμοσθούν και τα μέτρα του Κανονισμού για την Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση Ενέργειας στα κτίρια (ΚΟΧΕΕ) και να προχωρήσει η Ενεργειακή Πιστοποίηση των κτιρίων.

2.1.2. Θερμική αγωγιμότητα και θερμοπερατότητα

Όλα τα υλικά άγουν θερμότητα. Η παράμετρος που καθορίζει το πόσο γρήγορα το κάθε σώμα μεταφέρει θερμότητα δι' αγωγής είναι η ειδική θερμική αγωγιμότητα του υλικού ή ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού λ (W/m^0K). Είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα του υλικού και εκφράζει τη θερμική ισχύ (W) που ρέει, δηλαδή περνά από τις απέναντι πλευρές ενός υλικού μέσου ανά μονάδα πάχους (d σε m) όταν υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά 1^0K ή 1^0C κατά την κατεύθυνση ροής της θερμότητας.

Δεδομένου ότι πρόκειται για μια ιδιαίτερα σημαντική ιδιότητα η τιμή της καθορίζει και την καταλληλότητα κάποιου υλικού για δεδομένη χρήση. Η τιμή συνήθως μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία αν και σε πολλές περιπτώσεις λαμβάνεται σαν σταθερή. Στα αέρια η ειδική θερμική αγωγιμότητα λ αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Στα στερεά σώματα η ειδική θερμική αγωγιμότητα εξαρτάται τόσο από τις ιδιότητες του σώματος όσο και από την εσωτερική δομή του και από τις συνθήκες υπό τις οποίες διεξάγονται οι μετρήσεις. Υπάρχουν πιστοποιημένα εργαστήρια στα οποία γίνεται η μέτρηση της θερμικής αγωγιμότητας ή της θερμικής αντίστασης δομικών στοιχείων, όπως είναι το Εργαστήριο Ενεργειακών Μετρήσεων Δομικών Στοιχείων (ΕΕΜΔΣ) του ΚΑΠΕ.

Η παράμετρος που καθορίζει τη θερμική ισχύ (σε W) που ανταλλάσσεται μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού περιβάλλοντος μέσω επιπέδου τοιχώματος συγκεκριμένης

κατασκευής (υλικά συγκεκριμένης ειδικής θερμικής αγωγιμότητας λ), ανά μονάδα επιφάνειας (m^2) όταν υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά $1^{\circ}K$ ή $1^{\circ}C$ ονομάζεται συντελεστής θερμοπερατότητας U του τοιχώματος σε (W/m^2K) και όπως είναι φυσικό καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα του. Εκτός από τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας των υλικών που συνθέτουν το τοίχωμα, η περιεκτικότητά τους σε υγρασία και το πάχος είναι τα στοιχεία που επηρεάζουν τον συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου.

2.1.3. Θερμοχωρητικότητα κτιρίου

Είναι γνωστό ότι η θερμοχωρητικότητα ενός δομικού υλικού μίας κατασκευής εκφράζει την ικανότητα του υλικού αυτού να αποθηκεύει θερμότητα. Η ικανότητα αυτή αποτυπώνεται με το συντελεστή θερμοχωρητικότητας ή ειδικής θερμότητας c ($1J/m^2^{\circ}K$) ο οποίος ορίζεται σαν το ποσό θερμότητας που αποθηκεύεται σε $1 m^2$ του δομικού υλικού όταν υπάρχει θερμοκρασιακή διαφορά $1^{\circ}C$ ($=1^{\circ}K$) του αέρα μεταξύ των δύο πλευρών.

Η ειδική θερμότητα των δομικών στοιχείων ενός κτιρίου επηρεάζει τον ρυθμό μεταβολής της θερμοπερατότητας του κτιρίου. Όταν η θερμοχωρητικότητα των υλικών κατασκευής των τοιχωμάτων είναι μεγάλη (αυξημένος συντελεστής θερμοχωρητικότητας c), αυτά αποθηκεύουν μεγάλο ποσό θερμότητας το οποίο αποδίδουν μετά την διακοπή της θέρμανσης οπότε ο χώρος καθυστερεί να ψυχθεί. Καθυστέρηση όμως παρουσιάζει ο χώρος και κατά τη έναρξη της θέρμανσης γιατί αντίστοιχα απαιτείται η κατανάλωση αυξημένου ποσού θερμότητας για την κάλυψη της θερμότητας αποθήκευσης λόγω της αυξημένης θερμοχωρητικότητας των τοιχωμάτων.

Η τοποθέτηση του θερμομονωτικού υλικού εξωτερικά των τοίχων του κτιρίου αυξάνει τη θερμοχωρητικότητα των τοιχωμάτων οπότε κατά τη θέρμανση ο χώρος καθυστερεί να θερμανθεί και επίσης καθυστερεί να ψυχθεί. Ανάλογη είναι η συμπεριφορά του χώρου και στην ψύξη, δηλαδή τοιχώματα με μεγάλη θερμοχωρητικότητα καθυστερούν την ψύξη του χώρου και αντίστοιχα αυξάνουν το χρόνο απόψυξης του.

Τα κτίρια κατοικιών, γραφείων είναι κατάλληλα για την εφαρμογή μιας τέτοιας κατασκευής ή επέμβασης. Αντίθετα σε κτίρια τα οποία δεν χρησιμοποιούνται συχνά (π.χ. συνεδριακά κέντρα, εκκλησίες, θέατρα) δεν μας ενδιαφέρει η κατασκευή τοιχωμάτων με μεγάλο συντελεστή θερμοχωρητικότητας.

2.1.4. Εξωτερική - Εσωτερική θερμομόνωση

Η διάρκεια ζωής και το κόστος συντήρησης κάθε υφιστάμενου κτιρίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την προστασία του κελύφους του, τη συμπεριφορά του στις απότομες μεταβολές των καιρικών συνθηκών, τον ρυθμό απώλειας ή πρόσληψης θερμότητας προς και από το εξωτερικό περιβάλλον καθώς και την εκμετάλλευση της θερμοχωρητικότητας των δομικών υλικών του.

Η ανάγκη για προστασία του κελύφους ικανοποιείται αποτελεσματικά από τη σωστή εσωτερική ή και εξωτερική κάλυψη η οποία συντελεί στη διατήρηση της κατάλληλης θερμοκρασίας με τις ελάχιστες δυνατές απώλειες.

Η εξωτερική θερμομόνωση χαρακτηρίζεται από τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

1. Περιορίζει την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος.
2. Πετυχαίνει τη δημιουργία ευχάριστου εσωτερικού κλίματος με την μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, ελαχιστοποιώντας ταυτόχρονα το κόστος κλιματισμού.
3. Δεν επιτρέπει την «εξίσωση» της θερμοκρασίας μέσα και έξω από το κτίριο γι' αυτό είναι ιδανική για το ψύχος ή τον καύσωνα.
4. Αποτελεί και έναν τεχνικά αποτελεσματικό και οικονομικό τρόπο για την αναπαλαίωση υπάρχοντων κτιρίων.

Η εσωτερική θερμομόνωση χαρακτηρίζεται από τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

1. Είναι συχνά η μόνη λύση σε διατηρητέα κτίρια και σε περιπτώσεις διαμερισμάτων πολυκατοικίας όπου οι υπόλοιποι ιδιοκτήτες δεν επιθυμούν εξωτερική θερμομόνωση της.
2. Ευνοεί τη σύντομη θέρμανση του χώρου.
3. Δεν απαιτεί ιδιαίτερη προστασία των θερμομονωτικών υλικών, αλλά μόνο αισθητική κάλυψη τους.
4. Επιτρέπει την εκτέλεση των οικοδομικών εργασιών υπό οποιοσδήποτε καιρικές συνθήκες.
5. Παρέχει πλήρη ελευθερία στην αρχιτεκτονική διαμόρφωση των όψεων.

2.1.5. Θερμομονωτικά Υλικά

Η θερμομόνωση είναι το μέσο εκείνο που καθυστερεί την μεταφορά θερμότητας από ένα περιβάλλον σε ένα άλλο. Τα χαρακτηριστικά της θερμομόνωσης (χρησιμοποιούμενο μονωτικό υλικό, πάχος, θέση) είναι αυτά που παρουσιάζουν το κύριο ενδιαφέρον στη μελέτη των επεμβάσεων που αφορούν τα αδιαφανή στοιχεία του κτιριακού κελύφους. Τα θερμομονωτικά υλικά λόγω της χαμηλής τους πυκνότητας έχουν μικρή θερμική αγωγιμότητα η τιμή της οποίας δεν ξεπερνά συνήθως το $\lambda < 0,5 \text{ Kcal/m h } ^\circ\text{C}$ και μεγάλη θερμική αντίσταση.

Η θερμομόνωση χρησιμοποιείται γιατί βελτιώνει την θερμική συμπεριφορά των στοιχείων στα οποία εφαρμόζεται. Η κύρια λειτουργία της είναι να μειώνει τη ροή της θερμότητας. Με την εφαρμογή της σε ένα κτίριο επιτυγχάνονται τα ακόλουθα :

1. Συντηρεί τις συνθήκες στο εσωτερικό των χώρων, διατηρώντας την επιθυμητή θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος. Συμβάλλει έτσι στη μείωση των λειτουργικών εξόδων που σχετίζονται με τα συστήματα κλιματισμού..
2. Προφυλάσσει τους παρευρισκόμενους στο χώρο από ακτινοβολίες που προέρχονται από πηγές υψηλής θερμοκρασίας..

Ένα θερμο-μονωτικό υλικό μπορεί παράλληλα να παρέχει ηχητική μόνωση καθώς και αντιπυρική προστασία (ορισμένα υλικά) και αντισεισμική προστασία (μείωση των θερμικών τάσεων στα δομικά στοιχεία οπότε λιγότερες ρωγμές). Επιπλέον αποτρέπει την υγρασία υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια των δομικών στοιχείων.

Σήμερα στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία θερμομονωτικών υλικών με διαφορετικά θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά (συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, ειδικής θερμότητας, διαστολής, επιρροή από υγρασία, κ.λ.π.), μηχανικές ιδιότητες (ελαστικότητα, αντοχή σε θλίψη, κ.λ.π.), ανθεκτικότητα, διαδικασία εφαρμογής, και κόστος προμήθειας, τοποθέτησης και συντήρησης.

2.1.5.1 Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη

Για την παραγωγή αφρώδους εξηλασμένης πολυστερίνης χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη η πολυστερίνη, το CO₂ ως προωθητικό αέριο σε ποσοστό από 3 ως 7%, στοιχεία αύξησης της πυραντοχής σε ποσοστό από 1 ως 6% και ως βοηθητικές ύλες το ταλκ και χρωστικές ουσίες, που δίνουν το χαρακτηριστικό για κάθε εταιρία χρώμα στο τελικό προϊόν. Παράγεται σε μορφή πλακών, διαφορετικής πυκνότητας ανάλογα με την εφαρμογή, με επίπεδη ή ανάγλυφη επιφάνεια, για την επίτευξη καλύτερης πρόσφυσης του κονιάματος του επιχρίσματος. Ακόμη παράγονται πλάκες με επικάλυψη τσιμεντοκονίας ή ψηφίδας, στη μία τους πλευρά.

Η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη διαθέτει καλές θερμομονωτικές ιδιότητες με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας που κυμαίνεται από 0,025 έως 0,035 W/(mK). Η τιμή του συντελεστή αυτού οφείλεται κατά κύριο λόγο στην θερμική αγωγιμότητα του μίγματος αέρα και αερίων που κατέχουν περίπου το 95% του όγκου του υλικού.



Εικόνα 1: Πλάκες αφρώδης εξηλασμένης πολυστερίνης

2.1.5.2. Διογκωμένη Πολυστερίνη

Η Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS - Expanded polystyrene), γνωστή στην Ελλάδα και σαν φελιζόλ, είναι ένα ελαφρύ, θερμομονωτικό υλικό το οποίο χρησιμοποιείται στην οικοδομή και σε άλλες εφαρμογές. Παράγεται από κόκκους πολυστυρολίου, οι οποίοι είναι θερμοπλαστικοί. Με τη διόγκωσή τους, οι κόκκοι μεγαλώνουν και γίνονται σφαιρίδια, τα οποία διογκώνονται περισσότερο και κολλούν μεταξύ τους. Η διογκωμένη πολυστερίνη

παράγεται σε μεγάλα μπλοκ, τα οποία κόβονται σε πλάκες ή από καλούπια απευθείας στη μορφή του καλουπιού.

Η διογκωμένη πολυστερίνη διαθέτει ικανοποιητική θερμομονωτική ικανότητα (0,029-0,041 W/mK). Ωστόσο απαιτείται προσοχή κατά την παραγωγή της, διότι αν σχηματιστούν κενά που δε διαμορφώνουν κλειστούς πόρους, είναι δυνατόν να εισχωρήσει νερό και να αυξηθεί σημαντικά ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ . Γενικότερα πάντως η διογκωμένη πολυστερίνη παρουσιάζει καλή αντοχή στη διάχυση υδρατμών και στην απορρόφηση υγρασίας. Επιπρόσθετα, διαθέτει καλές ιδιότητες όσον αφορά στην αντοχή στον εφελκυσμό και στη συμπίεση.



Εικόνα 2: Πλάκες διογκωμένης πολυστερίνης

2.1.5.3. Πετροβάμβακας

Ο πετροβάμβακας είναι ινώδους μορφής, καθώς αποτελείται από μια μάζα εξαιρετικά λεπτών ινών (διάμετρος < 4 ή $5 \mu\text{m}$) και παρασκευάζεται από μίγμα ορυκτογενών πετρωμάτων, που αφθονούν στη φύση, όπως βασάλτη, μεταβασάλτη, αμφιβολίτη, ασβεστόλιθο, δολομίτη και βωξίτη. Στο εμπόριο συναντάται σε πάπλωμα χωρίς επένδυση ή με επένδυση μεταλλικού πλέγματος ή σκληρών πλακών, καθώς και σε μορφή κοχυλιών πετροβάμβακας έχει υψηλή πυκνότητα (30 k g/m^3) και ιδιαίτερα καλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας που κυμαίνεται από $0,033$ ως $0,045 \text{ W/(m K)}$. Επίσης έχει θερμομονωτικές, ηχομονωτικές ιδιότητες καθώς επίσης και αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες.



Εικόνα 3: Χαλί πετροβάμβακα



Εικόνα 4: Πλάκες πετροβάμβακα

2.1.5.4. Υαλοβάμβακας

Θερμομονωτικές πλάκες από πολύ λεπτές ισοπαχείς ίνες γυαλιού, που παράγονται από πυριτική άμμο, ανθρακική σόδα, αλουμίνα, ασβεστόλιθο, δολομίτη και ραζορίτη, με χρήση συνθετικής ρητίνης (βακελίτη). Στη διαδικασία σχηματισμού των πλακών οι ίνες ψεκάζονται με το συνδετικό μέσον, που με τη σειρά του σκληραίνει σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 200°C. Σύμφωνα με ισχύοντα Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων ο υαλοβάμβακας θεωρείται ότι έχει συντελεστή θερμικής διαπερατότητας $\lambda=0,035 \text{ W/(mK)}$.



Εικόνα 5: Υαλοβάμβακας

2.1.5.5. Ξυλόμαλλο

Ελαφρές δομικές πλάκες από ξυλόμαλλο και ανόργανα συνδετικά υλικά που κατασκευάζονται σύμφωνα με το Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ 396/82. Κατασκευάζονται μόνο από γερό και μακρόϊνο ξυλόμαλλο, με συνδετικά υλικά τσιμέντο ελληνικού τύπου PORTLAND και οικοδομικό γύψο ή καυστική μαγνησία. Οι πλάκες δεν πρέπει να περιέχουν στοιχεία που μπορούν να βλάψουν τα δομικά υλικά που έρχονται σε επαφή μαζί τους, όπως επιχρίσματα και άλλα επικαλυπτικά υλικά. Οι πλάκες είναι αποδεκτές από πλευράς μορφής εάν έχουν ορθογωνικότητα, παραλληλότητα και καλά διαμορφωμένες ακμές.

Εικόνα 6: Ξυλόμαλλο



2.1.6. Κριτήρια επιλογής θερμομονωτικών υλικών

Η επιλογή των θερμομονωτικών υλικών θα πρέπει να γίνεται λαμβάνοντας σοβαρά υπόψη τις διάφορες καταπονήσεις (μηχανικές, φυσικοχημικές, κλπ) που υφίστανται τα υλικά στη συγκεκριμένη εφαρμογή, με την έννοια ότι οι συγκεκριμένες καταπονήσεις επηρεάζουν άμεσα τη θερμική απόδοσή τους. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μελέτη των χαρακτηριστικών των διαφόρων υλικών στην οποία θα στηριχθεί και ο βέλτιστος συνδυασμός των κριτηρίων επιλογής θερμομονωτικών υλικών.

Τα κριτήρια που λαμβάνονται υπόψη για την επιλογή θερμομονωτικών υλικών είναι:

α. Φυσικοτεχνικά χαρακτηριστικά

- Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ .
- Η εξάρτηση του λ από τη θερμοκρασία και την υγρασία. Η τιμή του λ αυξάνει σημαντικά με τη συμπύκνωση υδρατμών μέσα στη μάζα του και αν διαβραχεί όλη η μάζα του τότε παύει να υπάρχει θερμομονωτική δράση.
- Η ειδική θερμότητα.
- Ο συντελεστής θερμικής διαστολής. Όσο χαμηλότερος είναι, τόσο απομακρύνεται ο κίνδυνος οικοδομικών μικροζημιών ή καταστροφής των στεγανώσεων.

β. Τρόπος Εφαρμογής

- Προκατασκευασμένα προϊόντα ή κατασκευή επί τόπου.
- Απαιτούμενα προστατευτικά μέτρα κατά την εφαρμογή (π.χ. προστασία από μηχανικές βλάβες ή δυσμενείς περιβαλλοντικές επιδράσεις).

γ. Μηχανικές Ιδιότητες

- Ελαστικότητα, ευθραυστότητα.
- Αντοχή σε θλίψη, κάμψη και δονήσεις.
- Αλλοιώσεις με το χρόνο (γήρανση)
- Πυκνότητα

δ. Συμπεριφορά - ανθεκτικότητα

- Αντίσταση στη διάβρωση, στους μικροοργανισμούς, έντομα, κ.λπ.

- Συμπεριφορά στην υγρασία (τυχόν μεταβολή των διαστάσεων, διαπερατότητα στους υδρατμούς, απορροφητικότητα νερού).
- Συμπεριφορά στη φωτιά και μέγιστες επιτρεπόμενες θερμοκρασίες λειτουργίας.
- Βαθμός ευαισθησίας σε υπεριώδη ακτινοβολία, σε διάφορα αέρια και σε διάφορους διαλύτες ή το θαλασσίνο νερό, κ.λπ.

ε. Οικονομικά Στοιχεία

- Κόστος προμήθειας και εγκατάστασης.
- Χρόνος ζωής, χρόνος απόσβεσης δαπάνης.
- Προστιθέμενης αξία στην όλη κατασκευή.

2.1.7. Κουφώματα

Σε μία μέση κατοικία υπολογίζεται ότι το 35% των θερμικών απωλειών, το μεγαλύτερο δηλαδή ποσοστό συγκριτικά με τις αντίστοιχες απώλειες από το δάπεδο, την οροφή και την εξωτερική τοιχοποιία, οφείλεται στα κουφώματα (πόρτες, παράθυρα). Είναι λοιπόν σαφές ότι η ελαχιστοποίηση των απωλειών αυτών θα πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα.

Η θερμική συμπεριφορά των κουφωμάτων καθορίζεται από το υλικό των πλαισίων, το είδος των υαλοστασίων και γενικά την «αεροστεγανότητα» της κατασκευής, δηλαδή κατά πόσο εμποδίζεται η διαφυγή της θερμότητας από τις χαραμάδες σε συνδυασμό και με τον τρόπο ανοίγματος π.χ. επάλληλα, συρόμενα μέσα στον τοίχο ή εξωτερικά, ανοιγόμενα, περιστρεφόμενα γύρω από κατακόρυφο ή οριζόντιο άξονα, σταθερά. Έχει αποδειχτεί ότι τα συρόμενα μέσα στον τοίχο κουφώματα παρουσιάζουν αυξημένες θερμικές απώλειες.

Όσον αφορά το υλικό του πλαισίου των κουφωμάτων το αλουμίνιο παρουσιάζει τον υψηλότερο συντελεστή θερμοπερατότητας ο οποίος βέβαια μειώνεται όταν υπάρχει στην κατασκευή του προφίλ κατασκευής θερμοδιακοπή. Χαμηλότερο συντελεστή θερμοπερατότητας παρουσιάζουν τα συνθετικά πλαστικά και τα ξύλινα πλαίσια.

Οι θερμικές απώλειες στα υαλοστάσια δημιουργούνται από τρεις διαφορετικούς μηχανισμούς:

1. από τις επιφάνειες του εσωτερικού χώρου προς την εσωτερική επιφάνεια της υάλωσης

2. διαμέσου της μάζας του γυαλιού
3. από την εξωτερική επιφάνεια του γυαλιού εξαιτίας των συνθηκών περιβάλλοντος.

Χρησιμοποιώντας απλή υάλωση υπάρχει σχετικά μικρή αντίσταση στις απώλειες θερμότητας εξαιτίας της σχετικά υψηλής αγωγιμότητας του γυαλιού σε συνδυασμό με το χαμηλό δείκτη μόνωσης.

Αποτελεσματική αύξηση της θερμικής αντίστασης του υαλοστασίου μπορεί να επιτευχθεί με διπλή υάλωση, δηλαδή δεύτερο φύλλο γυαλιού δια-χωρισμένο από το πρώτο με διάκενο αέρα. Το διάκενο εξασφαλίζει επιπρόσθετη αντίσταση στη δίοδο θερμότητας εξαιτίας της χαμηλής σχετικά θερμικής αγωγιμότητας του αέρα και το δεύτερο φύλλο γυαλιού παρέχει επίσης επιπλέον θερμική αντίσταση στη δίοδο της θερμότητας από μεγάλο μήκος κύματος ακτινοβολίας.

Οι τρόποι αύξησης της θερμικής αντίστασης στις διπλές υαλώσεις είναι:

1. Αύξηση του πλάτους του διάκενου. Μπορούμε γενικά να βελτιώσουμε την θερμική αντίσταση με αύξηση έως το μέγιστο πλάτος (15mm-16mm) πέραν του οποίου η θερμική αντίσταση δεν αυξάνεται σημαντικά.
2. Χρήση υαλοπινάκων με επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής. Η χρήση τους μειώνει δραστικά την μετάδοση θερμότητας μέσω ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος ανάμεσα στα δυο φύλλα γυαλιού. Το ποσό της θερμότητας που μεταδίδεται με τον τρόπο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό και ανέρχεται στο 60% της συνολικής θερμότητας που διέρχεται διαμέσου του διάκενου. Η επίστρωση χαμηλής εκπομπής μειώνει αυτή την ποσότητα θερμότητας που μεταδίδεται μέσω ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος κατά 75% και έτσι συνακόλουθα μειώνεται δραστικά και ο συντελεστής θερμοπερατότητας της υάλωσης.

Τα παντζούρια όποτε χρησιμοποιούνται στα παράθυρα πρέπει να συμβάλουν στη μείωση των θερμικών απωλειών των κουφωμάτων με την κατάλληλη κατασκευή (π.χ. γέμιση των πλαστικών φύλλων των ρολών με θερμομονωτικό αφρό) και την κατάλληλη τοποθέτηση.

2.2. Μηχανολογικές εγκαταστάσεις

2.2.1. Γενικά

Πολλά τμήματα των μηχανολογικών εγκαταστάσεων όπως σωληνώσεις δικτύων διανομής, αεραγωγοί κ.λ.π, μπορούν να λειτουργούν σε θερμοκρασίες πολύ μακριά από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Έτσι υπάρχει μία ροή θερμότητας προς το περιβάλλον η οποία σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να είναι σημαντική. Η ροή αυτή σχετίζεται άμεσα με τη διαφορά θερμοκρασίας και σε πολλές περιπτώσεις είναι και ανεπιθύμητη οπότε η θερμομόνωση είναι και τεχνικά απαραίτητη. Σε κάθε περίπτωση η εφαρμογή μόνωσης εισάγει θερμική αντίσταση και μειώνει την ροή θερμότητας. Γενικά οι λόγοι που καθιστούν απαραίτητη την εφαρμογή θερμομόνωσης είναι οικονομικοί και τεχνικοί.

Οι οικονομικοί λόγοι σχετίζονται με τη μείωση των θερμικών απωλειών δηλαδή την εξοικονόμηση σημαντικών ποσοτήτων καυσίμου ιδίως σε μεγάλες κτιριακές ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Η ανάπτυξη καινούργιων μονωτικών υλικών με βελτιωμένα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά και χαμηλότερο κόστος αυξάνει το ενδιαφέρον για εξοικονόμηση πόρων.

Πολλές φορές τεχνικοί λόγοι που κάνουν αναγκαία την εφαρμογή θερμομόνωσης μπορεί να είναι: η προστασία των συσκευών ή των δικτύων ιδίως στις περιπτώσεις υγρών που το ιξώδες μεταβάλλεται έντονα με τη θερμοκρασία (μαζούτ, άσφαλτος, κλπ), η διατήρηση ομοιόμορφης θερμοκρασίας σε δοχεία που διευκολύνει κάποιες χημικές αντιδράσεις, αλλά κυρίως η αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων ή πάγου που συχνά φθείρει τις επιφάνειες. Στα παραπάνω θα πρέπει να προστεθούν και θέματα ασφάλειας και υγιεινής περιβάλλοντος π.χ. εγκαύματα, ή θερμοκρασιακή επιβάρυνση χώρων εργασίας.

2.2.2. Θερμομόνωση σωληνώσεων

Οι σωληνώσεις προσαγωγής και επιστροφής στις εγκαταστάσεις θέρμανσης-κλιματισμού με νερό ή στις εγκαταστάσεις παρασκευής ζεστού νερού χρήσης, πρέπει να μονώνονται εξωτερικά ιδίως όταν διέρχονται από μη κλιματιζόμενους χώρους. Σε περίπτωση δε που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα πρέπει επιπλέον να προστατεύεται και η μόνωση των σωληνώσεων από τις καιρικές συνθήκες.

Η θερμομόνωση των σωληνώσεων εκτός από τη μείωση των απωλειών ενέργειας συμβάλει στην αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων ιδίως στα τμήματα του δικτύου που βρίσκονται σε εξωτερικό χώρο. Σε μία εγκατάσταση θερμομόνωσης σωληνώσεων είναι εφικτές τεχνικά διάφορες λύσεις με υλικά διαφορετικού συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ και πάχους d αλλά και διαφορετικού κόστους. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να γίνει ολοκληρωμένη τεχνικοοικονομική αξιολόγηση και να αναζητηθεί η βέλτιστη οικονομοτεχνικά λύση που στην ουσία είναι η λύση που προσδιορίζει «τη βέλτιστη διάμετρο μόνωσης».

2.2.3. Θερμομόνωση αεραγωγών

Οι αεραγωγοί προσαγωγής και επιστροφής στις εγκαταστάσεις θέρμανσης-κλιματισμού με αέρα πρέπει να μονώνονται εξωτερικά ιδίως όταν διέρχονται από μη κλιματιζόμενους ή εξωτερικούς χώρους. Υπολογίζεται ότι σε μία μεσαία εγκατάσταση οι απώλειες από τη μη μόνωση των αεραγωγών επιβαρύνουν κατά 4-6% την κατανάλωση ενέργειας.

Η θερμομόνωση συμβάλει επίσης στη μείωση του θορύβου της εγκατάστασης, στην αποφυγή δημιουργίας συμπυκνωμάτων ιδίως στα τμήματα που βρίσκονται εκτός κλιματιζόμενου χώρου και στην εύρυθμη λειτουργία των ρυθμίσεων ελέγχου της εγκατάστασης καθόσον αποφεύγεται η «ανεξέλεγκτη» θερμοκρασία εισόδου του αέρα εξαιτίας των απωλειών στο μη μονωμένο τμήμα των σωληνώσεων.

Σε μία εγκατάσταση θερμομόνωσης αεραγωγών είναι εφικτές τεχνικά διάφορες λύσεις με υλικά διαφορετικού συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ και πάχους d αλλά και διαφορετικού κόστους. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να αναζητηθεί η βέλτιστη οικονομοτεχνικά λύση η οποία είναι αυτή που προσδιορίζει το «βέλτιστο πάχος μόνωσης».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

3.1. Γενικά

Για το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας το δημόσιο κτίριο αποτελεί ένα φορτίο που αποτελείται κυρίως από φορτία ισχυρών ρευμάτων, δηλαδή φωτισμού, κλιματισμού (θέρμανσης-ψύξης) και κινητήρια συστήματα μεταφοράς ατόμων (ανελκυστήρες). Η προσπάθεια για εξοικονόμηση ενέργειας περιλαμβάνει παρεμβάσεις στα συστήματα αυτά. Οι κύριοι άξονες των παρεμβάσεων αυτών είναι:

- Αντικατάσταση εξοπλισμού με αντίστοιχο αποδοτικότερης λειτουργίας (πχ. λαμπτήρες, κινητήρες)
- Αυτοματισμοί για ορθολογική-οικονομική χρήση των διάφορων καταναλώσεων
- Επανασχεδίαση των εγκαταστάσεων (π.χ. φωτισμού, κλιματισμού) που οδηγεί σε μείωση του μεγέθους του εξοπλισμού ή σε καλύτερη διαχείριση της λειτουργίας.
- Κατάργηση της λειτουργίας των συσκευών σε κατάσταση αναμονής

Μία σημαντική παρέμβαση στο σύστημα για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας είναι η διόρθωση-βελτίωση του συντελεστή ισχύος της εγκατάστασης. Η βελτίωση αυτή μπορεί να είναι τοπική ή κεντρική ανάλογα με το είδος και το μέγεθος των φορτίων και τον σχεδιασμό της εγκατάστασης.

3.2. Φωτισμός

Σε πολλά κτίρια όπως τα κτίρια υπηρεσιών, ο φωτισμός αποτελεί σημαντικό ηλεκτρικό φορτίο και συμβάλλει σημαντικά στο λειτουργικό κόστος του κτιρίου. Σε κτίρια γραφείων ο φωτισμός αποτελεί συχνά το 50% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται και το κόστος λειτουργίας του φωτισμού μπορεί να ξεπεράσει το κόστος για θέρμανση του κτιρίου. Η εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας μπορεί να ελαττώσει σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας και επομένως το κόστος λειτουργίας.

Σε περιπτώσεις όπου ο φυσικός φωτισμός δεν υπάρχει – όπως, για παράδειγμα, κατά τις νυκτερινές ώρες – ή δεν είναι επαρκής –για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών ιδίως σε γεωγραφικές περιοχές που χαρακτηρίζονται από πολύ μικρή ηλιοφάνεια, τις ημέρες όπου ο ουρανός είναι νεφοσκεπής και λοιπά – για την επίτευξη της οπτικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, η χρήση του τεχνητού φωτισμού είναι απαραίτητη. Όπως ακριβώς ο φυσικός φωτισμός και ο τεχνητός έχει σαν κύριο στόχο την επίτευξη της οπτικής άνεσης με την εξασφάλιση παροχής της απαιτούμενης ποσότητας και ποιότητας φωτισμού, η οποία καθορίζεται από Διεθνή Πρότυπα. Στα Πρότυπα αυτά έχουν επιπλέον

ενσωματωθεί η ενεργειακή παράμετρος και η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας, με βάση τη χρήση, τις λειτουργικές απαιτήσεις κάθε χώρου και την εξασφάλιση της ποιότητας του φωτισμού, η οποία επιτυγχάνεται με την καλή κατανομή του και την αποφυγή φαινομένων θάμβωσης, την κατάλληλη χρωματική απόδοση και το χρώμα του φωτισμού, την ανάδειξη των στοιχείων του χώρου, την κατεύθυνση φωτισμού και την δημιουργία κατάλληλων αντιθέσεων και λοιπά, αναλόγως της χρήσης και των αναγκών του κτιρίου (πίνακας 1).

Πίνακας 1. Συνιστώμενα lux σε γραφεία και επιχειρήσεις.

Χώροι - Δραστηριότητες	Συνιστώμενα lux - Ελάχιστα lux
Λογιστήριο	1000 - 500
Γραφεία	500 - 250
Σχεδιαστήρια	1000 - 500
Αίθουσες αναμονής	400 - 150
Αίθουσες συνεδριάσεων	500 - 250

Στο φωτισμό (εσωτερικό και εξωτερικό) του κτιρίου οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας έχουν στόχο τη μείωση της κατανάλωσης του τεχνητού φωτισμού και παράλληλα την αύξηση του φυσικού φωτισμού με αρχιτεκτονικές επεμβάσεις/λύσεις. Οι παρεμβάσεις αυτές αναλύονται στη συνέχεια.

3.2.1. Αντικατάσταση λαμπτήρων

Λαμπτήρες Πυρακτώσεως

Ο λαμπτήρας πυράκτωσης περιλαμβάνει ένα λεπτό μεταλλικό νήμα, από βαρύ, δύστηκτο μέταλλο, συνήθως βολφράμιο, τυλιγμένο σε σπείρες. Αυτό φέρεται από τις άκρες του συγκολλημένο σε δύο παχύτερα σύρματα από όπου εφαρμόζεται η ηλεκτρική τάση η οποία θέτει τα ηλεκτρικά φορτία σε κίνηση η οποία εξαναγκάζει το νήμα να φωτοβολεί από τη θέρμανσή του. Όταν το μήκος του νήματος είναι μεγαλύτερο των 2 cm τότε αυτό συγκρατείται και ενδιάμεσα από μη ηλεκτροφόρα σύρματα σε ακτινική διάταξη. Η κατασκευή αυτή περικλείεται σε γυάλινη σφαιρική ή ελλειπτική φύσιγγα χαμηλής πίεσης αερίου. Η φύσιγγα αυτή σε λαμπτήρες μικρής ισχύος είναι αερόκενη ενώ σε λαμπτήρες μεγάλης ισχύος περιέχει αδρανές αέριο, συνήθως άζωτο. Ο λαμπτήρας μπορεί να διαθέτει βιδωτή επαφή που συνδέεται με τον έναν πόλο και μια επαφή στην βάση που συνδέεται με τον άλλο πόλο. Η όλη διάταξη περιέχεται σε στήριγμα από πορσελάνη.

Ένας λαμπτήρας πυράκτωσης έχει διάρκεια ζωής περίπου 750 - 1500 ώρες συνεχούς λειτουργίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς του τόσο μικρότερη είναι η ζωή του. Ο λαμπτήρας πυράκτωσης ανάβει μόνο όταν και οι δύο επαφές του ακουμπούν και στους δύο πόλους της μπαταρίας ή της πρίζας. Στις περιπτώσεις που η λάμπα δεν ανάβει, έχει κοπεί (π.χ. καεί από υπερβολική αύξηση του ηλεκτρικού ρεύματος) το «συρματάκι».



Εικόνα 7: Λαμπτήρας πυρακτώσεως

Λαμπτήρες Φθορισμού

Αποτελούνται από ένα στεγανό γυάλινο σωλήνα, ο οποίος διαθέτει εσωτερική επικάλυψη από φθορίζουσες ουσίες και είναι πληρωμένος με ένα μίγμα αδρανούς αερίου και μικρή ποσότητα ατμών υδραργύρου. Ο σωλήνας αυτός διαθέτει δύο ηλεκτρόδια – ένα σε κάθε άκρη.

Μια ηλεκτρική εκκένωση – μέσω των ηλεκτροδίων - μέσα στο σωλήνα, διεγείρει τα άτομα υδραργύρου, τα οποία εκπέμπουν ακτινοβολία - κυρίως στο υπεριώδες φάσμα συχνοτήτων. Αυτή η υπεριώδης ακτινοβολία μετατρέπεται, μέσω φθορίζουσών ουσιών – στρώση φωσφόρου στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα - σε ορατό φως. Οι λαμπτήρες φθορισμού είναι διαθέσιμοι σε διάφορες διαμέτρους, με πλήρωση διαφορετικών ευγενών αερίων και διάφορες φθορίζουσες ουσίες.

Το είδος της φθορίζουσας επικάλυψης του σωλήνα ενός λαμπτήρα φθορισμού καθορίζει το χρώμα της φωτεινής δέσμης και τον δείκτη χρωματικής απόδοσής του. Όλοι οι λαμπτήρες φθορισμού απαιτούν στραγγαλιστική διάταξη για την εξασφάλιση των κατάλληλων συνθηκών έναυσης και ελέγχου της εκκένωσής τους.



Εικόνα 8: Λαμπτήρας φθορισμού

Φωτοдиодοι (Light Emitting Diodes - LED)

Είναι ηλεκτρονικοί λαμπτήρες, με την τεχνολογία τους να βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη. Χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλό κόστος αλλά και ελάχιστη κατανάλωση ρεύματος. Διαθέτουν φωτεινή απόδοση 20-30 lm/W, διάρκεια ζωής άνω των 50000 ωρών, μέτρια χρωματική απόδοση και δεν παράγουν αρκετά διάχυτο και δυνατό φως. Αποδίδουν κίτρινο φως, εκτός από τα πρώτα λεπτά λειτουργίας τους, οπότε αποδίδουν κόκκινο χαμηλής έντασης. Οι λαμπτήρες LED, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, παράγουν περισσότερο φως, χρειάζονται 80% λιγότερη ενέργεια από τους παλιούς λαμπτήρες και δεν περιέχουν επικίνδυνες ουσίες.

Με την εξέλιξη των LED υψηλής απόδοσης και ισχύος έγινε δυνατή η χρήση τους για φωτισμό και φωταγωγήση. Τα LED χρησιμοποιούνται στα φώτα των δρόμων ή σε αρχιτεκτονικές κατασκευές που απαιτείται φωτισμός με εναλλαγή χρωμάτων. Επίσης χρησιμοποιούνται και ως κύρια φώτα στα αυτοκίνητα, στις μοτοσυκλέτες και στα ποδήλατα.



Εικόνα 9: Λαμπτήρες LED

Πίνακας 2. Ενδεικτικά χαρακτηριστικά ειδών λαμπτήρων

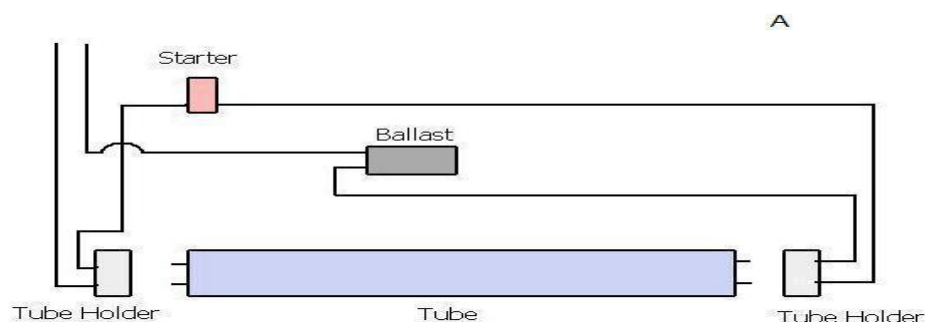
Τύπος λαμπτήρα	Ισχύς (Watt)	Φωτεινή ροή (Lumens)	Διάρκεια ζωής (hours)
Πυρακτώσεως	60	850	1000
Φθορισμού	13	840	12000
Led	10.5	800	20000

3.2.2. Αντικατάσταση φωτιστικών

Τα φωτιστικά σώματα με λαμπτήρες φωτισμού οι οποίοι διαθέτουν σύστημα μπάλλαστ έχουν δύο βασικές λειτουργίες: παρέχουν μια υψηλή τάση έναυσης προκειμένου να ανάψει ο λαμπτήρας και ρυθμίζουν το ρεύμα του λαμπτήρα κατά τη διάρκεια λειτουργίας.

Τα βασικά είδη μπάλλαστ είναι τρία :

1. Τα μαγνητικά μπάλλαστ τύπου πυρήνα-πηνίου. Τα μαγνητικά μπάλλαστ συνήθως έχουν μεγαλύτερες απώλειες ενέργειας από τα ηλεκτρονικά μπάλλαστ. Τα μαγνητικά μπάλλαστ θέτουν σε λειτουργία τους λαμπτήρες στη συχνότητα της γραμμής δικτύου και είναι συνήθως η πιο φτηνή πρώτη επιλογή από άποψη κόστους.. Τοποθετούνται σε σειρά με το λαμπτήρα και του παρέχουν την τάση έναυσης ενώ σταθεροποιούν την εκκένωση. Για να δοθεί στο λαμπτήρα η μεγάλη τάση κατά την έναυση δεν αρκεί μόνο το μαγνητικό μπάλλαστ. Υπάρχει και ένας πρόσθετος χωριστός μηχανισμός που ονομάζεται εκκινητής (starter).



Σχ. 3.1 Διάταξη μαγνητικού μπάλλαστ με λαμπτήρα φθορισμού και χρήση starter

2. Τα υβριδικά μπάλλαστ αποτελούνται από μαγνητικό μετατροπέα πυρήνα-πηνίου και ένα ηλεκτρονικό διακόπτη για τη θέρμανση των ηλεκτροδίων του κυκλώματος. Τα υβριδικά μπάλλαστ όπως και τα μαγνητικά θέτουν σε λειτουργία τους λαμπτήρες φθορισμού στη συχνότητα της γραμμής. Τα υβριδικά μπάλλαστ διακόπτουν τη θέρμανση των ηλεκτροδίων μετά την εκκίνηση του λαμπτήρα. Εξοικονομούν περίπου

9W όταν λειτουργούν με δύο λαμπτήρες 32W T8 σε σύγκριση με τα μαγνητικά μπάλλαστ. Τα υβριδικά κοστίζουν περισσότερο από τα μαγνητικά αλλά λιγότερο από τα ηλεκτρονικά μπάλλαστ.

3. Τα ηλεκτρονικά μπάλλαστ τα οποία έχουν αντικαταστήσει το σύστημα πυρήνα-πηνίου με ηλεκτρονικά εξαρτήματα που λειτουργούν τους λαμπτήρες με συχνότητα 20 έως 60kHz. Αυτά τα ηλεκτρονικά μπάλλαστ έχουν περίπου τη μισή ενεργειακή απώλεια σε σχέση με τα μαγνητικά και πολλά άλλα πλεονεκτήματα που αναφέρονται στη συνέχεια. Το κύριο χαρακτηριστικό του ηλεκτρονικού μπάλλαστ είναι ότι μετατρέπει τη συχνότητα του ρεύματος του δικτύου από 50 ή 60 Hz σε μερικές δεκάδες kHz και με αυτή τη συχνότητα τροφοδοτεί τον λαμπτήρα. Επιπλέον, τα πιο προηγμένης τεχνολογίας δίνουν άλλη συχνότητα στην έναυση και άλλη στη λειτουργία ώστε να επιτύχουν και καλύτερη έναυση και να προκύπτει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής στους λαμπτήρες.

Οι απαιτήσεις των παρόχων/διανεμητών ηλεκτρικής ενέργειας είναι αυστηρές και είναι αναγκαία η χρήση της σύγχρονης τεχνολογίας, για μια σειρά από λειτουργίες που παρέχουν αυξημένη απόδοση στο σύστημα φωτισμού και συντελούν στο να επηρεάζονται ελάχιστα κοντινές ηλεκτρονικές συσκευές και το ίδιο το δίκτυο από εισαγωγή αρμονικών. Εξαιτίας όλων των παραπάνω τα μπάλλαστ σήμερα εκτελούν τις παρακάτω λειτουργίες:

1. Παρέχουν το απαραίτητο ρεύμα για την θέρμανση των ηλεκτροδίων κατά την έναυση για την αύξηση της ζωής των λαμπτήρων.
2. Εξασφαλίζουν ένα υψηλό συντελεστή ισχύος.
3. Περιορίζουν την εισαγωγή αρμονικών που προκαλούν διαταραχές στο δίκτυο.
4. Ελαττώνουν ή εξουδετερώνουν τις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές που πιθανώς θα είχε το σύστημα φωτισμού προς άλλες συσκευές.
5. Περιορίζουν τα ρεύματα βραχυκυκλώματος στα ηλεκτρόδια κατά την έναυση για να μην φθείρονται.
6. Κλείνουν το κύκλωμα όταν δεν επιτυγχάνεται η έναυση για οποιοδήποτε λόγο.
7. Κρατούν την τάση, το ρεύμα και την ισχύ σε προκαθορισμένες τιμές παρά τις μεταβολές στο δίκτυο.

Τέλος τα ηλεκτρονικά μπάλλαστ παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των ηλεκτρομαγνητικών μερικά από τα οποία είναι :

1. Αυξάνουν την απόδοση του λαμπτήρα μέχρι και 10% και το οφείλουν αποκλειστικά στην υψηλή συχνότητα.
2. Δεν τρεμοπαίζει το φως τους.
3. Δεν έχουν τον χαρακτηριστικό βόμβο που έχουν τα ηλεκτρομαγνητικά μπάλλαστ
4. Τα ηλεκτρονικά έχουν λιγότερη κατανάλωση. Για παράδειγμα ένα ηλεκτρομαγνητικό μπάλλαστ σε σύστημα συνολικής ισχύος 40W καταναλώνει 13W ενώ το αντίστοιχο ηλεκτρονικό μόνο 4,5W, που σημαίνει συνολική μείωση του συστήματος φωτισμού περί το 20%.

5. Αυξάνουν τη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων, κυρίως διότι ελέγχεται καλύτερα η έναυση, ώστε να προκαλεί λιγότερες φθορές στα ηλεκτρόδια.
6. Δίνουν περισσότερες δυνατότητες για εναλλακτικές λειτουργίες των λαμπτήρων, όπως ρύθμιση της φωτεινής ροής μέσω αισθητήρα ή άλλου τρόπου, διακοπή λειτουργίας σε περίπτωση καταστροφής ενός λαμπτήρα, κλπ.

3.2.3. Έλεγχος Φωτισμού

Ο κατάλληλος έλεγχος της εγκατάστασης φωτισμού συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Μέσω του ελέγχου ενεργοποιούνται ή απενεργοποιούνται ομάδες λαμπτήρων ή ρυθμίζεται η φωτεινή τους ένταση ανάλογα με την επιθυμητή κάθε φορά στάθμη φωτισμού. Το σύστημα ελέγχου της εγκατάστασης φωτισμού μπορεί να είναι απλό και με μικρό σχετικά κόστος ή κάποιο σύνθετο ηλεκτρονικό σύστημα με μεγάλο σχετικά κόστος. Το οικονομικά αποδεκτό σύστημα ελέγχου εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης του χώρου στον οποίο θα εφαρμοστεί. Τα συστήματα ελέγχου μπορούν να ταξινομηθούν στις παρακάτω γενικές κατηγορίες:

α) Συστήματα χρονικού ελέγχου.

Στα συστήματα αυτά οι λαμπτήρες ενός χώρου ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα μέσω σημάτων που δέχονται από χρονοδιακόπτες. Το σύστημα αυτό είναι αποδοτικό κυρίως σε χώρους όπου η χρήση τους είναι γνωστή και ασυνεχής, π.χ. σε αίθουσες συσκέψεων.

β) Έλεγχος με βάση την παρουσία ατόμων.

Ο έλεγχος αυτός βασίζεται σε ανιχνευτές κίνησης που ενεργοποιούν ή απενεργοποιούν το φωτισμό ενός χώρου όταν υπάρχει ή όχι κίνηση αντίστοιχα. Οι ανιχνευτές μπορεί να είναι ακουστικοί, υπερηχητικοί, μικροκυμάτων ή υπέρυθρων, ενώ εμφανίζουν κάποια ρυθμιζόμενη καθυστέρηση ώστε να αποφεύγονται ψευδή σήματα. Αυτός ο τύπος ελέγχου είναι κατάλληλος για χώρους με μικρή και σποραδική χρήση όπως αποθήκες ή άλλους βοηθητικούς χώρους.

γ) Έλεγχος με τοπικούς διακόπτες.

Ο έλεγχος αυτός ενδείκνυται κυρίως για μεγάλους χώρους όπου ένα μέρος τους απαιτεί τεχνητό φωτισμό ενώ ένα άλλο μέρος όχι, είτε επειδή υπάρχει αρκετός φυσικός φωτισμός, είτε επειδή δεν υπάρχουν άτομα. Με αυτό το σύστημα ελέγχου επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με τον κεντρικό έλεγχο του φωτισμού από ένα διακόπτη.

Σε πολλούς χώρους μπορούν να συνδυαστούν δύο ή περισσότερα από τα παραπάνω συστήματα ελέγχου. Σε επιτυχημένες εφαρμογές, σε κτίρια γραφείων, έχει συνδυαστεί κεντρικός χρονικός έλεγχος (διακοπή του φωτισμού κατά τη μεσημβρινή διακοπή) με

σύστημα ελέγχου σχετιζόμενο με το φυσικό φωτισμό με το οποίο απενεργοποιούνται τα φωτιστικά σώματα κοντά στα παράθυρα και με έλεγχο με τοπικούς διακόπτες έτσι ώστε να φωτίζονται μόνο οι περιοχές όπου εργάζονται άτομα. Εφαρμόζοντας το κατάλληλο σε κάθε περίπτωση σύστημα ελέγχου μπορεί να επιτευχθεί σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας 30 - 50% με χρόνο απόσβεσης 2 - 3 έτη.

3.2.4. Αύξηση φυσικού φωτισμού

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια και στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας.

Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου με στόχο την επίτευξη οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης». Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα/υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα /ανακλαστικότητα).

Σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο:

- Υαλοπίνακας ή άλλο φωτοδιαπερατό στοιχείο
- Πλαίσιο
- Διάταξη σκιασμού (πχ. δομικό στοιχείο, είτε οιονδήποτε άλλο)

Τα συστήματα φυσικού φωτισμού κατατάσσονται στις εξής τέσσερις μεγάλες κατηγορίες: ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία, ανοίγματα οροφής, αίθρια και φωταγωγοί. Γενικά οι κυριότερες τεχνικές φυσικού φωτισμού είναι:

- Κατακόρυφα ανοίγματα (παράθυρα-φεγγίτες) κατάλληλων γεωμετρικών διαστάσεων
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί
- Ειδικοί Υαλοπίνακες
- Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά
- Διαφανή μονωτικά υλικά
- Ράφια φωτισμού-ανακλαστήρες, περσίδες
- Σκίαστρα

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός τόσο των χώρων, όσο και των συστημάτων φωτισμού θα πρέπει να εξασφαλίζει τις επιθυμητές στάθμες φωτισμού, την απαιτούμενη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον με την ταυτόχρονη βέβαια ανάδειξη των αρχιτεκτονικών χαρακτηριστικών στοιχείων κατά το δοκούν, σε συνδυασμό πάντα με τις υπόλοιπες απαιτήσεις του ενεργειακού σχεδιασμού για θερμική άνεση και ποιότητα αέρα.



Εικόνα 10: Γραφείο με φυσικό φωτισμό λόγω ανοιγμάτων

3.3 Κλιματισμός

Ο όρος κλιματισμός μπορεί να αναφέρεται σε οποιαδήποτε μορφή ψύξης, θέρμανσης, εξαερισμού ή απολύμανσης που τροποποιεί την κατάσταση του αέρα. Σύστημα κλιματισμού είναι μια συσκευή, σύστημα ή μηχανισμός που σταθεροποιεί τη θερμοκρασία και την υγρασία του αέρα στο χώρο που εγκαθίσταται και χρησιμοποιείται. Οι βασικές λειτουργίες που επιτελεί ένα σύστημα κλιματισμού είναι:

- **Θέρμανση:** είναι η διεργασία πρόσθεσης θερμικής ενέργειας (θερμότητας) στον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την άνοδο της θερμοκρασίας ή τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε ορισμένα όρια.

- **Ψύξη:** είναι η διεργασία αφαίρεσης θερμικής ενέργειας (θερμότητας) από τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την πτώση της θερμοκρασίας ή τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε ορισμένα όρια.

Οι παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που θα αναπτυχθούν στη συνέχεια διακρίνονται σε παρεμβάσεις πάνω στην υπάρχουσα εγκατάσταση, που είναι κυρίως παρεμβάσεις ορθολογικής χρήσης του εξοπλισμού και παρέμβαση επανασχεδιασμού της εγκατάστασης.

3.3.1 Υπάρχουσα εγκατάσταση

3.3.1.1. Γενική περιγραφή

Για την θέρμανση και την ψύξη των χώρων και συχνά μόνο για την ψύξη χρησιμοποιούνται στις περισσότερες των περιπτώσεων αυτόνομες μονάδες κλιματισμού. Είναι ως γνωστόν μονάδες που μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιονδήποτε χώρο χωρίς την απαίτηση κεντρικού μηχανοστασίου αλλά και χωρίς να είναι απαραίτητη η πρόβλεψη κατά την αρχική κατασκευή κλιματισμού.

Αποτελούνται από το εξωτερικό και εσωτερικό τμήμα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους μέσω των σωλήνων του ψυκτικού ρευστού αναρρόφησης – κατάθλιψης και τις καλωδιώσεις της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Εάν η εξωτερική μονάδα συνδέεται με δύο έως τέσσερις εσωτερικές, το σύστημα ονομάζεται πολλαπλή διαιρούμενη μονάδα κλιματισμού. Λειτουργούν με ψυκτικό ρευστό και είναι γνωστές ως αντλίες θερμότητας, καθώς πραγματοποιούν την μεταφορά θερμότητας αντιθέτως της φυσικής της ροής, δηλαδή από τις χαμηλότερες θερμοκρασίες προς υψηλότερες. Η αρχή λειτουργίας επιτρέπει τη χρήση τους τόσο για θέρμανση όσο και για δροσισμό.

Αντλούν με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητα με τη μορφή ψύξης ή θέρμανσης από μια δεξαμενή θερμότητας όπως, για παράδειγμα, ο αέρας του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Η εσωτερική μονάδα αποτελείται από τον εναλλάκτη θερμότητας, ο οποίος ανάλογα με το αν απαιτείται θέρμανση ή ψύξη του χώρου λειτουργεί ως συμπυκνωτής ή εξαμιστής. Επιπλέον περιλαμβάνει τον ανεμιστήρα κυκλοφορίας του αέρα και το ηλεκτρικό μέρος της μονάδας, το σύστημα αυτοματισμού και τα διάφορα όργανα ελέγχου λειτουργίας. Το εξωτερικό μέρος περιλαμβάνει τον συμπιεστή του συστήματος όπως επίσης και ένα δεύτερο εναλλάκτη θερμότητας, τον ανεμιστήρα κυκλοφορίας του αέρα, αλλά και όλα τα υπόλοιπα τμήματα του ηλεκτρικού μέρους και αυτοματισμού.

Τέτοιου είδους συστήματα εκτός από την ρύθμιση της θερμοκρασίας μπορούν να επιτελέσουν μια σειρά άλλων λειτουργιών. Συγκεκριμένα, μπορούν να λειτουργήσουν ως συστήματα αερισμού, τα οποία εξασφαλίζουν την σωστή ανανέωση του αέρα στο χώρο, αλλά και ως συστήματα μερικού ή πλήρους κλιματισμού.

Στα συστήματα μερικού κλιματισμού, εκτός από την ανανέωση του αέρα, γίνεται και μικρή επεξεργασία αυτού, η οποία περιλαμβάνει κυρίως τον καθαρισμό και τη θέρμανση του αέρα. Αντίθετα σε ένα σύστημα πλήρους κλιματισμού οι διεργασίες είναι πολυάριθμες με τις πιο χαρακτηριστικές να είναι ο καθαρισμός και η ανανέωση του αέρα, η θέρμανση/ψύξη του

χώρου, η ρύθμιση της υγρασίας με ύγρανση ή αφύγρανση, ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν.

Ένα από τα μειονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τις αυτόνομες μονάδες κλιματισμού, τα γνωστά δηλαδή air condition, είναι ότι θερμαίνουν ή δροσίζουν μόνο το δωμάτιο στο οποίο είναι εγκατεστημένα και δύσκολα ο αέρας περνάει έστω και σε κάποιο κοντινό χώρο. Επίσης ένα ακόμα μειονέκτημα είναι η κακή διαχείριση που γίνεται στη λειτουργία της κλιματιστικής μονάδας, πράγμα που επιφέρει μεγαλύτερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Στη μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας συμβάλλει και το γεγονός ότι τα κλιματιστικά παλιάς τεχνολογίας δεν διαθέτουν τεχνολογία inverter. Τέλος ένα ακόμα μειονέκτημα είναι η αύξηση του κόστους συντήρησης καθώς απαιτείται συντήρηση πολλών κλιματιστικών μονάδων σε σχέση με τα κεντρικά συστήματα κλιματισμού.

3.3.1.2. Παρεμβάσεις

Εγκατάσταση αισθητήρων

Μια τεχνολογία που μπορεί να μειώσει την κατανάλωση, αλλά ταυτόχρονα να αυξήσει και την ικανοποίηση του χρήστη. Σε κάθε περίπτωση ελέγχουν αν στο χώρο υπάρχουν άνθρωποι.

Σε περίπτωση που κανείς δεν βρίσκεται στο χώρο για κάποιο χρονικό διάστημα τότε μπαίνει σε λειτουργία ένα ειδικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας. Αντίθετα όταν στο χώρο υπάρχει κάποιος άνθρωπος τότε ρυθμίζεται η λειτουργία του κλιματιστικού έτσι ώστε να μην στέλνει το ρεύμα κρύου/ζεστού αέρα πάνω στο χρήστη.

Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η άνεση του χρήστη και κατά συνέπεια μειώνεται η επιθυμία του να αυξομειώνει συνεχώς την θερμοκρασία του κλιματιστικού και κατά συνέπεια να μειώνει τον συντελεστή απόδοσης του συστήματος.

Καταγραφή κατανάλωσης

Στην εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να βοηθήσουν και συσκευές που περιλαμβάνονται σε μερικά κλιματιστικά και καταγράφουν την ενέργεια που έχει καταναλωθεί από το κλιματιστικό.

Με αυτό τον τρόπο, ο χρήστης γνωρίζει την ενέργεια που καταναλώνεται και τη συμπεριφορά του κλιματιστικού σε διάφορες συνθήκες και κατά συνέπεια, ευαισθητοποιείται και επιζητεί τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση.

Αντικατάσταση μηχανημάτων

Με την είσοδο νέων τεχνολογιών στα κλιματιστικά μπορεί να επιτευχθεί ιδιαίτερα υψηλή εξοικονόμηση ενέργειας. Η αρχή έγινε με τα κλιματιστικά τύπου inverter τα οποία πλέον έχουν γίνει σχεδόν ο κανόνας παρά η εξαίρεση στην αγορά. Επιπλέον αυτών έχουν αναπτυχθεί και άλλες τεχνολογίες με απώτερο σκοπό τη δραστική μείωση της κατανάλωσης.

Νέα μοντέλα κλιματιστικών διαθέτουν λειτουργίες ασύρματου χειρισμού μέσω WiFi που μπορεί αφενός μεν να μειώσει την κατανάλωση του κλιματιστικού, καθώς πλέον ο χρήστης θα το ανοίγει μόνο όταν είναι απαραίτητο, αφετέρου δε να αυξήσει και την ικανοποίηση του χρήστη από το προϊόν καθώς μπορεί να διαχειριστεί τη λειτουργία του συστήματος με απομακρυσμένο έλεγχο, ώστε, όταν για παράδειγμα φτάσει στο χώρο αυτό, να έχει την ενδεδειγμένη θερμοκρασία, αποφεύγοντας όμως τις σπατάλες.

3.3.2. Επανασχεδιασμός εγκατάστασης

3.3.2.1. Κεντρικό σύστημα κλιματισμού

Στα συστήματα αυτά το κεντρικό μηχανοστάσιο, δηλαδή το λεβητοστάσιο και το ψυχοστάσιο, βρίσκονται μακριά από τους χώρους προς κλιματισμό, στους οποίους τοποθετούνται μονάδες οι οποίες συνδέονται με το κεντρικό μηχανοστάσιο μέσω κατάλληλων αγωγών όπως, για παράδειγμα, αεραγωγών, αγωγών θερμού/ψυχρού νερού ή ψυκτικού ρευστού. Η βασική δομή του συστήματος φαίνεται στην εικόνα 13 που ακολουθεί. Έτσι τα κυριότερα μέρη ενός κεντρικού συστήματος κλιματισμού είναι:

- Η κεντρική κλιματιστική μονάδα
- Το δίκτυο αγωγών
- Οι τοπικές μονάδες

Ανάλογα με τη διαμόρφωση και τη χρήση των χώρων θα υπάρχει η δυνατότητα σχεδιασμού και εγκατάστασης ιδιαίτερων κεντρικών κλιματιστικών μονάδων για κάθε χώρο ή ομάδα χώρων

Στους αεραγωγούς προσαγωγής-επιστροφής αέρα αμέσως μετά την έξοδό τους από την κλιματιστική μονάδα θα τοποθετηθούν ηχοαπορροφητήρες για την επίτευξη χαμηλής στάθμης θορύβου στους χώρους.



Εικόνα 12: Κεντρικό σύστημα κλιματισμού.

3.3.2.2 Συντήρηση κλιματισμού

Το σύστημα κλιματισμού είναι πολύ σημαντικό κομμάτι της εγκατάστασης. Όταν συντηρείται σωστά αποδίδει στο μέγιστο των δυνατοτήτων του και δημιουργεί τις επιθυμητές συνθήκες για τους εργαζομένους. Για το λόγο αυτό παρατίθεται το πρόγραμμα συντήρησης του εξοπλισμού το οποίο δημιουργήθηκε έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η καλή λειτουργία του συστήματος κλιματισμού.

Πίνακας 3: Εργασίες συντήρησης κλιματισμού

	ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ	
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ
A	Κεντρικές κλιματιστικές μονάδες	Ετήσια
A1	Χημικός καθαρισμός μπεκ ψεκασμού	Ετήσια
A2	Χημικός καθαρισμός και αφαλάτωση στους εναλλάκτες θερμοκρασίας	Ετήσια
A3	Έλεγχος εκτονωτικής βαλβίδας	Ετήσια
A4	Έλεγχος και αλλαγή του ψυκτέλαιου	Ετήσια
A5	Συντήρηση κυκλοφορητών και αμπερομέτρηση κινητήρων	Ετήσια
A6	Γενικός έλεγχος διαρροής ψυκτικού υγρού	Ετήσια
A7	Αλλαγή φλατζών	Ετήσια
A8	Έλεγχος βαλβίδας αναρρόφησης και κατάθλιψης	Ετήσια
B	Τοπικές κλιματιστικές συσκευές (FCU)	
B1	Καθαρισμός στοιχείων	Ετήσια
B2	Έλεγχος στοιχείου αποχέτευσης και καθαρισμός του	Ετήσια
B3	Οπτικός έλεγχος	Εξαμηνιαία
B4	Έλεγχος τρίοδης βάνας	Εξαμηνιαία
B5	Έλεγχος ανεμιστήρα	Εξαμηνιαία
B6	Έλεγχος υδραυλικών συνδέσεων	Εξαμηνιαία
B7	Έλεγχος μονώσεων	Εξαμηνιαία
B8	Καθαρισμός φίλτρων	Εξαμηνιαία

3.4. Σύστημα μεταφοράς ατόμων (ανελκυστήρας)

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της νομοθεσίας για την ασφάλεια του ανελκυστήρα, προτείνονται λύσεις ανακαίνισης και εκσυγχρονισμού παλαιών ανελκυστήρων, οι οποίες προσφέρουν:

- Άνετη μετακίνηση με έμφαση στην ασφάλεια
- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Εγγυημένη και αδιάλειπτη λειτουργία λόγω εξάλειψης βλαβών

3.4.1. Ηλεκτροκινητήρας

Κάθε κινητήρας που έχει πολλές ώρες λειτουργίας είναι υποψήφιος για αντικατάσταση από υψηλότερης αποδοτικότητας κινητήρα, ιδιαιτέρως εάν είναι και ξεπερασμένης τεχνολογίας .

Για την επιλογή του κινητήρα πρέπει να λάβουμε υπόψη κάποιες παραμέτρους του κινητήρα όπως:

- Βαθμός απόδοσης
- Συντελεστής Ισχύος (Power Factor)
- Λόγος απωλειών προς ροπή εξόδου (KW/Nm)

3.4.1.1. Αριστοποίηση μεγέθους και απόδοσης

Οι κινητήρες γενικά λειτουργούν στην υψηλότερη απόδοσή με φορτίο μεγέθους από 60 μέχρι 100% (πλήρες φορτίο). Η απόδοση τους μειώνεται δραστικά όταν το φορτίο μειωθεί κάτω από το 50% του ονομαστικού, οπότε η αντικατάσταση γίνεται επιτακτική.

Πολλές φορές παρατηρείται το φαινόμενο να εγκαθίστανται μεγάλοι σε μέγεθος κινητήρες για λόγους ασφαλείας, για να ελαχιστοποιηθεί το ρίσκο της αποτυχίας ή από έλλειψη κατάλληλου συστήματος ελέγχου της λειτουργίας τους. Αναλόγως βέβαια και με το μέγεθος της ισχύος, η αντικατάσταση με κινητήρες ενεργειακής κλάσης EFF1 μπορεί να αυξήσει την λειτουργική τους απόδοση μέχρι και 10%, σε σύγκριση με τους κοινούς κινητήρες, πράγμα που σημαίνει 10% μείωση των απωλειών με ότι αυτό συνεπάγεται από μεριά κόστους. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί ότι οι κινητήρες που έχουν υποστεί επαναπεριέλιξη του τυλίγματος του στάτη παρουσιάζουν μείωση στην απόδοση 3 με 4% σε σχέση με τον καινούργιο κινητήρα.

Η αντικατάσταση ενός κινητήρα με άλλον περισσότερο αποδοτικό είναι επέμβαση που αποδίδει όταν πρόκειται για κινητήρα που λειτουργεί μεγάλο σχετικά χρόνο κάθε μέρα.

3.4.1.2. Έλεγχος λειτουργίας

Οι ρυθμιστές στροφών, οι γνωστοί σε όλους inverters, τείνουν να γίνουν πλέον αναπόσπαστο κομμάτι του αυτοματισμού ενός σύγχρονου ανελκυστήρα. Η πραγματική ελληνική απόδοση του όρου «inverter» είναι «αντιστροφέας», και είναι η ηλεκτρονική διάταξη που έχει τη δυνατότητα ελέγχου της ταχύτητας περιστροφής αλλά και της ροπής ενός ηλεκτροκινητήρα εναλλασσομένου ρεύματος.

Ο ανελκυστήρας είναι ένα σύστημα μεταβλητού φορτίου. Αυτό εύκολα γίνεται αντιληπτό, αφού σε μια συγκεκριμένη εγκατάσταση με θάλαμο, για παράδειγμα, 8 ατόμων,

κατά τη διάρκεια ενός εικοσιτετραώρου, η μηχανή θα κινήσει αυτό τον θάλαμο τυχαία με φορτίο από 0 έως 8 άτομα. Σε κάθε περίπτωση η απαίτηση από την μηχανή και κατ' επέκταση από τον ηλεκτροκινητήρα της να διατηρηθεί σταθερή η ταχύτητα. Την απαίτηση αυτή έρχεται να καλύψει ο inverter, με την κατάλληλη προσαρμογή της τάσης V , και της συχνότητας f . Για το λόγο αυτό χαρακτηρίζεται και σαν συσκευή VVVF (Variable Voltage Variable Frequency- Μεταβλητής Τάσης Μεταβλητής Συχνότητας).

Στις εικόνες 14 και 15 που ακολουθούν φαίνονται οι αντίστοιχες διατάξεις των ηλεκτρικών πινάκων ανάλογα με το εγκατεστημένο σύστημα εκκίνησης και ελέγχου λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα του ανελκυστήρα.



Εικόνα 13: Συμβατικός πίνακας ανελκυστήρα.



Εικόνα 14: Πίνακας ανελκυστήρα με Inverter

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα

Εκτός από την σκοπιμότητα που προαναφέρθηκε, ο έλεγχος του ηλεκτροκινητήρα ενός ανελκυστήρα με inverter προσδίδει πολλαπλά πλεονεκτήματα στον τρόπο λειτουργίας της όλης εγκατάστασης. Συνοπτικά, θα μπορούσαν να αναφερθούν τα παρακάτω :

- Σημαντική μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (οικονομία)
- Διόρθωση του συντελεστή ισχύος του ανελκυστήρα
- Μείωση της καταπόνησης των μηχανικών μερών
- Αύξηση της διάρκειας ζωής των μηχανικών μερών του ανελκυστήρα
- Ομαλή εκκίνηση και σταμάτημα, ήπια πέδηση, σταθερή ταχύτητα διαδρομής, χωρίς κραδασμούς, ευχάριστα αποδεκτά από τους επιβαίνοντες
- Προστασία του ηλεκτροκινητήρα
- Δυνατότητα απεγκλωβισμού σε περίπτωση διακοπής ρεύματος
- Επίτευξη υψηλών ταχυτήτων
- Γρήγορη και εύκολη εκκίνηση

Είναι γεγονός πως η τεχνολογία έχει εξελιχθεί έτσι, ώστε ο inverter πλέον να μπορεί να οδηγήσει όλους τους τριφασικούς κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος, ασύγχρονους (επαγωγικούς βραχυκυκλωμένου δρομέα ή δακτυλιοφόρου δρομέα) και σύγχρονους (με ή χωρίς μόνιμο μαγνήτη) σε διατάξεις ανοιχτού ή κλειστού βρόγχου.

3.4.2. Αυτοματισμοί ανελκυστήρων με PLC

Το PLC είναι μια ειδική συσκευή η οποία αντικαθιστά τον πίνακα με τους ηλεκτρονόμους τα χρονικά και τους απαριθμητές. Το PLC προγραμματίζεται μέσω μιας ειδικής συσκευής ή μέσω ενός Η/Υ με τη βοήθεια ειδικού λογισμικού.

Πλεονεκτήματα των PLC είναι ότι το χαμηλότερο κόστος κατασκευής σε σχέση με το κόστος κατασκευής ενός κλασσικού πίνακα αυτοματισμού (αριθμός βοηθητικών ηλεκτρονόμων, χρονικών και απαριθμητών). Ο χρόνος κατασκευής του αυτοματισμού είναι μηδαμινός σε σχέση με την κατασκευή ενός κλασσικού πίνακα αυτοματισμού. Τα PLC ελαχιστοποιούν το κόστος συντήρησης του πίνακα αυτοματισμού, τη συχνότητα βλαβών, το χρόνο εντοπισμού μιας βλάβης και την αποκατάσταση της. Τα PLC είναι ευέλικτα στην τροποποίηση της λειτουργίας του αυτοματισμού. Δηλαδή αν θέλουμε να κάνουμε μια αλλαγή, αυτή μπορεί να γίνει μέσα σε λίγα λεπτά αλλάζοντας το πρόγραμμα. Σε έναν κλασσικό πίνακα κάτι αντίστοιχο είναι πολύπλοκο και χρονοβόρο. Επίσης ένας αυτοματισμός PLC επεκτείνεται πολύ εύκολα με μεταβολή στο πρόγραμμα και τοποθέτηση νέων μονάδων εισόδων εξόδων. Αντίθετα κάθε επέκταση στον κλασσικό αυτοματισμό είναι πολύ δύσκολη.



3.5 Αρμονικές και βελτίωση Συντελεστού ισχύος

Στα συστήματα ισχύος ως γνωστόν η αρμονική παραμόρφωση προκαλείται από μη γραμμικές διατάξεις. Σε μια μη γραμμική διάταξη ισχύει κατά ορισμό ότι το διαρρέον αυτή ρεύμα δεν είναι ανάλογο της τάσης που εφαρμόζεται. Η εφαρμοζόμενη τάση είναι ένα «τέλειο ημίτονο», ενώ το ρεύμα που προκύπτει είναι παραμορφωμένο. Αυτό αποτελεί μια πηγή αρμονικής παραμόρφωσης σε ένα σύστημα ισχύος. Τα αρμονικά ρεύματα που παράγονται από τα μη γραμμικά φορτία «κυκλοφορούν» στο σύστημα ισχύος και επιδρούν

δυσμενώς σε ευρείας κλίμακας στοιχεία του συστήματος όπως είναι οι πυκνωτές, οι μετασχηματιστές και οι κινητήρες, προκαλώντας αντίστοιχα υπερθέρμανση, υπερφόρτωση και επιπρόσθετες απώλειες

Ο κυριότερος τρόπος που συνήθως χρησιμοποιείται για την αύξηση της απόδοσης λειτουργίας μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, είναι αναμφίβολα η βελτίωση του Συντελεστή Ισχύος ($\cos\phi$). Από τη σκοπιά των εταιριών παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, βελτίωση του $\cos\phi$ από 0.7 σε 0.9 σημαίνει:

- μείωση κόστους έως 40% λόγω μείωσης των απωλειών
- αύξηση έως 30% της παραγωγικότητας των σταθμών παραγωγής.

Είναι γνωστό, ότι οι ηλεκτρικές συσκευές (με εξαίρεση τις συσκευές ωμικών αντιστάσεων), απορροφούν ενεργό ισχύ η οποία μετατρέπεται σε χρήσιμο έργο (φωτισμός, θέρμανση, κίνηση, κλπ) αλλά και άεργη ισχύ απαραίτητη για τη δημιουργία των μαγνητικών πεδίων, απαραίτητων για τη λειτουργία επαγωγικών συσκευών. Ο Συντελεστής Ισχύος ουσιαστικά αποτελεί δείκτη “ποιότητας” μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, αφού όσο πιο μικρός είναι, τόσο αυξάνει η άεργος ισχύς. Πρακτικά, καλός συντελεστής ισχύος για μία εγκατάσταση σημαίνει:

- Μείωση των απωλειών σε όλους τους αγωγούς και τα καλώδια
- Μείωση της πτώσης τάσης
- Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας
- Μείωση του κόστους ενέργειας
- Μείωση αρμονικών
- Αύξηση του χρόνου ζωής του εξοπλισμού
- Μείωση του κόστους συντήρησης

Ενώ για την εταιρεία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σημαίνει:

- Αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις καταναλωτών
- Αύξηση των απωλειών ενέργειας στα δίκτυα μεταφοράς και διανομής

Η άεργος ισχύς που απαιτείται για την αντιστάθμιση της παραγόμενης άεργου ισχύος μπορεί να παραχθεί από πυκνωτές, ή από τη λειτουργία σύγχρονης μηχανής σε υπερδιέγερση. Εξετάζοντας σε ποιο σημείο της εγκατάστασης πρέπει να τοποθετούνται οι πυκνωτές, θεωρητικά η καταλληλότερη λύση είναι να τοποθετείται ένας πυκνωτής σε κάθε φορτίο, ο οποίος θα τίθεται σε λειτουργία μαζί με αυτό. Μία τέτοια λύση όμως αυξάνει κατά πολύ το κόστος και τα προβλήματα εγκατάστασης, αφού απαιτεί την τοποθέτηση πολλών μικρών πυκνωτών σε διαφορετικά σημεία της εγκατάστασης κάτι που δυσχεραίνει τον έλεγχο.

Το καταλληλότερο σύστημα βελτίωσης $\cos\phi$ αποτελείται από ένα σύστημα αυτόματης αντιστάθμισης τοποθετημένο στις κεντρικές μπάρες του Γενικού Πίνακα μιας εγκατάστασης, καθώς και μονάδες τοπικής αντιστάθμισης σε μεγάλα φορτία που απορροφούν μεγάλες ποσότητες άεργου ισχύος. Ο ρόλος του αυτόματου κεντρικού συστήματος αντιστάθμισης είναι να προσφέρει την απαιτούμενη άεργο ισχύ, ανάλογα με τη ζήτηση άεργου ισχύος των φορτίων κάθε δεδομένη χρονική στιγμή

3.6. Επανασχεδιασμός ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Βασικός παράγοντας για την λειτουργικότητα και την εξοικονόμηση ενέργειας στο κτίριο είναι ο επανασχεδιασμός της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η βέλτιστη απόδοση των συσκευών του κτιρίου και η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Επιπλέον με τον επανασχεδιασμό της εγκατάστασης δίνεται η δυνατότητα επιλογής και σωστής τοποθέτησης των συσκευών ελέγχου με στόχο την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία τους. Ένας ακόμη στόχος είναι η παροχή ασφάλειας στους χρήστες αφού με τον παλαιότερο εξοπλισμό δεν υπήρχε αυτή η δυνατότητα σε ικανοποιητικό βαθμό. Ο επανασχεδιασμός της ηλεκτρικής εγκατάστασης παρέχει τη δυνατότητα για μελλοντική επέκταση του εξοπλισμού ενώ παράλληλα εξασφαλίζει ποιότητα στην παροχή υπηρεσιών.

3.7. Πρόγραμμα συντήρησης

Οι εργασίες συντήρησης αφορούν τον έλεγχο των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού και την αποκατάσταση βλαβών το ταχύτερο δυνατό. Η ομαλή και οικονομική λειτουργία μιας κτιριακής εγκατάστασης επιτυγχάνεται και βελτιστοποιείται με τη συντήρηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων και του βασικού ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Η προγραμματισμένη και προληπτική συντήρηση πρέπει πάντα να προπορεύεται από την έκτακτη συντήρηση λόγω βλαβών, καθώς με τον τρόπο αυτό εξοικονομούνται χρήματα και διασφαλίζεται με τον καλύτερο τρόπο η ασφάλεια των Η/Μ εγκαταστάσεων.

Η συντήρηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων περιλαμβάνει μια μεγάλη σειρά εργασιών όπως ο έλεγχος του φωτισμού, ο καθαρισμός των φωτιστικών και η αλλαγή λαμπτήρων, ο έλεγχος των συστημάτων ελέγχου, των επαφών, ο έλεγχος της λειτουργίας των ηλεκτρονόμων.

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι προληπτικές εργασίες συντήρησης των ανελκυστήρων οι οποίες αποσκοπούν στην καλή λειτουργία των συστημάτων και στην αποφυγή σφαλμάτων του εξοπλισμού όπως επίσης και στην αποφυγή ατυχημάτων.

Πίνακας 4: Εργασίες συντήρησης ανελκυστήρων

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ		
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΩΝ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
A	Ανελκυστήρες	
1	Έλεγχος τοιχωμάτων, οροφής και πυθμένα	Ανά 15 ημέρες
2	Έλεγχος διακοπών ασφαλείας και προμανδαλώσεως φρεατίων	Ανά 15 ημέρες
3	Έλεγχος εύκαμπτου καλωδίου και κυτίων συνδέσεων	Ανά 15 ημέρες
4	Έλεγχος συσκευής αρπάγης και διακόπτη αυτής	Ανά 15 ημέρες
5	Έλεγχος διακοπών τέρματος διαδρομής και δαπέδου θαλάμου	Ανά 15 ημέρες
6	Έλεγχος σημείων προσδέσεως συρματόσχοινων στο θάλαμο και το αντίβαρο	Ανά 15 ημέρες
7	Έλεγχος συρματόσχοινων για μηχανική καταπόνηση η άλλη φθορά	Ανά 15 ημέρες
8	Έλεγχος ολίσθησης συρματόσχοινων επί της τροχαλίας τριβής	Ανά 15 ημέρες
9	Έλεγχος ολίσθησης συρματόσχοινων επί του ρυθμιστή ταχύτητας	Ανά 15 ημέρες
10	Έλεγχος σήματος κινδύνου	Ανά 15 ημέρες
11	Έλεγχος συστήματος πέδησης, φερμουίτ και κατακόρυφων ράβδων	Ανά 15 ημέρες
12	Έλεγχος υδραυλικού συστήματος	Ανά 15 ημέρες
13	Έλεγχος μονώσεων τυλιγμάτων του κινητήρα με MEGER	Ανά 15 ημέρες
14	Έλεγχος πηνίου διαφυγής τάσεως	Ανά 15 ημέρες
15	Έλεγχος ασφαλειών ηλεκτρικών κυκλωμάτων	Ανά 15 ημέρες
16	Έλεγχος φωτισμού του θαλάμου, μηχανοστασίου και φρέατος	Ανά 15 ημέρες
17	Έλεγχος διακοπών και θυρών	Ανά 15 ημέρες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

4.1. Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει η τεχνική αλλά και η οικονομική μελέτη των επεμβάσεων σε δεδομένο κτίριο. Οι επεμβάσεις αυτές αφορούν στο κέλυφος του κτιρίου προσθέτοντας μονωτικά υλικά και καινούρια κουφώματα τελευταίας τεχνολογίας με στόχο την καλύτερη δυνατή ενεργειακή απόδοση. Επίσης παρουσιάζονται οι επεμβάσεις στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση του κτιρίου και η μελέτη εφαρμογής τους.

Στοιχεία κτιρίου

Εμβαδόν ορόφου:	$S = 300 \text{ m}^2 (20 \times 15 \text{ m})$
Ύψος κτιρίου :	$H = 17,00 \text{ m}$
Εμβαδόν εκτεθειμένης οροφής (D) :	$S_D = 300 \text{ m}^2$
Εμβαδόν πυλωτής (DL):	Δεν υπάρχει
Εμβαδόν δαπέδου πάνω στο έδαφος ή δάπεδα πάνω από μη θερμαινόμενους χώρους (G):	$S_g = 300 \text{ m}^2$
Εμβαδόν εξωτερικών τοίχων (w) :	$S_w = 1010 \text{ m}^2$
Εμβαδόν εσωτερικών τοίχων σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου (πχ κλιμακοστάσιο) (Wi):	$S_{wI} = 120 \text{ m}^2$
Εμβαδόν εξωτερικών κουφωμάτων (F):	$S_F = 265 \text{ m}^2$

4.2. Επεμβάσεις θερμομόνωσης κελύφους

4.2.1. Γενική περιγραφή

Οι επεμβάσεις στο κέλυφος του υφιστάμενου κτιρίου όπως φαίνονται και στο διάγραμμα που ακολουθεί, περιλαμβάνουν:

1. Θερμομόνωση του δώματος /ταράτσας και ταυτόχρονη υγραμόνωση.

Η επέμβαση αυτή είναι ευκολότερη σε σχέση με την θερμομόνωση των τοίχων και επιπλέον υπάρχουν πολλά υλικά και κατασκευαστικές λύσεις αντίστοιχα. Σε περίπτωση που υπάρχει πυλωτή η θερμομόνωση της είναι επίσης απαραίτητη.

2. Θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων με τοποθέτηση μονωτικών υλικών .

Θα εξετασθούν και θα συγκριθούν από οικονομοτεχνικής πλευράς η εξωτερική θερμομόνωση με διαφορετικά υλικά και η εσωτερική με διάφορα επίσης υλικά όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 4.1 που ακολουθεί. Πρέπει να τονισθεί ότι σε κάθε περίπτωση επέμβασης η σωστή εφαρμογή δηλαδή η ικανότητα πρόσφυσης των θερμομονωτικών υλικών είναι η βασική προϋπόθεση για την επιτυχία της θερμομόνωσης.

3. Μείωση των απωλειών των ανοιγμάτων

Θα γίνει με αντικατάσταση των υπάρχοντων κουφωμάτων με νέα τα οποία θα καλύπτουν όλες τις προδιαγραφές τόσο όσον αφορά τα πλαίσια (θερμοδιακοπή), όσο και τα υαλοστάσια (διπλοί υαλοπίνακες). Η προσθήκη δεύτερου υαλοπίνακα σε υπάρχοντα πλαίσια τις περισσότερες φορές δεν είναι εφικτή ούτε κατασκευαστικά αποτελεσματική και δεν προτείνεται. Επίσης σε ένα δημόσιο κτίριο η κεντρική είσοδος είναι σημείο υψηλών απωλειών οπότε η τοποθέτηση ανεμοφράκτη είναι μία αποτελεσματική επέμβαση.



Σχ.4. 1 Διάγραμμα των επεμβάσεων θερμομόνωσης

4.2.2. Υπολογισμοί

Η μεθοδολογία του υπολογισμού των θερμικών αναγκών βασίζεται στους νόμους της μετάδοσης θερμότητας. Κατά τους υπολογισμούς καθορίστηκαν και εκλέχτηκαν πολλά μεγέθη, όπως π.χ. εξωτερική θερμοκρασία, θερμοκρασίες χώρων διάφορων χρήσεων, συντελεστές θερμοπερατότητας, ποσότητες αερισμού κ.λ.π., για να αποφευχθούν αυθαίρετες παραδοχές που φαίνονται στη συνέχεια

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Δεδομένα πριν την επέμβαση θερμομόνωσης

Εξωτερική θερμοκρασία (θεξ):	-1 °C
Επιθυμητή θερμοκρασία μη θερμαινόμενων χώρων:	14 °C
Επιθυμητή θερμοκρασία χώρων εργασίας (θεξ) :	20 °C
Οροφή- πάχος 15 cm επικάλυψη πλακών :	$K_D= 2,1 \text{ Kcal/m}^2\text{h} \text{ }^\circ\text{C}$
Δάπεδα -πάχος 15 cm εδραζόμενο στο έδαφος:	$K_G=0,9 \text{ Kcal/m}^2\text{h} \text{ }^\circ\text{C}$
Εξωτερικοί τοίχοι-πάχος 20 cm με επίχρισμα μέσα-έξω, ψαθωτή:	$K_W=1,4 \text{ Kcal/m}^2\text{h} \text{ }^\circ\text{C}$
Εσωτερικοί τοίχοι -πάχος 20 cm με επίχρισμα μέσα-έξω, ψαθωτή:	$K_{WI}=1,2 \text{ Kcal/m}^2\text{h} \text{ }^\circ\text{C}$
Κουφώματα -μεταλλικά με μονό υαλοστάσιο:	$K_F=5,0 \text{ Kcal/m}^2\text{h} \text{ }^\circ\text{C}$

Δεδομένα μετά τις επεμβάσεις θερμομόνωσης

Εξωτερική θερμοκρασία (θεξ): $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$

Επιθυμητή θερμοκρασία μη θερμαινόμενων χώρων: $14\text{ }^{\circ}\text{C}$

Επιθυμητή θερμοκρασία χώρων εργασίας (θεξ) : $20\text{ }^{\circ}\text{C}$

Οροφή- πάχος 15 cm με θερμομόνωση 5 cm, υγραμόνωση $K_D=0,615\text{ Kcal/m}^2\text{h }^{\circ}\text{C}$

Δάπεδο -πάχος 15 cm με ελαφορμπετόν (10 cm) και μάρμαρο, υπερκείμενο μη θερμαινόμενου υπογείου ή ημιυπογείου : $K_G=1,0\text{ Kcal/m}^2\text{h }^{\circ}\text{C}$

Εξωτερικοί τοίχοι-πάχος 20 cm με επίχρισμα μέσα-έξω, ψαθωτή και θερμομονωτικό:

$K_W=0,48-0,43\text{ Kcal/m}^2\text{h }^{\circ}\text{C}$ (ανάλογα με το υλικό θερμομόνωσης)

Εσωτερικοί τοίχοι -πάχος 20 cm με επίχρισμα μέσα-έξω, ψαθωτή: $K_{WI}=1,2\text{ Kcal/m}^2\text{h }^{\circ}\text{C}$

Κουφώματα -μεταλλικά με θερμοδιακοπή και διπλό υαλοστάσιο: $K_F=3,5\text{ Kcal/m}^2\text{h }^{\circ}\text{C}$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

A. Θερμικές απώλειες πριν την επέμβαση

Με βάση τα παραπάνω δεδομένα υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες του κτιρίου όπως φαίνονται αναλυτικά στους πίνακες 4.1 και 4.2 που ακολουθούν.

Πίνακας 4.1 Θερμικές απώλειες παράπλευρης επιφάνειας

Προσανατολισμός	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας	Διαφορά θερμοκρασίας	Θερμικές απώλειες επιφάνειας Q	Προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού	Συνολικές απώλειες επιφάνειας Q _{ολ}
	[m ²]	Kcal/m ² °C	oC	Kcal/h	Kcal/h	Kcal/h
B	235	1,4	21	6.909	345	7.254
N	235	1,4	21	6.909	-345	6.564
Δ	175	1,4	21	5.145	0	5.145
A	175	1,4	21	5.145	0	5.145
Ανοίγματα	265	5	21	27.825	0	27.825
ΣΥΝΟΛΟ						51.933

Πίνακας 4.2 Θερμικές απώλειες οροφής

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΡΟΦΗΣ	Συντελεστής θερμοπερατότητας	Διαφορά θερμοκρασίας	Προσαυξήσεις	Συνολικές θερμικές απώλειες
[m ²]	[Kcal/m ² oC]	[oC]		[Kcal/h]
300	2,1	21	0	13.230
ΣΥΝΟΛΟ				13.320

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ:

$$65.253 \text{ Kcal/h} = 75.694 \text{ kW}$$

Β. Θερμικές απώλειες μετά τις επεμβάσεις θερμομόνωσης

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες του κτιρίου ανάλογα με το θερμομονωτικό υλικό που επιλέγεται για την παράπλευρη επιφάνεια. Η θερμομόνωση της στέγης είναι κοινή σε κάθε περίπτωση και θα δοθεί αναλυτικά στην περίπτωση Β1.1.

Β1. Εξωτερική θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη – Λύση 1

Παράπλευρη επιφάνεια

Πίνακας 4.3. Θερμικές απώλειες παράπλευρης επιφάνειας με θερμομόνωση –λύση 1

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΛΥΣΗ 1*						
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ						
Προσανατολισμός	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας	Διαφορά θερμοκρασίας	Θερμικές απώλειες επιφάνειας	Προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού	Συνολικές απώλειες επιφάνειας
Τοίχοι	F[m ²]	k[Kcal/m ² oC]	Δt[°C]	Q=F*k*Δt [Kcal/h]	Q1=Q(+_5%)[Kcal/h]	Q+Q1[Kcal/h]
B	235	0,51	21	2.519	126	2.645
N	235	0,51	21	2.519	-126	2.393
Δ	175	0,51	21	1.876	0	1.876
A	175	0,51	21	1.876	0	1.876
Ανοίγματα	265	3,40	21	18.921	0	18.921
	1085					
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						27.710

Οροφή

B1.1 .Εξωτερική θερμομόνωση-υγραμόνωση οροφής

Πίνακας 4.4. Θερμικές απώλειες οροφής με θερμομόνωση- υγραμόνωση

ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΟΡΟΦΗΣ	Συντελεστής θερμοπερατότητας	Διαφορά θερμοκρασίας	Προσαυξήσεις	Συνολικές θερμικές απώλειες
[m ²]	[Kcal/m ² oC]	[oC]		[Kcal/h]
300	0,6148	21	0	3.873
ΣΥΝΟΛΟ				3.873

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ Β1:
31.583 Kcal/h = 36.636 kW

Β2. Εξωτερική θερμομόνωση με Εξηλασμένη πολυστερίνη-Λύση 2

Παράπλευρη επιφάνεια

Πίνακας 4.5. Θερμικές απώλειες παράπλευρης επιφάνειας με θερμομόνωση –εξ. λύση 2

ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΛΥΣΗ 2 *						
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΛΥΣΗ 2)						
Προσανατολισμός	Ειδική επιφάνεια Γ [m ²]	Συντελεστής θερμοπερατότητας κ [Kcal/m ² oC]	Διαφορά θερμοκρασίας Δt [C]	Θερμικές απώλειες επιφάνειας Q=Γ*κ*Δt [Kcal/h]	Προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού Q ₁ [Kcal/h]	Συνολικές απώλειες επιφάνειας Q+Q ₁ [Kcal/h]
Β	235	0,50	21	2.452	123	2.585
Ν	255	0,50	21	2.452	-123	2.338
Α	175	0,50	21	1.833	0	1.833
Α	175	0,50	21	1.833	0	1.833
Ανοίγματα	265	0,4	21	18.921	0	18.921
	1085					
ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						27.510

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΟΡΟΦΗΣ: 3.873 [Kcal/h]

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ Β2:
31.383 Kcal/h = 36.405 kW

B3. Εσωτερική θερμομόνωση με πετροβάμβακα- Λύση 1 (εσωτερική)

Παράπλευρη επιφάνεια

Πίνακας 4.6. Θερμικές απώλειες παράπλευρης επιφάνειας με θερμομόνωση – Λύση 1 εσ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΛΥΣΗ 1 *						
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΛΥΣΗ 1)						
Προσανατολισμός	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας	Διαφορά θερμοκρασίας	Θερμικές απώλειες επιφάνειας	Προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού	Συνολικές απώλειες επιφάνειας
ς	F[m2]	k[w/m2oC]	Δt[C]	Q=F*k*Δt [Kcal/h]	=Q(+_5%)[Kcal/h]	Q+Q1[Kcal/h]
B	235	0,56	21	2.748	137	2.885
N	235	0,56	21	2.748	-137	2.610
Δ	175	0,56	21	2.046	0	2.046
A	175	0,56	21	2.046	0	2.046
Ανοίγματα	265	3,4	21	18.921	0	18.921
	1085					
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						28.509

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΟΡΟΦΗΣ: 3.873 [Kcal/h]

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ B3:

32.382 Kcal/h = 37.563 kW

B4. Εσωτερική θερμομόνωση με διογκωμένη πολυστερίνη- Λύση 2 (εσωτερική)

Παράπλευρη επιφάνεια

Πίνακας 4.7. Θερμικές απώλειες παράπλευρης επιφάνειας με θερμομόνωση – Λύση 2 εσ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ (ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΛΥΣΗ 2)						
Προσανατολισμός	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας	Διαφορά θερμοκρασίας	Θερμικές απώλειες επιφάνειας	Προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού	Συνολικές απώλειες επιφάνειας
	F[m2]	k[w/m2K]	Δt[C]	Q=F*k*Δt [Kcal/h]	=Q(+_5%)[Kcal/h]	Q+Q1[Kcal/h]
B	235	0,50	21	2.479	124	2.603
N	235	0,50	21	2.479	124	2.355
Δ	175	0,50	21	1.846	0	1.846
A	175	0,50	21	1.846	0	1.846
Ανοίγματα	265	3,4	21	18.921	0	18.921
	1085					
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του ορόφου						27.570

ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΟΡΟΦΗΣ: 3.873 [Kcal/h]

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΜΕ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ Β4:
31.443Kcal/h = 36.474 kW

ΤΕΛΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στον πίνακα 4.8 που ακολουθεί δίνονται τα αποτελέσματα όσον αφορά τη μείωση των θερμικών απωλειών του κτιρίου μετά τις επεμβάσεις θερμομόνωσης στο κέλυφος του.

Πίνακας 4.8: Θερμικές απώλειες παράπλευρης επιφάνειας με βελτίωση θερμομόνωσης

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΠΑΡΑΠΛΕΥΡΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ						ΟΡΟΦΗ		ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ		ΣΥΝΟΛΑ
		ΑΡΧΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ		ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ		ΑΡΧΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (*)	ΛΥΣΗ 1	ΑΡΧΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ (*)	ΛΥΣΗ 1	
		ΜΟΝΑΔΕΣ		ΛΥΣΗ 1	ΛΥΣΗ 2	ΛΥΣΗ 1	ΛΥΣΗ 2					
				ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ	ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ	ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ	ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ		ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ		16mm	
κ _α	Αρχικός Συντελεστής Θερμοπερατότητας	W/(m ²)*K	1,39	X	X	X	X	4,08	X	5,00	X	X
Q	Αρχικές θερμικές απώλειες	W	51.744	X	X	X	X	25.704	X	X	X	77.448
k	Νέος Συντελεστής Θερμοπερατότητας	W/(m ²)*K	X	0,44	0,43	0,48	0,433	X	0,53	X	3,40	X
Q1	Θερμικές απώλειες - εξ. λυσεις 1	W	X	26498	X	X	X	X	3.339	X	X	29.837
Q2	Θερμικές απώλειες - εξ. λυσεις 2	W	X	X	26326	X	X	X	3.339	X	X	29.665
Q3	Θερμικές απώλειες - εσ. λυση 1	W	X	X	X	27187	X	X	3.339	X	X	30.526
Q4	Θερμικές απώλειες - εσ. λυση 2	W	X	X	X	X	26377	X	3.339	X	X	29.716

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 4.8 παρατηρείται ότι με την προσθήκη θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου επιτυγχάνεται δραστική μείωση στις απώλειες ενέργειας. Όλες οι λύσεις εξωτερικής και εσωτερικής θερμομόνωσης παρουσιάζουν παρόμοια αποτελέσματα όσον αφορά το μέγεθος των απωλειών, οπότε η επιλογή της καλύτερης λύσης θα γίνει σε συνάρτηση με το κόστος των υλικών και το κόστος εργασίας ώστε να προκύψει η πιο συμφέρουσα οικονομικά λύση.

4.3. Επεμβάσεις ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

Στην παράγραφο αυτή παρουσιάζεται η υπάρχουσα ηλεκτρολογική εγκατάσταση του κτιρίου και οι επεμβάσεις με τις οποίες επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας, καλύτερος έλεγχος και γενικά ποιοτική αναβάθμιση της εγκατάστασης. Αυτές είναι:

Εγκατάσταση φωτισμού-αντικατάσταση λαμπτήρων

Η πρώτη λύση είναι η αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού παλαιάς τεχνολογίας με λαμπτήρες τύπου LED με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας αφού αυτό το είδος λαμπτήρων επιτυγχάνεται μείωση της εγκατεστημένης ισχύος φωτισμού και μεγάλη διάρκεια ζωής.

Η δεύτερη λύση είναι η αντικατάσταση των μαγνητικών μπάλλαστ των ήδη υπάρχοντων φωτιστικών με ηλεκτρονικά

Έλεγχος φωτισμού

Θα εγκατασταθούν ανιχνευτές κίνησης (WC, αποθήκες), χρονοδιακόπτες αλλά και περισσότεροι τοπικοί διακόπτες με σκοπό τον καλύτερο έλεγχο του φωτισμού και την αποφυγή σπατάλης ηλεκτρικής ενέργειας.

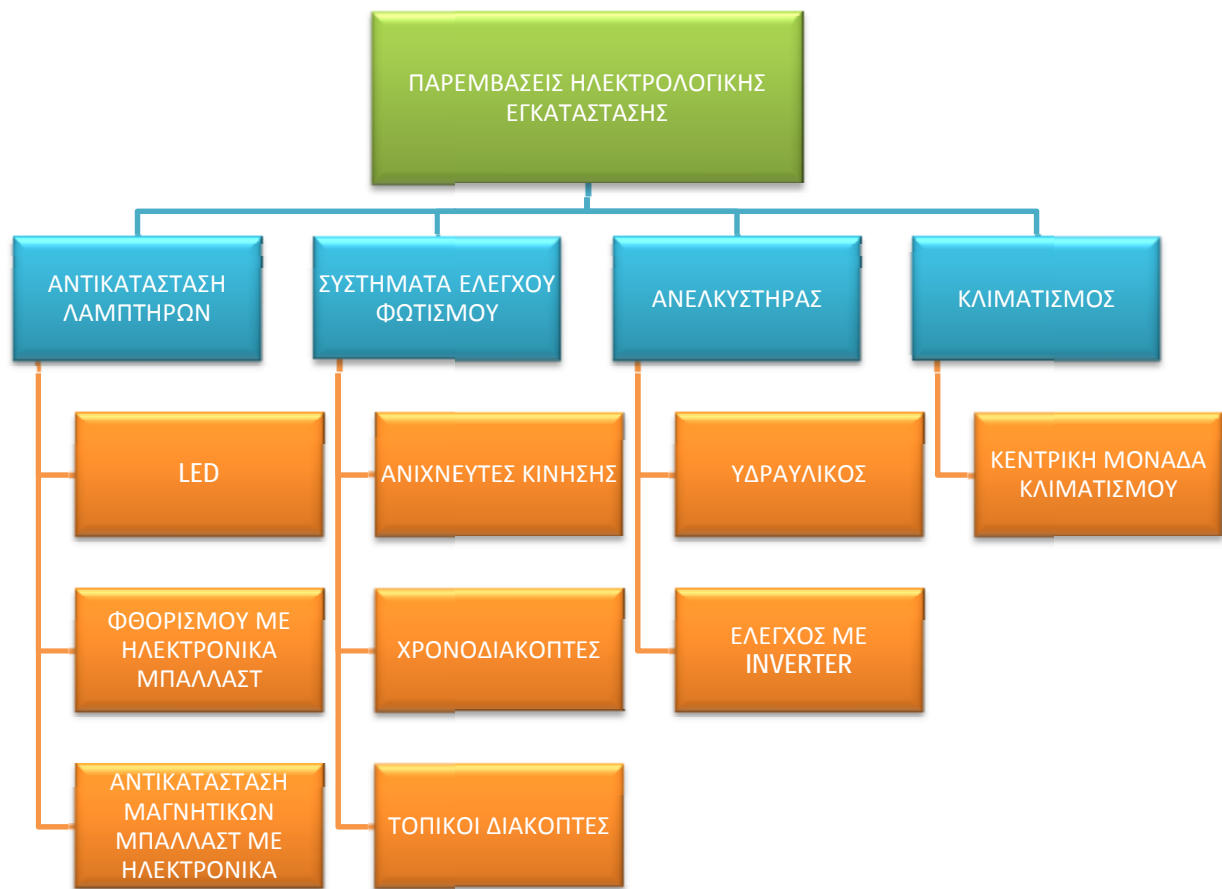
Ανελκυστήρας

Θα αντικατασταθεί ο συμβατικός κινητήρας με νέο υψηλής απόδοσης ο οποίος θα ελέγχεται με inverter ώστε να εξασφαλιστεί η εξοικονόμηση ενέργειας και η ομαλότερη λειτουργία του.

Κλιματισμός

Η αντικατάσταση των αυτόνομων μονάδων παλαιάς τεχνολογίας με νέας τεχνολογίας μονάδες που χρησιμοποιούν τεχνολογία inverter με στόχο την μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας είναι η εύκολη λύση. Η ολοκληρωμένη μελέτη για την εγκατάσταση ενός κεντρικού συστήματος κλιματισμού με τους κατάλληλους αυτοματισμούς είναι πάντα το ζητούμενο.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί δίνονται οι προτεινόμενες επεμβάσεις στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση του κτιρίου.



Σχ. 2. Επεμβάσεις στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση

4.3.1. Εγκατάσταση Φωτισμού

Ο υπάρχων φωτισμός των γραφείων και των διαφόρων χώρων του κτιρίου γίνεται κυρίως με φωτιστικά σώματα φθορισμού. Τα χαρακτηριστικά των χωνευτών επίτοιχων φωτιστικών είναι: 80W G13 230V IP20 και οι λαμπτήρες φθορισμού είναι 80W/830 G5 563,2mm.

Όσον αφορά τις επεμβάσεις για λόγους ελαχιστοποίησης του κόστους ανταλλακτικών και των εργατικών συντήρησης, προβλέπεται να εγκατασταθούν όσο το δυνατόν λιγότεροι τύποι φωτιστικών σωμάτων και να υπάρξει τυποποίηση στα φωτιστικά και τα παρελκόμενα αυτών.

Η πρώτη επέμβαση που εξετάζεται είναι η αντικατάσταση στα υπάρχοντα φωτιστικά μόνο των μαγνητικών μπάλλαστ με ηλεκτρονικά.

Η δεύτερη λύση/επέμβαση που εξετάζεται είναι η αντικατάσταση παλαιών λαμπτήρων με λαμπτήρες τύπου LED.

Υπάρχουσα κατάσταση

Δεδομένα

Φωτιστικό χωνευτό 80W G13 230V IP20

Αριθμός φωτιστικών κτιρίου: 316

Συνολική ισχύς : $316 \times 80 \text{ W} = 25,28 \text{ kW}$

Τιμή φωτιστικού: 33,01 ευρώ

Τιμή κιλοβατώρας: 0,18971 ευρώ (παραμένει ίδια σε όλες τις λύσεις)

Επεμβάσεις

Δεδομένα –Λύση 1 (Ηλεκτρονικό Μπάλλαστ)

Αντικατάσταση παλαιού τύπου μπάλλαστ με ηλεκτρονικά στα υπάρχοντα φωτιστικά

Αριθμός φωτιστικών/Μπάλλαστ: 316

Συνολική ισχύς : $316 \times 72 \text{ W} = 22,75 \text{ kW}$

Τιμή μονάδος μπάλλαστ: 7 ευρώ

Δεδομένα –Λύση 2 (λαμπτήρες LED)

Αντικατάσταση παλαιών λαμπτήρων με λαμπτήρες τύπου LED.

Συνολική ισχύς : $324 \times 21 \text{ W} = 6,64 \text{ kW}$

Τιμή μονάδας: 11,85ευρώ

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα οικονομοτεχνικά δεδομένα των επεμβάσεων στην εγκατάσταση φωτισμού του κτιρίου.

Πίνακας 4.11: Οικονομοτεχνικά στοιχεία αξιολόγησης εγκατάστασης φωτισμού

ΦΩΤΙΣΜΟΣ				
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΑΡΧΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΜΠΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	ΛΥΣΗ 1	ΛΥΣΗ 2
			ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΜΠΑΛΑΣΤ	LED
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς	kW	25.28	20	6.64
Χρόνος ζωής	h	12000	12000	20000
Συνολικό Κόστος αγοράς	Ευρώ	10,428.00 €	2212 €	3,842.00 €
Ώρες λειτουργίας	h/έτος	1100	1100	1100
Αρχική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	27808	X	X
Τελική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	22000	7299.6
Αρχική αξία ενέργειας	Ευρώ	5,275.46 €	X	X
Τελική αξία ενέργειας	Ευρώ	X	4,173.62 €	1,384.81 €
Ετήσιο όφελος ενέργειας	Ευρώ	X	1,101.84 €	3,890.65 €

Από τα αποτελέσματα του πίνακα 4.9 φαίνεται ότι και οι δύο λύσεις που προτείνονται έχουν ετήσιο όφελος όσον αφορά την ποσότητα και αντίστοιχα το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση αντικατάστασης μόνο των μπάλλαστ της εγκατάστασης φωτισμού υπάρχει ετήσιο όφελος από την κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας 1101,84 Ευρώ. Το όφελος αυτό είναι αρκετά μεγάλο σε σχέση με την αρχική επένδυση που γίνεται για την αντικατάσταση των μπάλλαστ των υαυρώντων φωτιστικών. Επίσης αντικαθιστώντας τους λαμπτήρες φθορισμού με λαμπτήρες τύπου LED το ετήσιο όφελος από τη μείωση του κόστους ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται στα 3890,65 Ευρώ, διότι επιτυγχάνεται μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας κατά 74%.

Παράλληλα η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων LED είναι σχεδόν διπλάσια από αυτή των λαμπτήρων φθορισμού. Όσον αφορά τη λύση αυτή, το αρχικό κόστος του εξοπλισμού είναι αρκετά χαμηλό και ανέρχεται στα 3890,65 Ευρώ, που σημαίνει ότι γίνεται απόσβεση σε ένα χρόνο.

Ο υπολογισμός του αριθμού των φωτιστικών έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος Dialux Light. Στο παράρτημα της μελέτης υπάρχει ο υπολογισμός.

Χειρισμοί- Έλεγχος

Ο χειρισμός των φωτιστικών σωμάτων σε όλους του χώρους θα γίνεται με τοπικούς διακόπτες και θα ανάβουν κατά ομάδες. Ο έλεγχος των φωτιστικών σε χώρους υγιεινής και σε διαδρόμους θα γίνεται με κατάλληλους αισθητήρες και σε διαδρόμους θα γίνεται κεντρικά από τον υποπίνακα του ορόφου.

4.3.2. Ανελκυστήρας

Το κτίριο διαθέτει ανελκυστήρα παλαιάς τεχνολογίας ο οποίος απαιτεί σύστημα ομαλής εκκίνησης και είναι ικανός να μεταφέρει δέκα άτομα. Τα μειονεκτήματα του ανελκυστήρα αυτού είναι ότι έχει αυξημένο ρεύμα εκκίνησης πράγμα που δε συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, δεν έχει μεγάλη ακρίβεια στάθμευσης, δεν πληροί τα καινούρια πρότυπα ασφαλείας και δεν έχει τη δυνατότητα μεταβολής της ταχύτητας του ανάλογα με το φορτίο που μεταφέρει.

Δεδομένα Υπολογισμοί

Αρχική κατάσταση

Είδος Ανελκυστήρα : Απλός Ανελκυστήρας ατόμων

Αριθμός ατόμων : 10

Ωφέλιμο φορτίο: 750 kg

Αριθμός στάσεων : 5 (ισόγειο και 4 όροφοι)

Μήκος διαδρομής: 16,3 m

Επιθυμητή ταχύτητα: 0,64 m / s

Ονομαστική ισχύς κινητήρα : 16KW

Τύπος κινητήρα: Τριφασικός Ασύγχρονος βραχυκυκλωμένου δρομέα

Λύση 1

Προτείνεται η αντικατάσταση του υπάρχοντος ανελκυστήρα με υδραυλικό. Τα πλεονεκτήματα του υδραυλικού ανελκυστήρα είναι η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας ,η βέλτιστη ακρίβεια στάθμευσης, επιπλέον δεν απαιτούνται συστήματα εκκίνησης π.χ. αστέρα - τριγώνου ή συστήματα soft starter και διάταξη διόρθωσης συνημίτονου, επιτυγχάνεται μειωμένο ρεύμα εκκίνησης, δυνατότητα αυτόματης διαφοροποίησης της ταχύτητας ανόδου ανάλογα με το υπό μεταφορά φορτίο. Τέλος ακόμα μεγαλύτερη εξοικονόμηση μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση αντίβαρου.

Λύση 2

Η λύση 2 που προτείνεται είναι η αντικατάσταση του κινητήρα με ένα σύγχρονο αποδοτικότερο κινητήρα ίδιων προδιαγραφών, εξασφαλίζοντας καταλληλότερες συνθήκες ελέγχου λειτουργίας. Με τον έλεγχο μέσω inverter μπορούμε να πετύχουμε ομαλότερη εκκίνηση και ομαλότερο σταμάτημα όπως επίσης μείωση της άεργου ισχύος καθώς και των αρμονικών.

Η αντικατάσταση ενός κινητήρα είναι η πιο δαπανηρή λύση όμως το πραγματικό κέρδος επιτυγχάνεται σε βάθος χρόνου. Είναι γνωστό ότι λόγω των διάφορων απωλειών (απώλειες χαλκού στάτη, πυρήνα, χαλκού δρομέα, τριβών και ανεμισμού, διαφεύγουσες απώλειες), η απόδοση του κινητήρα συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 75 έως 95% ανάλογα με το μέγεθός του. Η απόδοση ενός κινητήρα είναι το κυρίαρχο χαρακτηριστικό σε εφαρμογές μεγάλης διάρκειας λειτουργίας. Το πραγματικό κόστος δεν είναι ούτε της αγοράς ούτε της συντήρησης αλλά το κόστος λειτουργίας που φτάνει στους περισσότερους κινητήρες σε τιμές πάνω από 90% επί του συνολικού κόστους, όπως χαρακτηριστικά δείχνει και ο παρακάτω πίνακας..

Πίνακας 4.12: Σύγκριση κόστους ανάλογα με το μέγεθος του επαγωγικού κινητήρα.

Ισχύς κινητήρα	1.5KW	15KW	110KW
Κόστος συντήρησης	0.9%	0.2%	0.1%
Κόστος Αγοράς	2.3%	1.1%	0.9%
Κόστος λειτουργίας	96.8%	98.7%	99%

ΠΗΓΗ: Παρουσίαση Siemens «Ενεργειακά αποδοτικοί κινητήρες»

Η ενδεχόμενη αντιστάθμιση της άεργου ισχύος στον κινητήρα του ανελκυστήρα θα έχει θετικά αποτελέσματα μόνο όσον αφορά τις απώλειες ισχύος στον αγωγό που συνδέει τον κινητήρα, διότι στο οικιακό τιμολόγιο δεν λαμβάνεται υπόψη ο συντελεστής ισχύος.

4.4. Παρεμβάσεις για την ποιοτική αναβάθμιση του κτιρίου

4.4.1. Αισθητήρια φωτισμού

Ανιχνευτές Κίνησης

Οι ανιχνευτές κίνησης θα πρέπει να τοποθετηθούν σε όλους τους κοινόχρηστους χώρους του κτιρίου (σκάλες, διάδρομοι, WC κ.λ.π.) έτσι ώστε τα φώτα στους συγκεκριμένους χώρους να θέτονται σε λειτουργία μόνο όταν υπάρχει κίνηση.

Χρονοδιακόπτες

Με την χρήση χρονοδιακοπών έχουμε την δυνατότητα να επιλέξουμε συγκεκριμένες ώρες όπου τα φώτα θα λειτουργούν καθώς και επιλεγμένη ώρα όπου θα σβήνουν.

4.4.2. Αισθητήρια ανεμιστήρων κλιματιστικών

Ανιχνευτής ποιότητας αέρα

Ο ανιχνευτής επίτοιχου τύπου , θέτει σε λειτουργία τον ανεμιστήρα μόλις η ποιότητα του αέρα πέσει κάτω από το επίπεδο που την έχουμε ρυθμίσει. Μόλις επανέλθει στο επιθυμητό επίπεδο ο ανεμιστήρας θα εξακολουθήσει να λειτουργεί για όσο χρόνο τον έχουμε ρυθμίσει (1 - 20 λεπτά).

Ανιχνευτής υγρασίας

Ο ανιχνευτής υγρασίας ενεργοποιεί τον ανεμιστήρα σε κάθε μεταβολή της υγρασίας του χώρου και διαθέτει περιοχή ρυθμίσεων 45% - 90% RH.

4.4.3. Αισθητήρια ανελκυστήρα

Αισθητήρας υπέρβασης επιτρεπόμενου βάρους

Με την χρήση αισθητήρα υπέρβασης επιτρεπόμενου βάρους στον ανελκυστήρα η πόρτα δεν κλείνει εάν το βάρος δεν μειωθεί, με αποτέλεσμα να μην φθείρεται ο κινητήρας λειτουργώντας σε καταστάσεις που δεν έχουν προβλεφθεί από τον κατασκευαστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

5.1. Οικονομικές έννοιες

Επένδυση είναι η κατασκευή ενός έργου που παράγει ένα νέο προϊόν, επιλύει ή βοηθά στην επίλυση ενός προβλήματος ή στην εξοικονόμηση πόρων. Για να εκτιμηθεί ή να αξιολογηθεί μία επένδυση ως προς την οικονομική της βιωσιμότητα, είναι απαραίτητη η γνώση βασικών οικονομικών όρων και κριτηρίων.

5.1.1. Αρχικό κόστος επένδυσης

Αρχικό Κόστος Επένδυσης (ΑΚΕ) είναι η δαπάνη που καταβάλλει ο επενδυτής κατά το χρόνο που πραγματοποιείται η επένδυση. Σε πολλές περιπτώσεις εκφράζεται με τη μορφή:

$$ΑΚΕ = (ΜΚ) * (Μ) + (ΑΚ), \text{ όπου}$$

(ΜΚ): Μοναδιαίο Κόστος ή εξαρτώμενο κόστος συστήματος (πχ €/KWh)

(Μ): μονάδες μέτρησης μεγέθους συστήματος

(ΑΚ): κόστος ανεξάρτητο του μεγέθους του έργου (π.χ. πρόσθετοι μισθοί, πρόσθετη ασφάλεια, πρόσθετοι αυτοματισμοί,).

5.1.2. Καθαρή Παρούσα Αξία

Η Καθαρή Παρούσα Αξία (Net Present Value-NVP) μιας επένδυσης, είναι το συνολικό οικονομικό όφελος που έχει ο επενδυτής από την πραγματοποίηση της επένδυσης για τη διάρκεια ζωής της επένδυσης. Ουσιαστικά συγκρίνει την παρούσα αξία των μελλοντικών ετήσιων χρηματοροών δηλαδή την παρούσα αξία των ταμειακών εισροών με την παρούσα αξία των μελλοντικών εκροών μετά από φορολόγηση. Με λίγα λόγια όλες οι ετήσιες χρηματοροές για Ν έτη, ανάγονται στο χρόνο πραγματοποίησης της επένδυσης με το αρχικό κόστος της επένδυσης (ΑΚΕ) να αποτελεί την πρώτη σημαντική εκροή. Έτσι ισχύει η εξίσωση:

$$(ΚΠΑ) = -(ΑΚΕ) + \sum_{n=1}^{n=N} (ΠΕΧ_n) + \frac{(ΑΞΕ)}{(1+r)^N}$$

ΑΚΕ: Αρχικό Κόστος Επένδυσης.

ΠΕΧ_n: Προεξοφλημένη Ετήσια Χρηματοροή (μεταφορολογημένη)

ΑΞΕ : Είναι η Ανεξόφλητη (απομένουσα) Αξία του Εξοπλισμού όταν υπάρχει.

r: Συντελεστής Παρούσας Αξίας, ή διαφορετικά το επιθυμητό επιτόκιο αναγωγής που συνήθως λαμβάνεται ίσο με το κόστος κεφαλαίου.

N: χρόνος ζωής της επένδυσης συνήθως ο οικονομικός χρόνος ζωής

Είναι το ασφαλέστερο και το πιο σωστό θεωρητικά κριτήριο αξιολόγησης της καταλληλότητας μίας επένδυσης:

Κριτήριο βιωσιμότητας μιας επένδυσης αποτελεί η συνθήκη: $KPIA > 0$

Κριτήριο μη απόδοσης μιας επένδυσης αποτελεί η συνθήκη: $KPIA < 0$

Κριτήριο αδιάφορου σχεδίου μιας επένδυσης αποτελεί η συνθήκη : $KPIA=0$ για το συγκεκριμένο συντελεστή αναγωγής r που έχει επιλεγεί.

Χρησιμοποιείται επίσης σαν κριτήριο σύγκρισης εναλλακτικών επενδύσεων, αμοιβαία αποκλειόμενων για τον ίδιο χρόνο αποπληρωμής N . Στην περίπτωση αυτή, προτιμάται η επένδυση με τη μεγαλύτερη $KPIA$.

5.1.3. Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA ή IRR)

Είναι ουσιαστικά ο συντελεστής αναγωγής ή προεξόφλησης r ($r=EBA=IRR$ Internal Rate of Return) για τον οποίο η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης μηδενίζεται ($KPIA$ ή $NVP=0$).

Χρησιμοποιείται συχνά στις περιπτώσεις που ο επενδυτής δεν έχει θέσει ένα πλαίσιο επιλογής του επιτοκίου προεξόφλησης ή αναγωγής, οπότε υπολογίζεται από τη λύση της εξίσωσης:

$$(KPIA) = 0 \rightarrow (AKE) = \sum_{n=1}^{n=N} (ΠΕΧ_n) + \frac{(ΑΕΕ)}{(1+r)^n}$$

Η εξίσωση λύνεται με επαναληπτικές μεθόδους, δηλαδή μέσω της διαδικασίας δοκιμής και λάθους για διάφορες τιμές του συντελεστή αναγωγής r .

Αποκτά ιδιαίτερη σημασία στις περιπτώσεις που ο επενδυτής έχει θέσει ένα δικό του επιθυμητό επιτόκιο $r_{επ}$ που συνήθως είναι το ελάχιστο ποσοστιαίο κέρδος που έχει τεθεί για οποιαδήποτε επενδυτική κίνηση της επιχείρησης (κόστος κεφαλαίου) και το οποίο μπορεί να είναι το ίδιο με το επιτόκιο δανεισμού.

Αν $IRR > r_{επ}$ τότε η επένδυση είναι αποδεκτή οικονομικά και αναμένεται να αποδώσει πάνω από τα αναμενόμενα.

Αν $IRR < r_{επ}$ τότε η επένδυση αναμένεται να αποδώσει λιγότερο από τα αναμενόμενα.

Αν $IRR = r_{επ}$ τότε η επένδυση αναμένεται να αποδώσει ίσα με τα αναμενόμενα.

Το κριτήριο του IRR χρησιμοποιείται σαν κριτήριο για σύγκριση εναλλακτικών επενδύσεων διαφορετικού μεγέθους και διαφορετικού χρόνου αποπληρωμής ή απόσβεσης N . Επισημαίνεται ότι στις περιπτώσεις σύγκρισης επενδύσεων σε καμιά περίπτωση δεν σημαίνει ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο IRR της επένδυσης τόσο πιο συμφέρουσα είναι η αντίστοιχη επένδυση.

5.1.4. Περίοδος αποπληρωμής (PP)

Η περίοδος Αποπληρωμής-(Payback Period), είναι το χρονικό διάστημα (έτη) που απαιτείται για την απόσβεση του αρχικού κόστους της επένδυσης (ΑΚΕ).

Για τον υπολογισμό αθροίζουμε τις μελλοντικές ταμειακές ροές μέχρι το άθροισμα να γίνει θετικό. Το χρονικό αυτό διάστημα είναι η περίοδος αποπληρωμής.

5.1.5. Έντοκη Περίοδος αποπληρωμής (DPP)

Η Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής (Discount Payback Period), είναι το χρονικό διάστημα (έτη) που απαιτείται για την απόσβεση του αρχικού κόστους της επένδυσης (ΑΚΕ), αλλά η κάθε ταμειακή ροή λαμβάνεται υποτιμημένη κατά το επιτόκιο αναγωγής (r) το οποίο συνήθως λαμβάνεται ίσο με 10%. Η τεχνική υπολογισμού είναι όπως αυτή της περιόδου αποπληρωμής. Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι ελαφρώς διαφορετική (συνήθως μεγαλύτερη) από την απλή περίοδο αποπληρωμής.

5.2 Υπολογισμοί του επενδυτικού προφίλ θερμομόνωσης

Στην ανάλυση και στους υπολογισμούς που ακολουθούν για το δεδομένο κτίριο οι ετήσιες ώρες λειτουργίας αποτελούν μία σημαντική μεταβλητή που επηρεάζει τους οικονομικούς/επενδυτικούς δείκτες. Υπολογίστηκαν και αφορούν την ετήσια λειτουργία ενός κτιρίου υπηρεσιών.

Στην οικονομική αξιολόγηση που αναπτύσσεται στους αντίστοιχους πίνακες, ο συντελεστής Παρούσας Αξίας, ή διαφορετικά το επιθυμητό επιτόκιο αναγωγής r λαμβάνεται ίσο με 5% και 10%. Επειδή πρόκειται για μία απλή επένδυση θα μπορούσε να ταυτίζεται με το επιτόκιο του δανείου για την πραγματοποίηση του έργου.

Εξωτερική Θερμομόνωση κελύφους- Λύση 1

- Εξωτερική εφαρμογή της διογκωμένης πολυστερίνης στην τοιχοποιία
- Αντικατάσταση κουφωμάτων
- Θερμομόνωση-υγρομόνωση της οροφής

Πίνακας 5.1 Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης θερμομόνωσης –Λύση 1

Ώρες λειτουργίας / έτος	h	1.760	1.760
Αρχική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	98.868
Αρχική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	18.756
Τελική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	52.210,4
Τελική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	9.904,8
Διαφορά ενέργειας (αρχικής - βέλτιστης)	Kwh	X	46.657,6
ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ	Ευρώ	X	8.851,36
Κόστος αγοράς	Ευρώ/m ²	5,3	5.751
Κόστος εργασίας	Ευρώ	13	14.105
Συνολικό Κόστος θερμομόνωσης τοίχων	Ευρώ	X	19.856
Κόστος αντικατάστασης κουφωμάτων	Ευρώ	X	78.970
Κόστος θερμομόνωσης οροφής	Ευρώ	X	7.323
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	Ευρώ	X	106.149

NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=5%)	Ευρώ		23493
NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=10%)	Ευρώ		-34273,8
IRR- Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=5%)	%		8%
IRR- Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=10%)	%		3%
DPP-Έντοκη περίοδος αποπληρωμής για r=5% (έτη)	Έτη		9
DPP-Έντοκη περίοδος αποπληρωμής για r=10% (έτη)	Έτη		13

Παρατηρείται ότι για (επιθυμητό) επιτόκιο $r=5\%$ η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης είναι 23493 ευρώ και ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης 8%, άρα σε αυτή την περίπτωση η επένδυση είναι βιώσιμη ($IRR > r$). Η απόσβεση του αρχικού κόστους γίνεται σε 9 χρόνια. Αντίθετα στην περίπτωση $r=10\%$ ο χρόνος απόσβεσης του αρχικού κόστους γίνεται σε 13 χρόνια αφού η καθαρά παρούσα αξία είναι -34273,8 ευρώ και ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης είναι 3% ($IRR < r$).

Εξωτερική Θερμομόνωση κελύφους- Λύση 2

- Εξωτερική εφαρμογή εξηλασμένης πολυστερίνης στην τοιχοποιία
- Αντικατάσταση κουφωμάτων
- Θερμομόνωση-υγρομόνωση της οροφής.

Πίνακας 5.2: Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης Θερμομόνωσης – Λύση 2

Ώρες λειτουργίας / έτος	h	1.760	1.760
Αρχική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	98.868
Αρχική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	18.756
Τελική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	52.513
Τελική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	9.962,26
Διαφορά ενέργειας (αρχικής - βέλτιστης)	Kwh	X	46.355
ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ	Ευρώ	X	8.794,94
Κόστος αγοράς	Ευρώ/m ²	7,92	8.593,2
Κόστος εργασίας	Ευρώ	13	14.105
Συνολικό Κόστος Θερμομόνωσης τοίχων	Ευρώ	X	22.698,2
Κόστος αντικατάστασης κουφωμάτων	Ευρώ	X	78.970
Κόστος Θερμομόνωσης οροφής	Ευρώ	X	7.323
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	Ευρώ	X	108991.2

NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=5%)	Ευρώ		15269,4
NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=10%)	Ευρώ		-42251,5
IRR-Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=5%)	%		7%
IRR-Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=10%)	%		2%
DPP-Έντοκη περίοδος αποπληρωμής για r=5% (έτη)	Έτη		11
DPP-Έντοκη περίοδος αποπληρωμής για r=10% (έτη)	Έτη		16

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς η Καθαρή Παρούσα Αξία της επένδυσης για r=5% και r=10% είναι 15269,4 ευρώ και -42251,5 ευρώ αντίστοιχα. Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) είναι 7% και 2% για r=5% και r=10%, θετικός άρα η επένδυση κρίνεται θετική με περίοδο αποπληρωμής 11 και 16 χρόνια αντίστοιχα.

Εσωτερική Θερμομόνωση κελύφους- Λύση 3

- Εσωτερική εφαρμογή πετροβάμβακα πάχους 5 cm στην τοιχοποιία
- Αντικατάσταση κουφωμάτων
- Θερμομόνωση-υγρομόνωση της οροφής.

Πίνακας 5.3: Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης Θερμομόνωσης 3- Λύση 3

Ώρες λειτουργίας / έτος	h	1.760	1.760
Αρχική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	98.868
Αρχική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	18.756
Τελική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	53.725,76
Τελική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	10.192,3
Διαφορά ενέργειας (αρχικής - βέλτιστης)	Kwh	X	46.335
ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ	Ευρώ	X	8.563,9
Κόστος αγοράς	Ευρώ/m ²	10,39	11.273,15
Κόστος εργασίας	Ευρώ	13	14.105
Συνολικό Κόστος Θερμομόνωσης τοίχων	Ευρώ	X	25.378,15
Κόστος αντικατάστασης κουφωμάτων	Ευρώ	X	78.970
Κόστος Θερμομόνωσης οροφής	Ευρώ	X	7.323
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	Ευρώ	X	111671.15

NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=5%)	Ευρώ		10458,9
NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=10%)	Ευρώ		-46075,7
IRR-Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=5%)	%		6%
IRR-Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=10%)	%		1%
DPP-Έντοκη περίοδος αποπληρωμής για r=5% (έτη)	Έτη		11
DPP-Έντοκη περίοδος αποπληρωμής για r=10% (έτη)	Έτη		18

Παρατηρείται ότι για (επιθυμητό) επιτόκιο $r=5\%$ η καθαρά παρούσα αξία της επένδυσης είναι 10458,9 ευρώ και ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης 6%, άρα σε αυτή την περίπτωση η επένδυση είναι βιώσιμη ($IRR > r$). Η απόσβεση του αρχικού κόστους γίνεται σε 11 χρόνια. Επίσης στην περίπτωση $r=10\%$ ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης είναι θετικός 1%, ο χρόνος απόσβεσης του αρχικού κόστους είναι 18 χρόνια και η επένδυση κρίνεται βιώσιμη αλλά όχι αρκετά αποδοτική.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι πίνακες που δείχνουν τη μεταβολή των βασικών επενδυτικών δεικτών (NPV,IRR και DPP) της επένδυσης θερμομόνωσης με τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου. Οι συγκεκριμένοι πίνακες είναι πολύ σημαντικοί διότι δείχνουν την εξάρτηση της οικονομικότητας της επένδυσης για την εξοικονόμηση ενέργειας συγκεκριμένου κτιρίου από το χρόνο ημερήσιας και κατά συνέπεια ετήσιας λειτουργίας, όπως επίσης και από το μέγεθος του κτιρίου.

Πίνακας 5.4: Μεταβολή των επενδυτικών δεικτών NPV,IRR και DPP με τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου και την εξωτερική εφαρμογή της διογκωμένης πολυστερίνης-Λύση 1

Ετήσιες ώρες λειτουργίας	NPV R=5% (ευρώ)	NPV R=10% (ευρώ)	IRR R=5% (%)	IRR R=10% (%)	DPP R=5% (έτη)	DPP R=10% (έτη)
1100	-23304	-59408	2	-3	18	26+
1250	-12668,4	-53695,9	3	-1	16	26+
1500	5058,61	-44174,8	6	1	12	21
1760	23493	-34273,8	8	3	9	13
2250	58236	-15613,5	12	7	7	9
2500	75963	-6029,4	14	9	6	8
2750	93689,2	3428	16	9	6	7
3000	111415,3	12948,7	18	13	5	6

Πίνακας 5.5: Μεταβολή των επενδυτικών δεικτών NPV,IRR και DPP με τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου και την εξωτερική εφαρμογή της εξηλασμένης πολυστερίνης-Λύση 2

Ετήσιες ώρες λειτουργίας	NPV R=5% (ευρώ)	NPV R=10% (ευρώ)	IRR R=5% (%)	IRR R=10% (%)	DPP R=5% (έτη)	DPP R=10% (έτη)
1100	-31328.7	-67279.0	1	-4	21	26+
1250	-20738.4	-61591.1	3	-2	17	26+
1500	-3087.3	-52110.7	5	0	13	26+
1760	15269.4	-42251.5	7	2	11	16
2250	49864.2	23670.7	10	5	8	10
2500	67515.4	-14190.4	12	7	7	9
2750	85165.5	-4710.6	14	9	6	7
3000	102816.7	4769.7	16	11	6	7

Πίνακας 5.6: Μεταβολή των επενδυτικών δεικτών NPV,IRR και DPP με τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου και την εφαρμογή πετροβάμβακα

Ετήσιες ώρες λειτουργίας	NPV R=5% (ευρώ)	NPV R=10% (ευρώ)	IRR R=5% (%)	IRR R=10% (%)	DPP R=5% (έτη)	DPP R=10% (έτη)
1100	-35340.1	-70674.1	1	-4	22	26+
1250	-24931.2	-65083.6	2	-3	18	26+
1500	-7582.9	-55765.9	4	-1	14	26+
1760	10458.9	-46075.7	6	1	11	18
2250	44461.2	-27813.2	10	5	9	12
2500	61809.6	-18495.5	12	7	8	10
2750	79157.9	-9177.8	13	8	7	9
3000	96505.4	139.4	15	10	6	8

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των πινάκων 5.4, 5.5 και 5.6 παρατηρείται ότι η βέλτιστη λύση είναι η επένδυση με διογκωμένη πολυστερίνη (λύση 1) αφού για οποιοσδήποτε ώρες λειτουργίας παρουσιάζει τις καλύτερες τιμές. Παρότι οι τιμές των τριών πινάκων βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους, η λύση της διογκωμένης πολυστερίνης είναι μονόδρομος αφού προσφέρει μικρότερους χρόνους αποπληρωμής όπως επίσης μεγαλύτερη καθαρά παρούσα αξία και εσωτερικό βαθμό απόδοσης.

Ηλεκτρολογική εγκατάσταση

Αντικατάσταση λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες LED

Πίνακας 5.7: Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης αντικατάστασης λαμπτήρων

Ώρες λειτουργίας / έτος	h	1100	1100
Αρχική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	27808
Αρχική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	5275.45
Τελική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	7299.6
Τελική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	1384.80
Διαφορά ενέργειας (αρχικής - βέλτιστης)	Kwh	X	20508.4
ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ	Ευρώ	X	3890.64
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	Ευρώ	X	3842

NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=5%)	Ευρώ		32181.04
NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=10%)	Ευρώ		15505.79
IRR- Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=5%)			96,27%
IRR- Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=10%)			91%
DPP- Έντοκη περίοδος αποπληρωμής για r=10%	Έτη		1
Απλή περίοδος αποπληρωμής	Έτη		1

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα για $r=5\%$ υπολογίστηκε καθαρά παρούσα αξία 32181,04 ευρώ και εσωτερικός συντελεστής απόδοσης 96,27%, δηλαδή η επένδυση είναι αποδεκτή οικονομικά και αναμένεται να αποδώσει πάνω από τα αναμενόμενα. Για $r=10\%$ υπολογίστηκε καθαρά παρούσα αξία ίση με 15505,8ευρώ και εσωτερικός συντελεστής απόδοσης 91%. Και στις δύο περιπτώσεις η περίοδος έντοκης αποπληρωμής είναι ένα έτος και η απλή περίοδος αποπληρωμής το ίδιο. Η συγκεκριμένη επένδυση είναι λίαν αποδοτική κάτι που οφείλεται στο χαμηλό κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων και στο μεγάλο ετήσιο όφελος. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη λύση για τη βελτίωση της υπάρχουσας εγκατάστασης φωτισμού.

Αντικατάσταση των εκκινήτων των φωτιστικών φθορισμού

Πίνακας 5.8: Οικονομική αξιολόγηση της επένδυσης αντικατάστασης εκκινήτων

Ώρες λειτουργίας / έτος	h	1.100	1.100
Αρχική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	27808
Αρχική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	5275,45
Τελική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	22000
Τελική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	4174,81
Διαφορά ενέργειας (αρχικής - βέλτιστης)	Kwh	X	5808
ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ	Ευρώ	X	1101,84
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	Ευρώ	X	2212

NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=5%)	Ευρώ		7989,8
NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=10%)	Ευρώ		3267,33
IRR-Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=5%)			45%
IRR-Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=10%)			40%
DPP-Έντοκη περίοδος αποπληρωμής για r=10%	Έτη		3
Απλή περίοδος αποπληρωμής	Έτη		3

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 5.8 για r=5% υπολογίστηκε καθαρά παρούσα αξία 7989,8 ευρώ και εσωτερικός συντελεστής απόδοσης 45%. Για r=10% υπολογίστηκε καθαρά παρούσα αξία 3267,33 ευρώ και εσωτερικός συντελεστής απόδοσης 40%. Παρατηρείται ότι και στις δύο περιπτώσεις η επένδυση είναι βιώσιμη και αναμένεται να αποδώσει πάνω από τα αναμενόμενα.. Για r=10% η έντοκη και η απλή περίοδος αποπληρωμής είναι 3 έτη .

Συνολική επένδυση

Σαν συνολική επένδυση εξετάζεται η επένδυση που περιλαμβάνει:

- Εξωτερική θερμομόνωση κελύφους με διογκωμένη πολυστερίνη (Λύση 1)
- Αντικατάσταση κουφωμάτων
- Θερμομόνωση-υγρομόνωση της οροφής
- Αντικατάσταση των φωτιστικών φθορισμού με φωτιστικά LED

Το κόστος συνολικής επένδυσης και οι επενδυτικοί δείκτες δίνονται στον πίνακα 5.9 που ακολουθεί.

Πίνακας 5.9: Οικονομική αξιολόγηση της συνολικής επένδυσης

Αρχική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	156948
Αρχική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	29774.3
Τελική απαιτούμενη ενέργεια	Kwh	X	80497
Τελική αξία ενέργειας	Ευρώ/έτος	X	15270.8
Διαφορά ενέργειας (αρχικής - βέλτιστης)	Kwh	X	76451
ΕΤΗΣΙΟ ΟΦΕΛΟΣ	Ευρώ	X	14503.5
ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	Ευρώ	X	109991

NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=5%)	Ευρώ		50824,07
NVP-Καθαρή Παρούσα Αξία (r=10%)	Ευρώ		-23618,05
IRR-Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=5%)			10%
IRR-Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης (r=10%)			6%
DPP-Έντοκη περίοδος αποπληρωμής για r=10%	Έτη		10
Απλή περίοδος αποπληρωμής	Έτη		8

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 5.9 που αφορά τη συνολική επένδυση για $r=5\%$ υπολογίστηκε καθαρή παρούσα αξία 50824,07 ευρώ και εσωτερικός συντελεστής απόδοσης 10%, δηλαδή η επένδυση είναι αποδοτική και βιώσιμη. Για $r=10\%$ υπολογίστηκε καθαρή παρούσα αξία ίση με -23618,05 ευρώ και εσωτερικός συντελεστής απόδοσης 6% και η επένδυση κρίνεται οικονομικά αποδεκτή και βιώσιμη με έντοκη περίοδο αποπληρωμής τα 10 έτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Στο κεφάλαιο αυτό αναγράφονται τα συμπεράσματα σχετικά με τις ρεαλιστικά δυνατές επεμβάσεις που μπορούν να επιτύχουν εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας σε συγκεκριμένο ένα δημόσιο κτίριο αλλά και αναβάθμιση της ποιότητας παροχής υπηρεσιών από αυτό. Το μέγεθος του κτιρίου και οι ώρες λειτουργίας είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή των βασικών επενδυτικών δεικτών που θα καθορίσουν την πραγματοποίηση ενός επενδυτικού σχεδίου.

Σε κάθε περίπτωση η υλοποίηση της επένδυσης θα εξαρτηθεί από την αξία του χρήματος την περίοδο πραγματοποίησης, χωρίς να παραβλέπεται και η θετική επίδραση των επεμβάσεων στην ποιότητα του κλίματος του εσωτερικού του κτιρίου που μεταφράζεται σε ποιότητα ζωής και απόδοσης στην εργασία, καθώς και η θετική επίδραση στη διάρκεια ζωής του κτιρίου.

Σημειώνεται και πάλι ότι οι τιμές του επιθυμητού επιτοκίου αναγωγής $r=5\%$ και $r=10\%$ δεν είναι οι ισχύουσες στην αγορά σήμερα, αλλά λαμβάνονται για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Επειδή πρόκειται για μία απλή επένδυση το επιθυμητό επιτόκιο αναγωγής θα μπορεί να ταυτίζεται με το επιτόκιο του δανείου για την πραγματοποίηση της επένδυσης.

Το μέγεθος του κτιρίου σε συνδυασμό και με τις ώρες λειτουργίας είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν ουσιαστικά την οικονομικότητα των επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο και «χρηρίζουν» παραπέρα ανάλυσης.

6.1. Επέμβαση θερμομόνωσης

Στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάστηκαν διάφορες λύσεις εξωτερικής και εσωτερικής θερμομόνωσης του κελύφους και υλοποιήθηκαν υπολογισμοί για όλες τις λύσεις. Για την εύρεση των θερμικών απωλειών υπολογίστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές θερμοπερατότητας για κάθε υλικό. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των υπολογισμών επιλέχθηκε η πιο οικονομική και ενεργειακά αποδοτική λύση.

Εξωτερική επένδυση του κελύφους με διογκωμένη πολυστερίνη, αντικατάσταση κουφωμάτων και υγρομόνωση οροφής- Λύση 1

Το αρχικό κόστος της επένδυσης του κελύφους με διογκωμένη πολυστερίνη ανέρχεται στα 106.149 ευρώ και το ετήσιο όφελος σε 8.856,3 ευρώ. Παρατηρείται ότι για (επιθυμητό) επιτόκιο $r=5\%$ η καθαρά παρούσα αξία της επένδυσης είναι 23493 ευρώ και ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης 8%, άρα σε αυτή την περίπτωση η επένδυση είναι αποδοτική και βιώσιμη ($IRR>r$). Η απόσβεση του αρχικού κόστους γίνεται σε 9 χρόνια.

Επίσης στην περίπτωση $r=10\%$ η καθαρά παρούσα αξία είναι $-34273,8$ ευρώ. Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης είναι 3% ενώ ο χρόνος απόσβεσης του αρχικού κόστους είναι 13 χρόνια, οπότε η επένδυση είναι βιώσιμη.

Εξωτερική επένδυση του κελύφους με εξηλασμένη πολυστερίνη, αντικατάσταση κουφωμάτων και υγρομόνωση οροφής-Λύση 2

Η επένδυση για εξωτερική επένδυση του κελύφους με εξηλασμένη πολυστερίνη αντικατάσταση κουφωμάτων και υγρομόνωση οροφής, ανέρχεται στο ποσό των $108.991,2$ ευρώ και το ετήσιο όφελος σε 8.795 ευρώ. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς η καθαρά παρούσα αξία της επένδυσης είναι $15269,4$ ευρώ και $-42251,5$ ευρώ για $r=5\%$ και $r=10\%$ αντίστοιχα. Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 7% και 2% αντίστοιχα. Για $r=5\%$ ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης είναι θετικός άρα σε αυτή την περίπτωση η επένδυση κρίνεται θετική με ικανοποιητική απόδοση.

Επίσης παρατηρείται ότι για $r=10\%$ ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης είναι θετικός, κάτι που σημαίνει ότι η επένδυση με εξηλασμένη πολυστερίνη είναι βιώσιμη αλλά όχι αρκετά αποδοτική. Παράλληλα φαίνεται ότι η αρχική επένδυση για $r=5\%$ κάνει απόσβεση του κόστους της σε 11 χρόνια ενώ για $r=10\%$ ο χρόνος απόσβεσης είναι 16 χρόνια.

Εσωτερική επένδυση του κελύφους με πετροβάμβακα, αντικατάσταση κουφωμάτων και υγρομόνωση οροφής-Λύση 3

Η επένδυση για εσωτερική επένδυση του κελύφους με πετροβάμβακα, αντικατάσταση κουφωμάτων και υγρομόνωση οροφής ανέρχεται στο ποσό των $111.671,12$ ευρώ και το ετήσιο όφελος σε 8.564 ευρώ. Παρατηρείται ότι για (επιθυμητό) επιτόκιο $r=5\%$ η καθαρά παρούσα αξία της επένδυσης είναι $10458,9$ ευρώ και ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης 6% , άρα σε αυτή την περίπτωση η επένδυση είναι βιώσιμη και θα αποδώσει ικανοποιητικά ($IRR > r$). Η απόσβεση του αρχικού κόστους γίνεται σε 11 χρόνια.

Επίσης στην περίπτωση $r=10\%$ η καθαρά παρούσα αξία της επένδυσης είναι $-46075,7$ ευρώ, ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης θετικός 1% και ο χρόνος απόσβεσης του αρχικού κόστους είναι 18 χρόνια με αποτέλεσμα η επένδυση να μην είναι ικανοποιητικά αποδοτική.

6.2. Επέμβαση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων

Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες εξοικονόμησης ενεργείας είναι η παρέμβαση στις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις. Στον πίνακα 5 του κεφαλαίου 4 υπολογίζεται η συνολική ισχύς της αρχικής κατάστασης φωτισμού, καθώς επίσης και των λύσεων που προτείνονται.

Οι λύσεις που προτείνονται στις παρεμβάσεις φωτισμού είναι η αντικατάσταση των συμβατικών μπάλλαστ με ηλεκτρονικά και η αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με

λαμπτήρες τύπου led. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της οικονομικής ανάλυσης που αφορούν το φωτισμό του κτιρίου.

Αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες τύπου LED

Το αρχικό κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες τύπου led ανέρχεται στα 3842 ευρώ ενώ το ετήσιο όφελος ανέρχεται στα 3890,65 ευρώ. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 5.7 για $r=5\%$ υπολογίστηκε καθαρά παρούσα αξία 32181,04 ευρώ και εσωτερικός βαθμός απόδοσης 96,27%, δηλαδή η επένδυση είναι αποδοκτή οικονομικά και αναμένεται να αποδώσει πάνω από τα αναμενόμενα. Για $r=10\%$ υπολογίστηκε καθαρά παρούσα αξία ίση με 15505,8 ευρώ και εσωτερικός βαθμός απόδοσης 91%. Και στις δύο περιπτώσεις η περίοδος έντοκης αποπληρωμής είναι ένα έτος και η απλή περίοδος αποπληρωμής το ίδιο.

Παρατηρείται ότι η συγκεκριμένη επένδυση είναι πάρα πολύ αποδοτική κάτι που οφείλεται στο χαμηλό κόστος αντικατάστασης των λαμπτήρων όπως επίσης και στο μεγάλο ετήσιο όφελος. Για το λόγο αυτό επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη λύση για τη βελτίωση της υπάρχουσας εγκατάστασης.

Αντικατάσταση των μαγνητικών μπάλλαστ με ηλεκτρονικά

Το αρχικό κόστος αντικατάστασης των μαγνητικών μπάλλαστ των φωτιστικών φθορισμού με ηλεκτρονικά ανέρχεται στα 2212 ευρώ ενώ το ετήσιο όφελος ανέρχεται στα 1101,8 ευρώ. Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 5.8 για $r=5\%$ υπολογίστηκε καθαρά παρούσα αξία 7989,8 ευρώ και εσωτερικός βαθμός απόδοσης 45%. Για $r=10\%$ υπολογίστηκε καθαρά παρούσα αξία 3267,33 ευρώ και εσωτερικός βαθμός απόδοσης 40%. Παρατηρείται ότι και στις δύο περιπτώσεις η επένδυση είναι βιώσιμη αφού ο βαθμός απόδοσης είναι θετικός και στην περίπτωση $r=5\%$ αναμένεται να αποδώσει πάνω από τα αναμενόμενα.. Για $r=10\%$ η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι 3 έτη ενώ η απλή περίοδος αποπληρωμής είναι επίσης 3 έτη.

6.3 Συμπεράσματα για τη συνολική παρέμβαση στο κτήριο

Παρακάτω παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της οικονομικής ανάλυσης όσον αφορά τη συνολική παρέμβαση στο κτίριο που είναι η εξωτερική επένδυση του κελύφους με διογκωμένη πολυστερίνη, αντικατάσταση κουφωμάτων και υγρομόνωση οροφής (Λύση 1) και η αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες τύπου LED.

Η αρχική απαιτούμενη ενέργεια του κτιρίου ήταν 156.948 kWh και αυτό σαν αποτέλεσμα της απουσίας θερμομόνωσης και της χρήσης παλαιάς τεχνολογίας λαμπτήρων φθορισμού. Το κόστος αυτής ήταν 29.775 ευρώ περίπου ετησίως.

Η τελική απαιτούμενη ενέργεια μετά την επέμβαση στη θερμομόνωση, προσθέτοντας διογκωμένη πολυστερίνη εξωτερικά του κελύφους του κτιρίου, υγρομόνωση οροφής και αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες led, είναι 80.497 kWh. Η αξία της τελικής απαιτούμενης ενέργειας είναι 15.271 ευρώ.

Παρατηρείται ότι η διαφορά μεταξύ της αρχικής και της τελικής απαιτούμενης ενέργειας είναι 76451 kWh κάτι που σημαίνει ότι καταναλώνεται 49% λιγότερη ενέργεια. Επίσης η διαφορά μεταξύ αρχικού και τελικού κόστους ενέργειας ή αλλιώς το όφελος ανέρχεται στα 14.503 ευρώ ετησίως.

Το ολικό κόστος της συνολικής επένδυσης (εξωτερική επένδυση του κελύφους με διογκωμένη πολυστερίνη, αντικατάσταση κουφωμάτων και υγραμόνωση οροφής και η αντικατάσταση των λαμπτήρων φθορισμού με λαμπτήρες τύπου LED), ανέρχεται στις 109.991 ευρώ. Η καθαρά παρούσα αξία είναι 50824,07 ευρώ και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης 10% για $r=5\%$, δηλαδή η επένδυση είναι βιώσιμη και αναμένεται να αποδώσει πάνω από τα αναμενόμενα. Για $r=10\%$ η καθαρά παρούσα αξία είναι -23618,05 ευρώ και ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης 6% δηλαδή η επένδυση θα αποδώσει λιγότερο από τα αναμενόμενα. Το βασικό συμπέρασμα είναι ότι η επένδυση αναμένεται να είναι αποδοτική αφού και στις δύο περιπτώσεις ο βαθμός απόδοσης είναι θετικός. Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής της επένδυσης για $r=10\%$ είναι 10 έτη ενώ η απλή περίοδος αποπληρωμής είναι 8 έτη.

Τελικά παρατηρείται ότι οι επεμβάσεις που επιλέγονται είναι οι καταλληλότερες αφού επιτυγχάνεται μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων του κτιρίου κατά το ήμισυ. Επίσης παρατηρείται ότι το όφελος της επέμβασης θερμομόνωσης και το όφελος της επέμβασης φωτισμού κάνουν απόσβεση της αρχικής επένδυσης σε 10 χρόνια.

Στα παραπάνω βέβαια δε συνυπολογίζεται και η αξία της ποιοτικής αναβάθμισης του κτιρίου που είναι σημαντική παράμετρος αν και δεν μπορεί να ποσοτικοποιηθεί.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Ι. ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ DIALUX ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΩΝ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ.

Υπολογισμός παλαιού τύπου φωτιστικών στους διαδρόμους

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

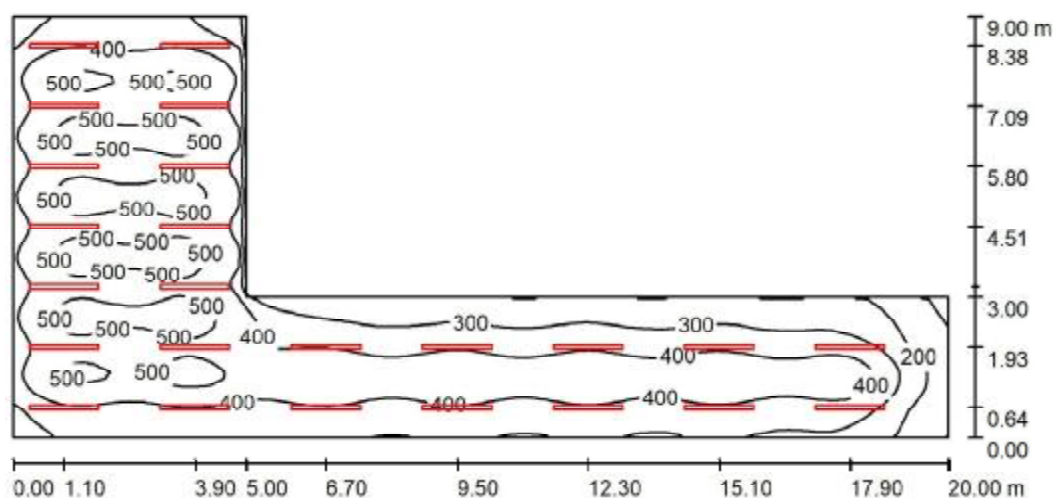


DIALux

15.11.2017

Υπεύθυνος ΚΑΒΑΛΛΙΕΡΑΤΟΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ -
επεξεργασίας ΚΑΛΛΙΒΩΚΑΣ ΣΠΥΡΟΣ
Τηλέφωνο
Φαξ
e-Mail

ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ - ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.100 m, Ύψος συναρμολόγησης: 3.100 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:143

Επιφάνεια	r [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Επίπεδο εργασίας	/	398	84	540	0.211
Δάπεδο	20	359	112	493	0.311
Οροφή	70	66	33	98	0.501
Τοίχοι (6)	50	129	33	265	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m
Κάναβος: 128 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.000 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	F (Φωτιστικό) [lm]	F (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	24	BRIGHTSPECIALLIGHTING 1.67.C1.0.00.F80.00.XX NOTUS 1 CROSS 1x80W (Τύπος 1)* (1.000)	2042	2600	80.0

*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Συνολικά: 49018 Συνολικά: 62400 1920.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $21.33 \text{ W/m}^2 = 5.36 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 90.00 m^2)

Υπολογισμός παλαιού τύπου φωτιστικών στα γραφεία

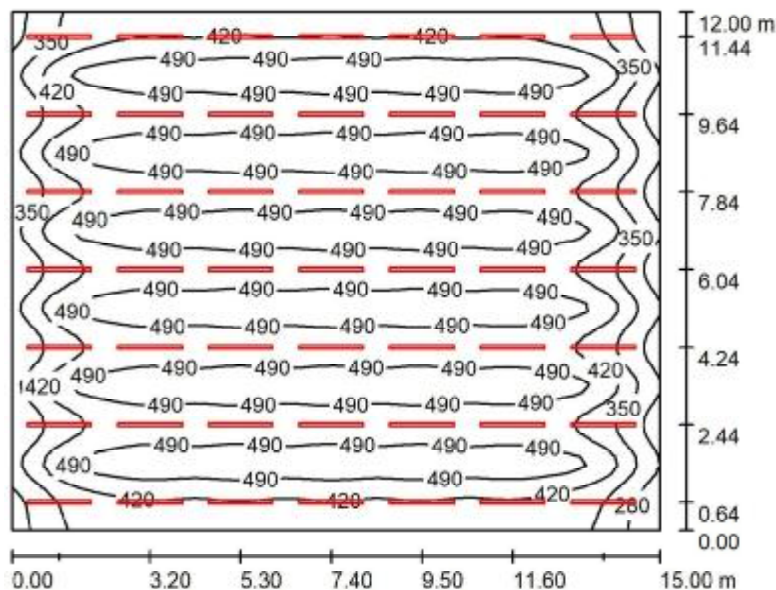
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

DIALux

15.11.2017

Υπεύθυνος ΚΑΒΑΛΛΙΕΡΑΤΟΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ -
επεξεργασίας ΚΑΛΛΙΒΩΚΑΣ ΣΠΥΡΟΣ
Τηλέφωνο
Φαξ
e-Mail

ΓΡΑΦΕΙΑ - ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.100 m, Ύψος συναρμολόγησης: 3.100 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:155

Επιφάνεια	r [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Επίπεδο εργασίας	/	452	222	562	0.491
Δάπεδο	20	433	200	518	0.462
Οροφή	70	83	63	92	0.757
Τοίχοι (4)	50	154	69	286	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m
Κάναβος: 64 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.000 m

UGR

Κατά μήκος-
Αριστερός τοίχος 10
Κάτω τοίχος 10
(CIE, SHR = 0.25.)

Εγκάρσια προς τον άξονα φωτιστικών 16

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	F (Φωτιστικό) [lm]	F (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	49	BRIGHTSPECIALLIGHTING 1.67.C1.0.00.F80.00.XX NOTUS 1 CROSS 1x80W (Τύπος 1)* (1.000)	2042	2600	80.0

*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Συνολικά: 100078 Συνολικά: 127400 3920.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $21.78 \text{ W/m}^2 = 4.82 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 180.00 m^2)

Υπολογισμός παλαιού τύπου φωτιστικών στους χώρους υγιεινής

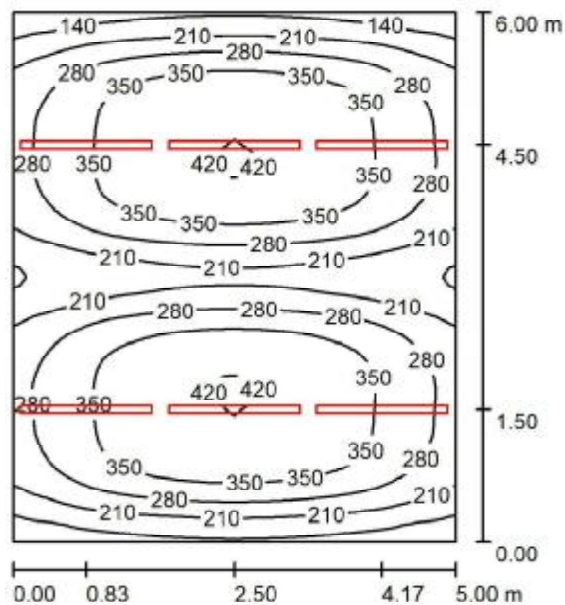
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

DIALux

15.11.2017

Υπεύθυνος ΚΑΒΑΛΛΙΕΡΑΤΟΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ -
επεξεργασίας ΚΑΛΛΙΒΩΚΑΣ ΣΠΥΡΟΣ
Τηλέφωνο
Φαξ
e-Mail

WC - ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.100 m, Ύψος συναρμολόγησης: 3.100 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:78

Επιφάνεια	r [%]	Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	$\frac{E_{min}}{E_m}$
Επίπεδο εργασίας	/	294	95	423	0.324
Δάπεδο	20	259	149	342	0.577
Οροφή	70	47	34	65	0.723
Τοίχοι (4)	50	93	36	770	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m
Κάναβος: 64 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.000 m

UGR

Κατά μήκος- Εγκάρσια προς τον άξονα φωτιστικών
Αριστερός τοίχος 11 16
Κάτω τοίχος 10 16
(CIE, SHR = 0.25.)

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	F (Φωτιστικό) [lm]	F (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	6	BRIGHTSPECIALLIGHTING 1.67.C1.0.00.F80.00.XX NOTUS 1 CROSS 1x80W (Τύπος 1)* (1.000)	2042	2600	80.0

*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Συνολικά: 12254 Συνολικά: 15600 480.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $16.00 \text{ W/m}^2 = 5.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 30.00 m^2)

Υπολογισμός φωτιστικών Led στους διαδρόμους

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

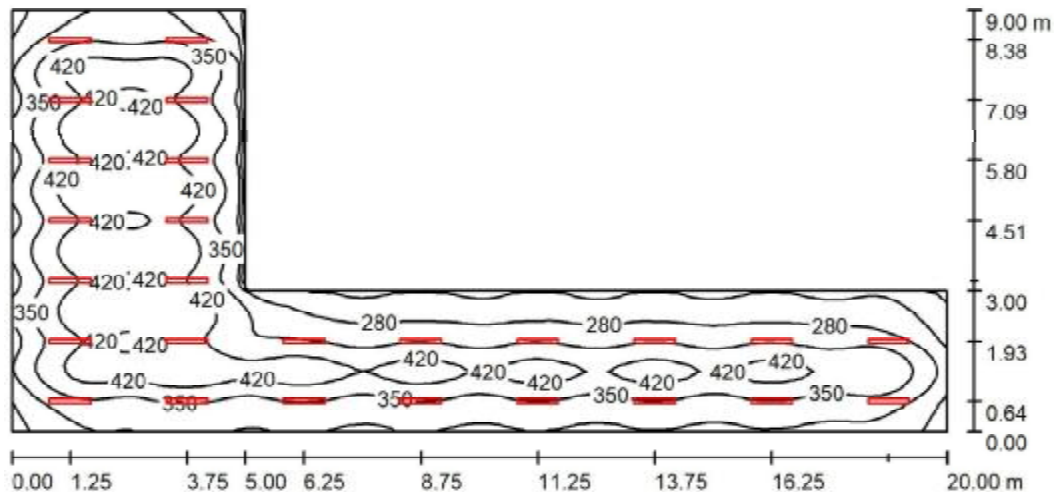


DIALux

15.11.2017

Υπεύθυνος ΚΑΒΑΛΛΙΕΡΑΤΟΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ -
επεξεργασίας ΚΑΛΛΙΒΩΚΑΣ ΣΠΥΡΟΣ
Τηλέφωνο
Φαξ
e-Mail

ΔΙΑΔΡΟΜΟΙ - LED / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.100 m, Ύψος συναρμολόγησης: 3.100 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:143

Επιφάνεια	r [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Επίπεδο εργασίας	/	353	133	473	0.376
Δάπεδο	20	317	144	432	0.452
Οροφή	70	57	38	78	0.663
Τοίχοι (6)	50	112	40	228	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m
Κάνναβος: 128 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.000 m

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	F (Φωτιστικό) [lm]	F (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	26	BRIGHTSPECIALLIGHTING 1.67.C1.0.00.F21.00.XX NOTUS 1 CROSS 1x21W (Τύπος 1)* (1.000)	1655	2600	21.0

*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Συνολικά: 43036 Συνολικά: 67600 546.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $6.07 \text{ W/m}^2 = 1.72 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 90.00 m^2)

Υπολογισμός φωτιστικών Led στα γραφεία

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

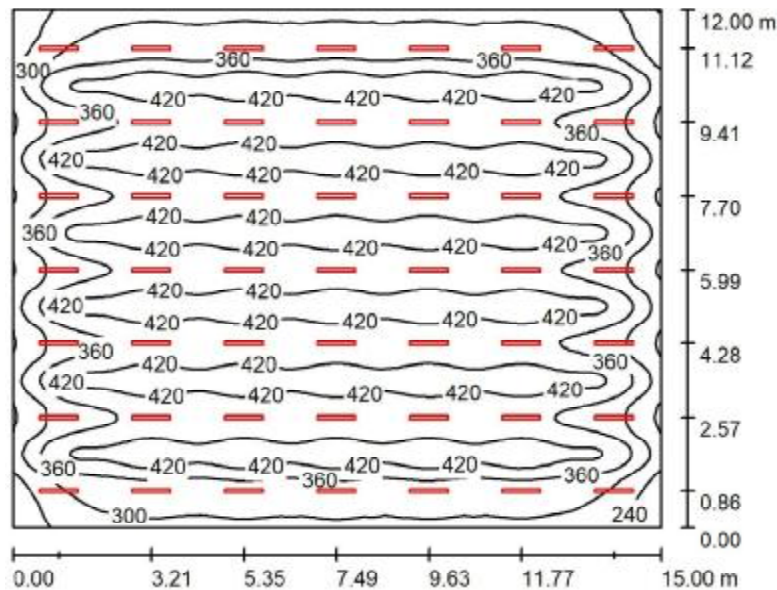


DIALux

15.11.2017

Υπεύθυνος ΚΑΒΑΛΛΙΕΡΑΤΟΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ -
επεξεργασίας ΚΑΛΛΙΒΩΚΑΣ ΣΠΥΡΟΣ
Τηλέφωνο
Φαξ
e-Mail

ΓΡΑΦΕΙΑ- LED / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.100 m, Ύψος συναρμολόγησης: 3.100 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:155

Επιφάνεια	r [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Επίπεδο εργασίας	/	372	178	471	0.478
Δάπεδο	20	355	169	425	0.475
Οροφή	70	66	48	76	0.721
Τοίχοι (4)	50	117	52	199	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m
Κάναβος: 128 x 128 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.000 m

UGR

Κατά μήκος-
Αριστερός τοίχος 11
Κάτω τοίχος 11
(CIE, SHR = 0.25.)

Εγκάρσια προς τον άξονα φωτιστικών 17

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Ονομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	F (Φωτιστικό) [lm]	F (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	49	BRIGHTSPECIALLIGHTING 1.67.C1.0.00.F21.00.XX NOTUS 1 CROSS 1x21W (Τύπος 1)* (1.000)	1655	2600	21.0

*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Συνολικά: 81106
Συνολικά: 127400
1029.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $5.72 \text{ W/m}^2 = 1.53 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 180.00 m^2)

Υπολογισμός φωτιστικών Led στους χώρους υγιεινής

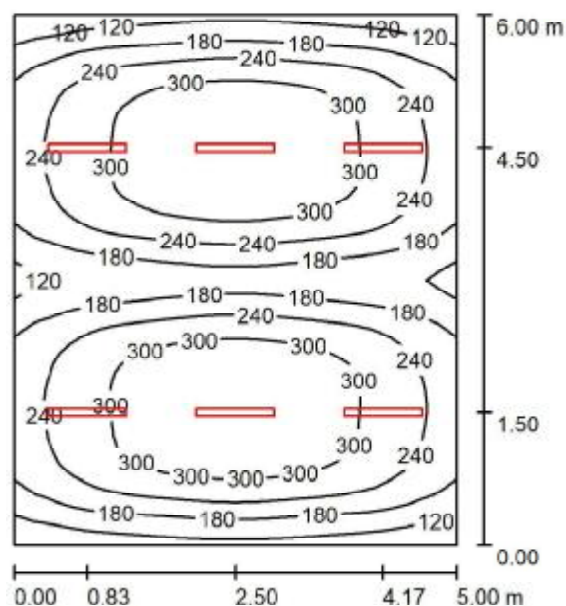
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

DIALux

15.11.2017

Υπεύθυνος ΚΑΒΑΛΛΙΕΡΑΤΟΣ ΓΕΡΑΣΙΜΟΣ -
επεξεργασίας ΚΑΛΛΙΒΩΚΑΣ ΣΠΥΡΟΣ
Τηλέφωνο
Φαξ
e-Mail

WC- LED / Περίληψη



Ύψος χώρου: 3.100 m, Ύψος συναρμολόγησης: 3.100 m, Συντελεστής συντήρησης: 0.80

Τιμές σε Lux, Κλίμακα 1:78

Επιφάνεια	r [%]	Em [lx]	Emin [lx]	Emax [lx]	$\frac{E_{min}}{E_{max}}$
Επίπεδο εργασίας	/	241	78	345	0.324
Δάπεδο	20	211	122	279	0.580
Οροφή	70	38	28	44	0.747
Τοίχοι (4)	50	75	29	266	/

Επίπεδο εργασίας:

Ύψος: 0.850 m
Κάναβος: 64 x 64 Σημεία
Περιφερική ζώνη: 0.000 m

UGR

Αριστερός τοίχος
Κάτω τοίχος
(CIE, SHR = 0.25.)

Κατά μήκος- Εγκάρσια προς τον άξονα φωτιστικών

12 17
12 17

Κατάλογος τεμαχίων φωτιστικών

Αρ.	Τεμάχια	Όνομασία (Συντελεστής διόρθωσης)	F (Φωτιστικό) [lm]	F (Λάμπες) [lm]	P [W]
1	6	BRIGHTSPECIALLIGHTING 1.67.C1.0.00.F21.00.XX NOTUS 1 CROSS 1x21W (Τύπος 1)* (1.000)	1655	2600	21.0

*Αλλαγμένα τεχνικά στοιχεία

Συνολικά: 9931 Συνολικά: 15600 126.0

Ειδικό φορτίο σύνδεσης: $4.20 \text{ W/m}^2 = 1.75 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Βασική επιφάνεια: 30.00 m^2)

II. ΚΟΣΤΟΣ/ΤΙΜΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ενέργεια σε 3Φ οικιακή παροχή	
οι πρώτες 800 kWh ανά τετράμηνο	0,08981 €/kWh
οι επόμενες 800 kWh ανά τετράμηνο	0,11443 €/kWh
οι επόμενες 400 kWh ανά τετράμηνο	0,14045 €/kWh
οι επόμενες 1000 kWh ανά τετράμηνο	0,18790 €/kWh
οι υπόλοιπες 1400 kWh ανά τετράμηνο	0,18971 €/kWh

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ

ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

<http://www.inoutic.de/>

<http://thermansipress.gr/>

<http://www.epshellas.com/>

<http://www.prismaglass.gr/>

<http://www.fibran.gr/>

<http://exoikonomisi.ypeka.gr/>

<http://www.solon.org.gr/>

<http://www.mcit.gov.cy/>

<https://el.wikipedia.org/>

<http://www.electrologos.gr>

<http://www.nextlevelgroup.gr>

<http://www.dalamagkas.gr>

<http://www.xelon.gr/>

<http://www.cres.gr/>

<https://www.4green.gr/>

<http://www.kleemann.gr/>

<http://www.schneider-electric.gr/el/>

<http://www.otis.com>

<http://www.kafkas.gr/>

<http://www.petridis-lighting.gr/>

<http://www.fagerhult.com/>

<http://pilux-danpex.gr/>

<http://www.palagkas.gr>

<http://www.baumarket.gr>

<http://www.tsakiroglou.gr>

<http://www.sminulation.com/>

<http://www.metaxiotis.gr>

<http://biuro-kreacja.info/>

<http://www.plclift.gr/>

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

1. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΩΤΙΟΥ ΘΕΑΝΩΣ: "ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΓΙΑ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΤΥΠΙΚΟΥ ΕΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ" <http://dspace.lib.ntua.gr>
2. ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΝΤΑΖΟΠΟΥΛΟΥ ΣΩΤΗΡΙΑΣ: " ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΚΑΙ ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ " <http://digilib.teiemt.gr>
3. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ ΣΙΔΕΡΗ: "ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ" <http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/>
4. ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΑ ΜΠΙΣΜΠΙΚΗΣ: " ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΝΑΥΣΗΣ ΜΕ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΗ ΣΤΑΘΜΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ (ELECTRONIC DIMMABLE BALLAST)" <http://artemis.cslab.ntua.gr/>