



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΜΕΛΕΤΗ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΔΗΜΟΣΙΟ ΚΤΗΡΙΟ

ΚΑΛΟΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ, ΑΜ: 7160

ΚΟΥΤΣΟΥΜΠΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ, ΑΜ:7161

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2023

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Πάτρα, Ημερομηνία:

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. _____, Υπογραφή:
2. _____, Υπογραφή:
3. _____, Υπογραφή:

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών

Βεβαιώνουμε ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχαμε για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης έχουμε αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έγινε χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνουμε ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμάς προσωπικά ειδικά για τη συγκεκριμένη εργασία.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία των φοιτητών Καλογερόπουλου Αθανάσιου και Κουτσούμπα Χρήστου που την εκπόνησαν. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης οι συγγραφείς/δημιουργοί εκχωρούν στο Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων

πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας των συγγραφέων/δημιουργών ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Οι συγγραφείς/δημιουργοί διατηρούν το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών τους δικαιωμάτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη εξοικονόμησης ενέργειας σε δημόσιο κτήριο και συγκεκριμένα σε ένα ΕΠΑΛ στο συγκεκριμένο κτήριο αντικαταστάθηκαν οι προηγούμενης γενιάς λαμπτήρες με λαμπτήρες τεχνολογίας LED πολύ μικρότερης ισχύος.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στην απόδοση και διαχείριση ενέργειας σε εγκαταστάσεις τεχνητού. Ακολουθεί το δεύτερο κεφάλαιο, όπου αναλύεται οι τρόποι αύξησης της ενεργειακής απόδοσής σε υφιστάμενες και νέες διατάξεις. Κατόπιν στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα κυριότερα σημεία της οδηγίας της ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση. Ακολουθεί το τέταρτο κεφάλαιο όπου παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά των πιο ευρέως χρησιμοποιούμενων λαμπτήρων και στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για δύο ειδικά χαρακτηριστικά λαμπτήρων (φωτεινή μαρμαρυγή και θάμβωση) που επιδρούν στην επίδοσή τους. Στο επόμενο κεφάλαιο, το έκτο παρουσιάζονται διατάξεις ελέγχου και εξοικονόμησης της ηλεκτρικής ενέργειας και στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι λόγοι για τους οποίους έχει σημασία ο ποιοτικός φωτισμός στους χώρους εκπαίδευσης. Η πτυχιακή εργασία κλείνει με το όγδοο κεφάλαιο, όπου πραγματοποιείται η μελέτη αντικατάστασης των λαμπτήρων.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	III
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	IV
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	VIII
ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ	VIII
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	IX
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	IX
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1 Απόδοση ενέργειας σε εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού	10
1.2 Διαχείριση ενέργειας σε εγκαταστάσεις φωτισμού	11
1.3 Έλεγχος τεχνητού φωτισμού.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	15
ΤΡΟΠΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	15
2.1 Αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις ...	15
2.2 Αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε νέες εγκαταστάσεις	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	18
ΟΔΗΓΙΑ ΤΗΣ Ε.Ε. ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ	18
3.1 Στόχοι κατανάλωσης ενέργειας και εξοικονόμηση ενέργειας	18
3.2 Ενεργειακή φτώχεια και καταναλωτές	20
3.3 Υποχρεώσεις ελέγχου, απαιτήσεις τεχνικής επάρκειας και άλλα στοιχεία.....	21
3.4 Η τροποποιητική οδηγία του 2018	22
3.5 Η οδηγία του 2012 για την ενεργειακή απόδοση	24
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	26
ΤΑ ΠΙΟ ΕΥΡΕΩΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	26

4.1	Λαμπτήρες LED	26
4.1.1	Πλεονεκτήματα των λαμπτήρων LED	26
4.1.2	Μειονεκτήματα των λαμπτήρων LED.....	27
4.2	Λαμπτήρες φθορισμού	28
4.2.1	Πλεονεκτήματα λαμπτήρων φθορισμού	28
4.2.2	Μειονεκτήματα της λαμπτήρα φθορισμού	29
4.3	Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης	29
4.3.1	Πλεονεκτήματα λαμπτήρων ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης ...	29
4.3.2	Μειονεκτήματα λαμπτήρων ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης ...	29
4.4	Λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων	30
4.4.1	Πλεονεκτήματα λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων.....	30
4.4.2	Μειονεκτήματα λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων	30
4.5	Λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης.....	31
4.5.1	Πλεονεκτήματα λαμπτήρων νατρίου χαμηλής πίεσης	31
4.5.2	Μειονεκτήματα λαμπτήρων νατρίου χαμηλής πίεσης.....	32
4.6	Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης	32
4.6.1	Πλεονεκτήματα λαμπτήρων νατρίου υψηλής πίεσης.....	32
4.6.2	Μειονεκτήματα λαμπτήρων νατρίου υψηλής πίεσης	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5		34
ΕΙΔΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΟΥΣ		34
5.1	Φωτεινή μαρμαρυγή (τρεμόπαιγμα - flickering)	34
5.2	Αιτίες φωτεινής μαρμαρυγής	34
5.2.1	Πρόγραμμα οδήγησης.....	34
5.2.2	Η παροχή ρεύματος είναι 50Hz AC.	35
5.2.3	Τροφοδοσία ρεύματος.	36

5.2.4	Χρήση λανθασμένου είδους προγράμματος οδήγησης.	36
5.2.5	Χρήση λανθασμένου τύπου φωτισμού.	37
5.3	Τρόποι μέτρησης της φωτεινής μαρμαρυγής	37
5.4	Ανθρώπινες αντιδράσεις στη φωτεινή μαρμαρυγή	38
5.5	Πρότυπα που ρυθμίζουν τη φωτεινή μαρμαρυγή στα LED.....	38
5.6	. Το φαινόμενο της θάμβωσης	40
5.7	Τύποι θάμβωσης.....	40
5.8	Πιθανές συνέπειες της θάμβωσης.....	41
5.9	Τρόποι αποφυγής της θάμβωσης	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6		44
ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....		44
6.1	Οφέλη από τη χρήση διατάξεων ελέγχου φωτισμού	44
6.2	Οπτικές ανάγκες.....	44
6.2.1	Διαχείριση Ενέργειας	45
6.3	Βασική Λειτουργία διατάξεων ελέγχου φωτισμού	46
6.3.1	Ρύθμιση φωτεινότητας (dimming)	46
6.3.2	Έλεγχος δείκτη θερμοκρασίας χρώματος CCT	46
6.3.3	Χειροκίνητη έναντι αυτόματης εισαγωγής.....	47
6.3.4	Νοημοσύνη.....	48
6.3.5	Έξοδος εναλλαγής έναντι μείωσης του φωτισμού	49
6.3.6	Ζώνη ελέγχου	49
6.3.7	Σχέδιο ακολουθίας λειτουργίας	51
6.3.8	Διαλειτουργικότητα	51
6.3.9	Λογισμικό	52
6.3.10	Ενσύρματα Συστήματα	53

6.3.11	Ασύρματα Συστήματα	54
6.3.12	Στρατηγικές Ελέγχου	55
6.3.13	Χειροκίνητος έλεγχος	55
6.3.14	Ανίχνευση πληρότητας	56
6.3.15	Χρονοδιάγραμμα	56
6.3.16	Απόκριση στο φως της ημέρας	57
6.3.17	Συντονισμός εργασιών	58
6.3.18	<i>Συντονισμός χρώματος</i>	59
6.3.19	Δημιουργία Δεδομένων	60
6.3.20	Απαίτηση απόκρισης	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7		62
Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΑΛΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΥΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ		62
7.1	Η σημασία του βέλτιστου σχεδιασμού	63
7.2	Νέες διδακτικές μέθοδοι: Νέοι τομείς για εμπειρία	68
7.3	Πως ο φωτισμός επηρεάζει τους χώρους μάθησης και εκπαιδευτικούς χώρους	69
7.4	Η σημασία του καλού φωτισμού για τους μαθητές	71
7.5	Δέσμευση για την ευκαιρία των ανθρώπων και τη φροντίδα για το περιβάλλον	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8		74
ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ		74
8.1	Υφιστάμενη κατάσταση	75
8.2	Νέα εγκατάσταση (αντικατάσταση προγενέστερων φωτιστικών)	78
8.3	Τεχνοοικονομική μελέτη	81
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ		86

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 5.1	Προγράμματα οδήγησης LED, κατάλληλα για χρήση σε ή δίπλα σε πολλούς τύπους εμπορικών φωτιστικών. Είναι ξεχωριστά από τα LED και μπορούν συχνά να αλλάξουν εάν απαιτείται.	35
Εικόνα 5.2	Μια λάμπα LED, δημοφιλής σε πολλά κτίρια κατοικιών. Ο οδηγός είναι κρυμμένος από τη θέα μέσα στη βάση της λάμπας. Αν και έχει διαφορετικό σχήμα, εξακολουθεί να εκτελεί ουσιαστικά την ίδια λειτουργία με τα ξεχωριστά προγράμματα οδήγησης που φαίνονται παραπάνω.	35
Εικόνα 6.1	Ρύθμιση έντασης φωτισμού σε αίθουσα διαλέξεων.....	45
Εικόνα 6.2	Διακόπτες με δυνατότητα dimming	46
Εικόνα 6.3	Έλεγχος θερμοκρασίας χρώματος και dimming	47
Εικόνα 6.4	Περιβάλλον λογισμικού	53
Εικόνα 6.5	Ρύθμιση CCT	60
Εικόνα 7.1	Συνδυασμός τεχνητού και φυσικού φωτισμού σε αναγνωστήριο	62
Εικόνα 7.2	Αίθουσα με ομοιόμορφο τεχνητό φωτισμό	66

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 5.1	Είδη θάμβωσης	40
Σχήμα 6.1	Χώρος εργασίας χωρισμένος σε ζώνες	50
Σχήμα 4.2	Χρονοδιάγραμμα διακοπτόμενης λειτουργίας	57
Σχήμα 4.3	Χρονοδιάγραμμα συνεχούς λειτουργίας	58
Σχήμα 4.4	Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας λαμβανομένου υπόψη του φυσικού φωτισμού	59
Σχήμα 4.5	Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας με βάση τις απαιτήσεις διατήρησης επιπέδου φωτός εργασίας	60

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 5.1	Διάγραμμα από το ΙΕΕΕ1789 που εξηγεί τον δείκτη τρεμοπαίσματος και το % φωτεινή μαρμαρυγή.....	38
Διάγραμμα 5.2	Περιοχές λειτουργίας των LED για την αποφυγή τρεμοπίγματος 39	
Διάγραμμα 4.1	χειροκίνητη και αυτόματη λειτουργία	48

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 8-1	Τα χρησιμοποιηθέντα φωτιστικά	75
Πίνακας 8-2	Τα καινούρια φωτιστικά.....	78
Πίνακας 8-3	Οι τιμές για επαγγελματικό τιμολόγιο Γ21	81
Πίνακας 8-4	Παράδειγμα υπολογισμού λογαριασμού για επαγγελματικό τιμολόγιο Γ21	82
Πίνακας 8-5	Υπολογισμός ποσών στη διάρκεια ενός έτους	83

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Απόδοση ενέργειας σε εγκαταστάσεις τεχνητού φωτισμού

Όταν εκτελείται μία οικονομική μελέτη πάνω στην βιωσιμότητα των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που θα μπορούσε να βρει εφαρμογή σε μία εγκατάσταση φωτισμού, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όχι μόνο το κόστος της ενέργειας αλλά και το κόστος αγοράς, εγκατάστασης και συντήρησης του εξοπλισμού.

Γενικά πρέπει να ισχύουν τα παρακάτω:

1. Οι απαιτήσεις των σχεδίων εξοικονόμησης ενέργειας θα πρέπει να καλύπτονται χωρίς να μειώνονται τα επίπεδα άνεσης και ασφάλειας.
2. Το επίπεδο φωτισμού σε έναν οποιαδήποτε χώρο θα πρέπει να είναι επαρκές και όχι μεγαλύτερο από ότι χρειάζεται για την εκτέλεση λειτουργιών για τις οποίες ο χώρος είναι προορισμένος.
3. Οι λαμπτήρες που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο αποδοτικοί.
4. Ο σχεδιασμός των εγκαταστάσεων φωτισμού θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να χρησιμοποιείται η φωτεινή ενέργεια όσο το δυνατόν πιο αποδοτικά.
5. Όλες οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χάνουν ενέργεια από την κατανάλωση των επιμέρους εξαρτημάτων τους. Οι ηλεκτρικές απώλειες μπορούν να μειωθούν με τη επιλογή των κατάλληλων εξαρτημάτων.
6. Η λειτουργία των εγκαταστάσεων θα πρέπει να προσαρμόζεται όσο το δυνατόν γίνεται στις ανάγκες φωτισμού του χώρου.

7. Τα επίπεδα φωτισμού και οι περιοχές που φωτίζονται πρέπει να είναι ευπροσάρμοστα για να μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα με τις ανάγκες διαφόρων χώρων και χρονικών διαστημάτων.
8. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να γίνει επιλογή του καταλληλότερου ενεργειακού τιμολογίου και να ελεγχθεί η δυνατότητα εφαρμογής χρονοδιαγράμματος.
9. Να αποφεύγεται η χρήση εξαρτημάτων με επαγωγικό ρεύμα.
10. Να προβλέπονται οι ανάγκες συντήρησης του συστήματος.
11. Οι λύσεις με την μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση, οι οποίες θα ικανοποιούσαν ποιοτικές, λειτουργικές, αισθητικές και διακοσμητικές ανάγκες, πρέπει να εφαρμοστούν στη φάση του προσχεδιασμού.

1.2 Διαχείριση ενέργειας σε εγκαταστάσεις φωτισμού

Τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν κατά την διαχείριση των εγκαταστάσεων φωτισμού είναι τα παρακάτω:

- Απογραφή των συσκευών
Η ακριβής γνώση των συσκευών στην εγκατάσταση του συστήματος φωτισμού είναι απαραίτητη προϋπόθεση. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να εκτελείται μία απογραφή του συστήματος φωτισμού η οποία θα πρέπει να περιέχει τουλάχιστον τα εξής στοιχεία:
 - Τους τύπους των ήδη υπαρχόντων φωτιστικών
 - Τους τύπους και την ισχύ των εγκατεστημένων λαμπτήρων
 - Τους τύπους των βοηθητικών εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται

- Την κατάσταση και τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών γραμμών
- Καθορισμός των χρονικών ορίων χρήσης της εγκατάστασης

Οι εργασιακοί κύκλοι του συστήματος φωτισμού μπορεί να ποικίλλουν σημαντικά μεταξύ των πολλών και διαφορετικών αναγκών. Οι κύκλοι μπορεί να είναι ομοιόμορφοι, δηλαδή όλα τα φώτα να ανάβουν και να σβήνουν μαζί ή πιο περίπλοκοι όπου τα φώτα αναβοσβήνουν κατά ζώνες. Επομένως μπορεί να οριστούν διάφοροι κύκλοι χρήσης του συστήματος φωτισμού, ημερήσιοι, εβδομαδιαίοι ή ακόμα και εποχιακοί.

Οι εργασιακοί κύκλοι θα πρέπει να απεικονίζουν όσο το δυνατό καλύτερα την πραγματικότητα. Η μεθοδολογία για να υπολογιστούν οι κύκλοι αυτοί μπορεί να εκτείνεται από μία περιοδική παρακολούθηση έως την τοποθέτηση ενός κεντρικού συστήματος διαχείρισης.
- Εγκατάσταση ενός προγράμματος συντήρησης του συστήματος φωτισμού

Η σωστή συντήρηση του συστήματος φωτισμού θα διευκολύνει το σύστημα στο να παραμένει αποδοτικό κατά το πέρασμα του χρόνου, δίχως να αυξάνεται η κατανάλωσή του σε ενέργεια. Για την σωστή συντήρηση συνιστάται να γίνονται περιοδικές μετρήσεις των επιπέδων φωτισμού. Τα παρακάτω είναι τα πιο συνηθισμένα καθήκοντα:

 - Αντικατάσταση του λαμπτήρα όταν αρχίζει να γίνεται φανερή η μείωση φωτισμού ή στο τέλος του μέσου χρόνου ζωής του.
 - Καθαρισμός των φωτιστικών.
 - Καθαρισμός των καλυμμάτων των φωτιστικών σε εσωτερικό φωτισμό.

- Εντοπισμός και επισκευή ελαττωμάτων και βλαβών.
- Παρακολούθηση κατανάλωσης και εξόδων
Όσο σημαντική είναι η συντήρηση του συστήματος, τόσο σημαντικός είναι και ο περιοδικός έλεγχος της κατανάλωσής του. Ο εντοπισμός παρεκκλίσεων στην κατανάλωση, εφόσον ληφθούν υπόψη οι αναμενόμενες καταναλώσεις, διευκολύνει τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας του συστήματος και τον εντοπισμό ανωμαλιών. Το επόμενο μέτρο που μπορεί να οδηγήσει σε περιορισμό των οικονομικών εξόδων άμεσα, είναι η παρακολούθηση των οικονομικών παραμέτρων, των λογαριασμών.
- Η διαδικασία διαχείρισης ενέργειας
Η διαδικασία διαχείρισης ενέργειας είναι μια συνεχόμενη διαδικασία με ελάχιστη περιοδικότητα η οποία πρέπει να συμπίπτει με την περίοδο πληρωμής των λογαριασμών.

1.3 Έλεγχος τεχνητού φωτισμού

Ο φωτισμός είναι δυνατό να ελέγχεται σε τρία διαφορετικά επίπεδα: στο φωτιστικό, σε μία ζώνη φωτισμού ή σε ολόκληρο το κτίριο. Στην πρώτη περίπτωση, το φωτιστικό περιέχει ένα αισθητήριο που το διευκολύνει να ρυθμίζει την έντασή του, ανεξάρτητα από τον χώρο στον οποίο είναι εγκατεστημένο, με βάση προκαθορισμένα επίπεδα φωτεινότητας. Στην δεύτερη περίπτωση όπου ελέγχεται ο χώρος, οι πληροφορίες που λαμβάνονται μπορεί να συγκεντρωθούν σε ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου όπου κάθε σημείο (φωτιστικό) θα ενεργεί βάσει δεδομένης πληροφορίας. Τέλος, η επιλογή να συγκεντρώνονται όλα τα στοιχεία σε ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου, είναι η πιο πλήρης από τις παραπάνω επιλογές.

Αυτή η μεθοδολογία μας επιτρέπει όχι μόνο να παρακολουθούμε τα επίπεδα φωτισμού σε οποιοδήποτε σημείο του κτιρίου, αλλά επίσης να συγκεντρώνουμε στοιχεία σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την χρήση

και την κατανάλωση, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την στατιστική παρακολούθηση του συστήματος.

Αυτές οι τεχνικές διευκολύνουν τον έλεγχο των επιπέδων φωτισμού που είναι απαραίτητο ανάλογα με την χρήση των χώρων, όπως και την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού.

Πιο συγκεντρωτικές λύσεις μπορούν να ενταχθούν μέσα σε ένα γενικό διαχειριστικό σύστημα που συμπεριλαμβάνει θέρμανση, ασφάλεια κ.α. Πάντως η δημιουργία κεντρικών συστημάτων παρακολούθησης είναι υποχρεωτικό να συμπεριλαμβάνεται στο αρχικό στάδιο σχεδιασμού, σε αντίθεση με το σύστημα αποκλειστικής παρακολούθησης του φωτισμού.

Τα πλεονεκτήματα που φέρουν τέτοια συστήματα στον φωτισμό δημοσίων χώρων είναι:

- Βελτιώνεται η ποιότητα και η ένταση του φωτισμού
- Βελτιώνονται οι γνώσεις σχετικά με την γενική κατάσταση του δικτύου, γνωστοποιούνται πιθανές ανεπάρκειες σε λαμπτήρες, ανεπάρκειες σε τμήματα των πινάκων ελέγχου, καταγράφονται οι καταναλώσεις, η μέση ωφέλιμη ζωή των εξαρτημάτων της εγκατάστασης, δημιουργούνται στατιστικές γύρω από κύκλο χρόνου ζωής των εξαρτημάτων κ.λ.π.
- Αυτόματη κεντρική διαχείριση της έναρξης και της παύσης των ζωνών φωτισμού. Διευκολύνεται ο έλεγχος των λογαριασμών της εταιρίας διανομής ηλεκτρισμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΡΟΠΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΕ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΝΕΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

2.1 Αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις

Σε αυτές τις εγκαταστάσεις ακολουθείται η εξής μεθοδολογία:;[1]

- **Έλεγχος φωτισμού:** Η βασική ιδέα είναι πως ο φωτισμός θα είναι σε λειτουργία μόνο όταν είναι απαραίτητος και πως θα υπάρχει δυνατότητα μη λειτουργίας όταν η χρήση τεχνητού φωτισμού δεν είναι απαραίτητη.
- **Ορισμός ζωνών φωτισμού** και διακόπτες που επιτρέπουν επιλογή φωτισμού στο χώρο χρήσης τους.
- **Απόδοση της έντασης φωτισμού:** Τα πιο συνηθισμένα μέτρα είναι η αντικατάσταση των λαμπτήρων και φωτιστικών από άλλους λαμπτήρες και φωτιστικά μεγαλύτερης απόδοσης, η μείωση των ανακλαστήρων διάχυσης και ο καθαρισμός και συντήρηση των εγκαταστάσεων του φωτισμού. Συνήθως γίνονται οι εξής αντικαταστάσεις:
 - Λαμπτήρες φθορισμού (χαμηλής κατανάλωσης) αντί των λαμπτήρων πυρακτώσεως. Και οι δύο τύποι λαμπτήρων παρουσιάζουν τις ίδιες υποδοχές, γι' αυτό και δεν υπάρχει κόστος προσαρμογής. Επιπλέον, ο χρόνος ζωής των λαμπτήρων φθορισμού είναι τουλάχιστον 6.000 ώρες, έξι φορές μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο των λαμπτήρων πυρακτώσεως. Χρησιμοποιώντας λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης, μπορεί το ενεργειακό κόστος να μειωθεί κατά 60 έως και 70%.
 - Μικρής διαμέτρου λαμπτήρες φθορισμού (διάμετρος 26mm) με τριφωσφορική τεχνολογία αντί για τους συμβατικούς λαμπτήρες (διάμετρος 38mm). Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης είναι περίπου 10%.

- Υψηλής πίεσης λαμπτήρες ατμών νατρίου αντί για υδραργύρου. Οι υψηλής πίεσης λαμπτήρες ατμών νατρίου καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια για την ίδια φωτεινή απόδοση σε σύγκριση με τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου. Και οι δύο τύποι λαμπτήρων μπορούν να λειτουργήσουν με τον ίδιο ρυθμιστή ρεύματος (ballast) οπότε προσφέρονται για άμεση αντικατάσταση με μια εξοικονόμηση της τάξεως του 15 %.
 - Metal halide λαμπτήρες με διόρθωση χρώματος αντί λαμπτήρων πυρακτώσεως ή λαμπτήρων αλογόνου
 - Άσπροι λαμπτήρες ατμών νατρίου αντί για λαμπτήρες πυρακτώσεως ή λαμπτήρες αλογόνου
- **Ηλεκτρικές απώλειες:** Ανάλογα με την συγκεκριμένη αιτία απωλειών θα πρέπει να εφαρμοστεί και το κατάλληλο μέτρο. Ανάμεσα στις πιο διαδεδομένες λύσεις είναι:
- Η εγκατάσταση πυκνωτών σε εγκαταστάσεις με υψηλή κατανάλωση ισχύος λόγω επαγωγής.
 - Η επισκευή ηλεκτρικών γραμμών
 - Τροποποίηση τμημάτων των αγωγών
 - Ενσωμάτωση βοηθητικών εξοπλισμών με χαμηλές απώλειες. Αυτοί οι εξοπλισμοί συμπεριλαμβάνουν τον ηλεκτρονικό ρυθμιστή (ballast) που είναι ενσωματωμένος σε λαμπτήρες φθορισμού. Τέτοια ηλεκτρονικά εξαρτήματα αντικαθιστούν τα παραδοσιακά συστήματα έναρξης με επαγωγικό ρεύμα και μπορούν να επιτύχουν ενεργειακές εξοικονομήσεις μέχρι και 30 %. Υπάρχουν επιπρόσθετα πλεονεκτήματα όπως η προσαρμογή του φωτισμού σε συγκεκριμένα επίπεδα και τροφοδότηση ενέργειας υψηλής συχνότητας που εγγυάται έναρξη χωρίς τρεμόπεγμα του φωτισμού και αθόρυβη λειτουργία, αυξάνοντας τη ζωή του λαμπτήρα.

- **Ενσωμάτωση αυτοματισμών** εξοικονόμησης ενέργειας που περιγράφονται στο τρίτο κεφάλαιο

2.2 Αύξηση της ενεργειακής απόδοσης σε νέες εγκαταστάσεις

Σε νέες κατασκευαστικά εγκαταστάσεις η μεθοδολογία συνοπτικά είναι η εξής:[1]

- **Καθορισμός του επιπέδου του φωτισμού σε κάθε περιοχή**

Τα επίπεδα φωτισμού θα πρέπει να είναι ανάλογα με την χρήση των χώρων που θα πραγματοποιηθεί αφού μία αύξηση στο επίπεδο φωτισμού δεν θα συνεπάγεται βελτίωση της απόδοσης αλλά αύξηση του κόστους εγκατάστασης και κατανάλωσης ενέργειας. Η εγκατάσταση φωτισμού δεν πρέπει να είναι υπερμεγέθης σε σχέση με τις ανάγκες φωτισμού. Επιπλέον, τα υλικά που χρησιμοποιούνται και η συντήρηση των εγκαταστάσεων θα πρέπει να είναι επαρκή ώστε να διατηρούν την εγκατάσταση φωτισμού σε καλή κατάσταση.

- **Επιλογή του συστήματος φωτισμού**

Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ανθεκτικά φωτιστικά με μεγάλη διάρκεια ζωής και υψηλής ενεργειακής απόδοσης λαμπτήρες.

- **Ρυθμός χρήσης και ρύθμιση**

Πρέπει να χρησιμοποιούνται συστήματα ρύθμισης, κατάλληλα χωρισμένα σε ζώνες, για να διευκολύνεται η λειτουργία της εγκατάστασης ανάλογα με την προβλεπόμενη χρήση. Επίσης πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα προσαρμογής σε μελλοντικές τροποποιήσεις και αναβαθμίσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΟΔΗΓΙΑ ΤΗΣ Ε.Ε. ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ

Η οδηγία του 2012, όπως τροποποιήθηκε το 2018, ορίζει κανόνες και υποχρεώσεις για την επίτευξη των στόχων ενεργειακής απόδοσης της ΕΕ για το 2020 και το 2030.

Με την Ευρωπαϊκή Πράσινη Συμφωνία, η ΕΕ αυξάνει τις φιλοδοξίες της για το κλίμα και στοχεύει να γίνει η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος έως το 2050. Ως εκ τούτου, η Επιτροπή αναθεώρησε την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση, μαζί με άλλους κανόνες της ΕΕ για την ενέργεια και το κλίμα, για να διασφαλίσει ότι η νέα Ο στόχος του 2030 για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 55% (σε σύγκριση με το 1990) μπορεί να επιτευχθεί.

Για να επιτευχθεί ο κλιματικός στόχος του 2030, πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στην ενεργειακή απόδοση. Για να εντείνει τις προσπάθειές της, η Επιτροπή υπέβαλε τον Ιούλιο του 2021 πρόταση για αναδιατύπωση οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση ως μέρος της δέσμης « Παράδοση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας ». Η πρόταση προωθεί την «ενεργειακή απόδοση πρώτα» ως συνολική αρχή της ενεργειακής πολιτικής της ΕΕ και σηματοδοτεί τη σημασία και τη συνάφειά της τόσο στις πρακτικές της εφαρμογές στις αποφάσεις πολιτικής όσο και στις επενδυτικές αποφάσεις.[2]

3.1 Στόχοι κατανάλωσης ενέργειας και εξοικονόμηση ενέργειας

Η αναδιατυπωμένη πρόταση αυξάνει το επίπεδο φιλοδοξίας του στόχου της ΕΕ για την ενεργειακή απόδοση και τον καθιστά δεσμευτικό απαιτώντας από τις χώρες της ΕΕ να εξασφαλίσουν συλλογικά πρόσθετη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 9% έως το 2030 σε σύγκριση με τις προβλέψεις του σεναρίου αναφοράς του 2020. Αυτή η πρόσθετη προσπάθεια 9% μετράται με βάση τις ενημερωμένες βασικές

προβολές που έγιναν το 2020 και αντιστοιχεί στους στόχους ενεργειακής απόδοσης 39% και 36% για την πρωτογενή και τελική κατανάλωση ενέργειας αντίστοιχα, όπως περιγράφεται στο Σχέδιο Στόχου για το Κλίμα . Αυτό σημαίνει ότι η συνολική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τους 1023 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου Mtoe πρωτογενούς ενέργειας και 787 Mtoe τελικής ενέργειας έως το 2030.

Στο σχέδιο REPowerEU , που παρουσιάστηκε τον Μάιο του 2022, η Επιτροπή πρότεινε να αυξηθεί περαιτέρω η φιλοδοξία για μείωση της εξάρτησης της ΕΕ από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων από τη Ρωσία. Επειδή η εξοικονόμηση και η μείωση της ενέργειας είναι ο φθηνότερος, ασφαλέστερος και καθαρότερος τρόπος για να γίνει αυτό, πρότεινε να αυξηθεί ο δεσμευτικός στόχος ενεργειακής απόδοσης της ΕΕ από 9% σε 13%, σε σύγκριση με το σενάριο αναφοράς του 2020 (750 Mtoe στο τελικό και 980 Mtoe στο πρωτεύον κατανάλωση ενέργειας, αντίστοιχα).

Οι χώρες της ΕΕ μπορούν να βοηθήσουν στην επίτευξη του στόχου της ΕΕ ορίζοντας ενδεικτικές εθνικές συνεισφορές, χρησιμοποιώντας έναν συνδυασμό αντικειμενικών κριτηρίων, που αντικατοπτρίζουν τις εθνικές συνθήκες (ένταση ενέργειας, κατά κεφαλήν ΑΕΠ, δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας και σταθερή μείωση της κατανάλωσης ενέργειας). Η πρόταση εισάγει επίσης βελτιωμένους «μηχανισμούς κάλυψης κενών» που θα ενεργοποιηθούν εάν οι χώρες καθυστερήσουν να προσφέρουν τις εθνικές τους συνεισφορές.

Η αναδιατυπωμένη πρόταση σχεδόν διπλασιάζει την ετήσια υποχρέωση εξοικονόμησης ενέργειας (στο άρθρο 8), η οποία είναι ένα από τα βασικά μέσα πολιτικής της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση για την επίτευξη του πρωταρχικού στόχου. Οι χώρες της ΕΕ πρέπει να επιτυγχάνουν νέα εξοικονόμηση κάθε χρόνο 1,5% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας από το 2024 έως το 2030, από το τρέχον επίπεδο του 0,8%. Αυτό είναι ένα σημαντικό μέσο για την εξοικονόμηση ενέργειας σε τομείς τελικής χρήσης όπως τα κτίρια, η βιομηχανία και οι μεταφορές.

Ένα άλλο βασικό στοιχείο της πρότασης αναδιατύπωσης είναι η ειδική απαίτηση για τον δημόσιο τομέα να επιτύχει ετήσια μείωση της κατανάλωσης ενέργειας κατά 1,7% ως μέρος του στόχου για την ενίσχυση του υποδειγματικού ρόλου του δημόσιου τομέα σε ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων όπως κτίρια, μεταφορές, νερό και φωτισμός δρόμου. Οι χώρες της ΕΕ υποχρεούνται επίσης να ανακαινίζουν κάθε χρόνο τουλάχιστον το 3% της συνολικής επιφάνειας των κτιρίων που ανήκουν σε όλα τα επίπεδα δημόσιας διοίκησης. Οι δημόσιοι φορείς θα πρέπει επίσης να λαμβάνουν συστηματικά υπόψη τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης στις δημόσιες προμήθειες προϊόντων, υπηρεσιών, κτιρίων και έργων.[2]

3.2 Ενεργειακή φτώχεια και καταναλωτές

Η πρόταση για την αναθεωρημένη οδηγία δίνει επίσης μεγαλύτερη έμφαση στην άμβλυνση της ενεργειακής φτώχειας και στην ενδυνάμωση των καταναλωτών, μέσω ενισχυμένων απαιτήσεων για την ευαισθητοποίηση και την παροχή πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένης της δημιουργίας ενιαίων θυρίδων, τεχνικών και οικονομικών συμβουλών ή βοήθειας, προστασίας των καταναλωτών μέσω οι εξωδικαστικοί μηχανισμοί επίλυσης διαφορών είναι δομές. Η οδηγία για την ενεργειακή απόδοση περιλαμβάνει επίσης βελτιωμένες απαιτήσεις για τον εντοπισμό και την άρση των εμποδίων που σχετίζονται με τη διάσπαση κινήτρων μεταξύ ενοικιαστών και ιδιοκτητών ή μεταξύ των ιδιοκτητών.

Η πρόταση για μια αναθεωρημένη ΕΕΕ εισάγει την υποχρέωση για τις χώρες της ΕΕ να εφαρμόζουν μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης ως προτεραιότητα μεταξύ των ευάλωτων πελατών, των ατόμων που πλήττονται από την ενεργειακή φτώχεια και, κατά περίπτωση, των ατόμων που ζουν σε κοινωνικές κατοικίες, για την άμβλυνση της ενεργειακής φτώχειας. Τα έσοδα από την επέκταση του Συστήματος Εμπορίας Εκπομπών της ΕΕ (ETS) στα κτίρια και τις μεταφορές θα χρησιμοποιηθούν μέσω του νεοσύστατου Ταμείου Κοινωνικού Κλίματος για την αντιμετώπιση πιθανών αρνητικών

επιπτώσεων διανομής. Σύμφωνα με την υποχρέωση εξοικονόμησης ενέργειας (άρθρο 8), κάθε χώρα της ΕΕ θα έχει υποχρέωση να επιτύχει μερίδιο εξοικονόμησης ενέργειας μεταξύ των ευάλωτων πελατών και των ατόμων που πλήττονται από την ενεργειακή φτώχεια με βάση κριτήρια που λαμβάνουν υπόψη το εθνικό πλαίσιο.[2]

3.3 Υποχρεώσεις ελέγχου, απαιτήσεις τεχνικής επάρκειας και άλλα στοιχεία

Άλλα στοιχεία της αναδιατυπωμένης πρότασης περιλαμβάνουν την εστίαση στην εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας ως προεπιλεγμένη υποχρέωση για τους μεγάλους καταναλωτές ενέργειας και την αλλαγή του πεδίου εφαρμογής της υποχρέωσης ενεργειακών ελέγχων από τον ορισμό της μικρομεσαίας επιχείρησης (ΜΜΕ) στην κατανάλωση ενέργειας.

Η πρόταση περιγράφει επίσης αυστηρότερο σχεδιασμό και παρακολούθηση ολοκληρωμένων αξιολογήσεων, συμπεριλαμβανομένης της προσέγγισης σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο. Αναθεωρημένοι ορισμοί της αποδοτικής τηλεθέρμανσης και ψύξης και της αποδοτικής συμπαραγωγής για να διασφαλιστεί η παροχή θερμότητας ή ψύξης πλήρως απελευθερωμένη από τον άνθρακα σε αποδοτικά συστήματα τηλεθέρμανσης ή ψύξης έως το 2050.

Επιπλέον, σαφέστερες και αυστηρότερες απαιτήσεις για τη διασφάλιση της απαραίτητης τεχνικής επάρκειας για τους παρόχους ενεργειακών υπηρεσιών, τους ενεργειακούς ελεγκτές, τους ενεργειακούς διαχειριστές και τους εγκαταστάτες (μέσω τακτικής αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των συστημάτων και διασφάλισης ότι ανταποκρίνονται στις ανάγκες της αγοράς). Βελτιωμένη διασύνδεση με το άρθρο 24 (για τις ενεργειακές υπηρεσίες) για τη διασφάλιση της ποιότητας των ενεργειακών υπηρεσιών.

Απαίτηση για όλα τα μεγάλα (άνω των 1000 m²) μη οικιστικά κτίρια που υπόκεινται σε ανακαίνιση για αξιολόγηση της σκοπιμότητας

πραγματοποίησης ανακαίνισης μέσω συμβάσεων ενεργειακής απόδοσης. Ενίσχυση του ρόλου των διαμεσολαβητών (ενιαίας εξυπηρέτησης και διευκολυντών) για την υποστήριξη της υιοθέτησης των συμβάσεων ενεργειακής απόδοσης.

Απαίτηση για τις χώρες της ΕΕ να υποβάλλουν έκθεση σχετικά με επενδύσεις ενεργειακής απόδοσης, συμπεριλαμβανομένων των συμβάσεων ενεργειακής απόδοσης που έχουν συναφθεί (ως μέρος του κανονισμού διακυβέρνησης). Οι χώρες της ΕΕ θα κληθούν να δημιουργήσουν μηχανισμούς βοήθειας για την ανάπτυξη έργων σε εθνικό, περιφερειακό και τοπικό επίπεδο για να προωθήσουν επενδύσεις ενεργειακής απόδοσης για να βοηθήσουν στην επίτευξη των υψηλότερων στόχων ενεργειακής απόδοσης.[2]

3.4 Η τροποποιητική οδηγία του 2018

Το 2018, ως μέρος του πακέτου «Καθαρή ενέργεια για όλους τους Ευρωπαίους », συμφωνήθηκε η τροποποιητική Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση (2018/2002) για την ενημέρωση του πλαισίου πολιτικής έως το 2030 και μετά. Βασικό του στοιχείο είναι ο πρωταρχικός στόχος ενεργειακής απόδοσης για το 2030 τουλάχιστον 32,5%. Ο στόχος, που πρέπει να επιτευχθεί συλλογικά σε ολόκληρη την ΕΕ, ορίζεται σε σχέση με τις προβλέψεις μοντελοποίησης του 2007 για το 2030.

Σε απόλυτους όρους, αυτό σημαίνει ότι η κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ για το 2030 δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 1128 Mtoe (εκατομμύρια τόνοι ισοδύναμου) πρωτογενούς ενέργειας ή/και όχι περισσότερο από 846 Mtoe τελικής ενέργειας (μετά την απόσυρση του ΗΒ).

Η τροποποιητική οδηγία περιλαμβάνει επίσης επέκταση της υποχρέωσης εξοικονόμησης ενέργειας στην τελική χρήση, που εισήχθη στην οδηγία του 2012. Σύμφωνα με την τροποποιητική οδηγία, οι χώρες της ΕΕ θα πρέπει να επιτυγχάνουν νέα εξοικονόμηση ενέργειας 0,8%

κάθε χρόνο στην τελική κατανάλωση ενέργειας για την περίοδο 2021-2030, εκτός από την Κύπρο και τη Μάλτα που θα πρέπει να επιτυγχάνουν 0,24% κάθε χρόνο.

Η οδηγία τέθηκε σε ισχύ τον Δεκέμβριο του 2018 και έπρεπε να μεταφερθεί στο εθνικό δίκαιο από τα κράτη μέλη έως τις 25 Ιουνίου 2020, εκτός από τις διατάξεις μέτρησης και τιμολόγησης που έχουν διαφορετική προθεσμία (25 Οκτωβρίου 2020).

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Διακυβέρνησης 2018/1999, τα κράτη μέλη οφείλουν να καταρτίσουν ολοκληρωμένα 10ετή εθνικά σχέδια για την ενέργεια και το κλίμα (NECP) που περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο σκοπεύουν να επιτύχουν την ενεργειακή απόδοση και άλλους στόχους για το 2030.

Άλλα στοιχεία της τροποποιημένης οδηγίας περιλαμβάνουν:

- ισχυρότεροι κανόνες για τη μέτρηση και τη χρέωση της θερμικής ενέργειας, παρέχοντας στους καταναλωτές –ιδιαίτερα σε αυτούς που βρίσκονται σε πολυκατοικία με συλλογικά συστήματα θέρμανσης– σαφέστερα δικαιώματα να λαμβάνουν συχνότερες και πιο χρήσιμες πληροφορίες για την κατανάλωση ενέργειας, δίνοντάς τους επίσης τη δυνατότητα να κατανοούν και να ελέγχουν καλύτερα τη θέρμανσή τους λογαριασμοί
- απαιτώντας από τις χώρες της ΕΕ να διαθέτουν διαφανείς, διαθέσιμους στο κοινό εθνικούς κανόνες για την κατανομή του κόστους θέρμανσης, ψύξης και κατανάλωσης ζεστού νερού σε πολυκατοικίες και κτίρια πολλαπλών χρήσεων με συλλογικά συστήματα για τέτοιες υπηρεσίες
- παρακολούθηση των επιπέδων απόδοσης στις νέες δυναμικότητες παραγωγής ενέργειας
- ενημερωμένος συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας (PEF) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 2,1 (μείωση από το τρέχον 2,5)
- γενική αναθεώρηση της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση (απαιτείται έως το 2024)

Τα επικαιροποιημένα μέτρα που σχετίζονται με τις εθνικές στρατηγικές μακροπρόθεσμης ανακαίνισης καλύπτονται πλέον από την τροποποιημένη Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (ΕΕ) 2018/844 .[2]

3.5 Η οδηγία του 2012 για την ενεργειακή απόδοση

Η οδηγία 2012/27/ΕΕ καθόρισε ένα σύνολο δεσμευτικών μέτρων για να βοηθήσει την ΕΕ να επιτύχει τον στόχο της ενεργειακής απόδοσης 20% έως το 2020. Αυτό σημαίνει ότι η συνολική κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 1312 εκατομμύρια τόνους ισοδύναμου πετρελαίου (Mtoe) πρωτογενούς ενέργειας ή 959 Mtoe τελικής ενέργειας (μετά την απόσυρση του ΗΒ). Σύμφωνα με την οδηγία, όλες οι χώρες της ΕΕ υποχρεούνται να χρησιμοποιούν την ενέργεια πιο αποτελεσματικά σε όλα τα στάδια της ενεργειακής αλυσίδας, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής, της μεταφοράς, της διανομής και της τελικής χρήσης ενέργειας. Και οι δύο στόχοι υπερεπιτεύχθηκαν το 2020, με την τελική κατανάλωση ενέργειας να φτάνει τα 907 Mtoe και την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας τα 1236 Mtoe. Αυτό επηρεάστηκε σε μεγάλο βαθμό από την πανδημία Covid-19.

Στο πλαίσιο της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση, μια σειρά από σημαντικά μέτρα έχουν εγκριθεί σε ολόκληρη την ΕΕ για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στην Ευρώπη, μεταξύ των οποίων[2]

- μέτρα πολιτικής για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας που ισοδυναμεί με ετήσια μείωση κατά 1,5% στις εθνικές πωλήσεις ενέργειας
- Οι χώρες της ΕΕ πραγματοποιούν ενεργειακά αποδοτικές ανακαινίσεις σε ποσοστό τουλάχιστον 3% ετησίως των κτιρίων που ανήκουν και κατέχονται από κεντρικές κυβερνήσεις
- εθνικές μακροπρόθεσμες στρατηγικές ανακαίνισης για το κτιριακό απόθεμα σε κάθε χώρα της ΕΕ

- υποχρεωτικά πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης που συνοδεύουν την πώληση και την ενοικίαση κτιρίων
- την κατάρτιση εθνικών σχεδίων δράσης για την ενεργειακή απόδοση (ΕΣΕΑΑ) κάθε τρία χρόνια
- ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης και επισήμανση για μια ποικιλία προϊόντων όπως λέβητες, οικιακές συσκευές, φωτισμός και τηλεοράσεις (ενεργειακή ετικέτα και οικολογικός σχεδιασμός)
- η προγραμματισμένη εγκατάσταση σχεδόν 200 εκατομμυρίων έξυπνων μετρητών για ηλεκτρική ενέργεια και 45 εκατομμύρια για φυσικό αέριο έως το 2020
- καθεστώτα υποχρέωσης για τις εταιρείες ενέργειας να επιτυγχάνουν ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας 1,5% των ετήσιων πωλήσεων στους τελικούς καταναλωτές
- μεγάλες εταιρείες που διενεργούν ενεργειακούς ελέγχους τουλάχιστον κάθε τέσσερα χρόνια
- προστασία των δικαιωμάτων των καταναλωτών για εύκολη και δωρεάν πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας σε πραγματικό χρόνο και την ιστορική κατανάλωση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΑ ΠΙΟ ΕΥΡΕΩΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

4.1 Λαμπτήρες LED

4.1.1 Πλεονεκτήματα των λαμπτήρων LED

- Αποδοτικότητα: Η φωτεινή τους απόδοση βρίσκεται ανάμεσα στα 10 και 150 lm/w. Η απόδοση των LED λαμπτήρων δεν επηρεάζεται από το σχήμα και το μέγεθος, σε αντίθεση με τους λαμπτήρες φθορισμού ή τους σωλήνες.
- Χρώμα: Τα LEDs μπορούν να εκπέμψουν φως του επιδιωκόμενου χρώματος χωρίς την χρήση φίλτρων χρώματος
- Δείκτης χρωματικής απόδοσης (CRI) μεγαλύτερος από 90%, δηλ σχεδόν άριστη απόδοση χρωμάτων
- Μέγεθος: Τα LEDs μπορεί να είναι πολύ μικρά (μικρότερα από 2 mm²) και εύκολα μπορούν να συνδεθούν με πλακέτες τυπωμένων κυκλωμάτων.
- Ρύθμιση φωτεινότητας: Είναι πολύ εύκολο να ρυθμιστούν με dimmer
- Θερμότητα εκπομπής: Τα LED εκπέμπουν πολύ λίγη θερμότητα υπό τη μορφή IR και δεν μπορούν να προκαλέσουν βλάβη σε ευαίσθητα αντικείμενα ή υφάσματα.
- Διάρκεια ζωής: Διαρκούν 35.000 έως 50.000 ώρες ή και περισσότερο.
- Ασφάλεια κατά την αντικατάσταση: Τα LEDs, έχουν στερεάς κατάστασης συστατικά (όχι εύθραυστα) και είναι δύσκολο να προκληθεί ζημιά εξωτερικά, κατά την αλλαγή,
- Αντοχή σε κραδασμούς: Τα LED, όντας στοιχεία στερεάς κατάστασης, είναι δύσκολο να υποστούν ζημιά από κραδασμούς όπως συμβαίνει με τις λάμπες πυράκτωσης και φθορισμού.

- Αντικρηκτικοί: Οι λαμπτήρες LED είναι αντικρηκτικοί γιατί ακόμα και να δημιουργηθεί σπινθήρας δε βγαίνει προς τα έξω αφού δεν υπάρχει αέριο για να διαδοθεί η φλόγα.
- Τα φώτα LED θεωρούνται πράσινη τεχνολογία: Λαμπτήρες LED είναι η μόνη πραγματικά φιλική προς το περιβάλλον λύση φωτισμού. Αυτό σημαίνει ότι μια λάμπα LED μετατρέπει το 80% της ηλεκτρικής της ενέργειας σε φως και πολύ λίγη υπό μορφή θερμότητας, σε σύγκριση με μια λάμπα πυρακτώσεως που μετατρέπει μόνο το 20% της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί σε φως και το υπόλοιπο σε θερμότητα .[3]

4.1.2 Μειονεκτήματα των λαμπτήρων LED

- Οι λάμπες led έχουν σταδιακή πτώση φωτεινότητας κατά 10% τα πρώτα 1 με 2 χρόνια λειτουργίας
- Υψηλή τιμή αγοράς: Τα LED είναι σήμερα πιο ακριβά, αλλά μακροπρόθεσμα γίνονται πιο φθηνά, από την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Εξάρτηση από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος: Η απόδοση τους εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος μπορεί να οδηγήσει σε υπερθέρμανση του LED, που οδηγεί σε μείωση στα επίπεδα φωτός μαζί με μια δυσμενή επίδραση στη διάρκεια ζωής του λαμπτήρα. Για το λόγο αυτό υπάρχουν ειδικά σχεδιασμένα φώτα LED για χρήση σε επικίνδυνες και ακραίες συνθήκες.
- Έχουν ευαισθησία στην αλλαγή τάσης: Τα LEDs απαιτούν ένα ρεύμα ρυθμιζόμενο με τροφοδοτικό.
- Ποιότητα φωτός: Πιο ψυχρό είναι το λευκό LED από του λαμπτήρα πυρακτώσεως. Το χρώμα των αντικειμένων μπορεί να γίνεται αντιληπτό με διαφορετικό τρόπο κάτω από ψυχρό λευκό LED φωτισμό από ότι στο φως του ήλιου ή με τους λαμπτήρες πυράκτωσης.

- Ηλεκτρική πολικότητα: Σε αντίθεση με τους λαμπτήρες πυράκτωσης, που φωτίζουν ανεξάρτητα από την ηλεκτρική πολικότητα, τα LED θα ανάψουν μόνο με τη σωστή ηλεκτρική πολικότητα.
- Το μπλε LED είναι επικίνδυνο: Υπάρχει μια ανησυχία ότι το μπλε LED και το λευκό LED υπερβαίνει τα ασφαλή όρια του λεγόμενου κινδύνου από το μπλε φως, όπως ορίζεται στις προδιαγραφές ασφάλειας των ματιών.
- Αποδοτικότητα: Η φωτεινή απόδοση των LED μειώνεται όσο αυξάνεται το ηλεκτρικό ρεύμα. Η θέρμανση αυξάνει, επίσης, με το υψηλότερο ρεύμα και μειώνει την διάρκεια ζωής των LED.
- Επιπτώσεις στα έντομα: Τα LED είναι πολύ πιο ελκυστικά για τα έντομα.[3]

4.2 Λαμπτήρες φθορισμού

4.2.1 Πλεονεκτήματα λαμπτήρων φθορισμού

- Η ισχύς που καταναλώνεται είναι κατά 60% έως 80% λιγότερη σε σχέση με τους κοινούς λαμπτήρες.
- Έχουν μεγαλύτερη φωτεινή απόδοση σε σύγκριση με τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως.
- Η διάρκεια ζωής ξεπερνά τις 6.000 ώρες και φθάνει έως τις 15.000 ώρες.
- Έχουν μέση απόδοση από 60 έως 75 lumen/Watt.
- Δεν θερμαίνονται πολύ. Έτσι, μπορούμε να τις τοποθετήσουμε κοντά σε πχ ηλεκτρικές συσκευές, που είναι ευαίσθητες σε μεγάλες θερμοκρασίες (που παράγουν οι λάμπες πυρακτώσεως).

4.2.2 Μειονεκτήματα της λαμπτήρα φθορισμού

- Όταν πλησιάζουν προς το τέλος τους, τότε αρχίζουν να τρεμοπαίζουν λίγο λίγο, οπότε μπορεί να χρειαστεί να τις αλλάξουμε και πριν την ώρα τους.
- Σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί να χρειαστεί να επέμβει ειδικός για την εγκατάστασή τους. Βέβαια, σε απλή χρήση, δεν χρειάζεται.
- Δεν μπορούμε να βάλουμε ροοστάτη σε λαμπες φθορισμού (για ρύθμιση χαμηλής-μέτριας-υψηλής έντασης φωτός), παρά μόνο απλό διακόπτη: On - Off.[3]

4.3 Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης

4.3.1 Πλεονεκτήματα λαμπτήρων ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης

- Οι απλοί λαμπτήρες παράγουν κυανοπράσινο φως με αποδόσεις 30-65 lm/W (χωρίς τις απώλειες του στραγγαλιστικού πηνίου).
- Ο βαθμός φωτεινής απόδοσης έχει περίπου τριπλάσια τιμή σε σύγκριση με λαμπτήρα πυρακτώσεως ίδιας ισχύος.
- Μέρος της ακτινοβολίας που παράγεται βρίσκεται στο ορατό φάσμα και μέρος στο υπεριώδες. Ο εξωτερικός κώδωνας απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία.

4.3.2 Μειονεκτήματα λαμπτήρων ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης

- Λείπει από το φάσμα τους το ερυθρό χρώμα που είναι απαραίτητο για τη δημιουργία ευχάριστης εντύπωσης.
- Είναι δυνατή η χρήση φθοριζουσών επιστρώσεων στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού περιβλήματος για μετατροπή αυτής της υπεριώδους ακτινοβολίας σε ορατή. Έτσι:
 - Εμπλουτίζεται το φάσμα εκπομπής του λαμπτήρα με ερυθρά μήκη κύματος.

- Ο λαμπτήρας αποδίδει περισσότερο φως απ' ότι χωρίς επικάλυψη.
- Υφίστανται φθορά των ηλεκτροδίων λόγω σταδιακής εξάτμισης του υλικού. Συνιστάται η αντικατάστασή τους μετά από 8000-10000 ώρες λειτουργίας λόγω υποβάθμισης της φωτεινής έντασης με το χρόνο.
- Όταν λειτουργούν σε οριζόντια θέση, το τόξο τείνει να γείρει προς τα πάνω λόγω ρευμάτων αερίου και η απόδοση μειώνεται.
- Ο υδράργυρος είναι εξαιρετικά τοξικό υλικό.
- Παράγουν κυανοπράσινο φως. [3]

4.4 Λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων

4.4.1 Πλεονεκτήματα λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων

- Παρουσιάζουν βελτιωμένη απόδοση σε σχέση με λαμπτήρες υδραργύρου (75-125 lm/W) και βελτιωμένο φάσμα.
- Παράγουν λαμπρό λευκό φως.
- Παρέχουν καλύτερη ποιότητα φωτισμού σε σχέση με λαμπτήρες ατμών υδραργύρου καθώς και λαμπτήρες ατμών νατρίου.
- Υπάρχει δυνατότητα διαφόρων θερμοκρασιών χρώματος.

4.4.2 Μειονεκτήματα λαμπτήρων μεταλλικών αλογονιδίων

- Ο ονομαστικός χρόνος ζωής και η απόδοση είναι καθορισμένα για κατακόρυφη θέση λειτουργίας. Σε οριζόντια θέση το τόξο τείνει να καμπυλώνει προς τα πάνω λόγω ρευμάτων αερίων.
- Τα μεταλλικά αλογονίδια ψύχονται και η πίεση μειώνεται. Μειώνεται έτσι το εκπεμπόμενο φως. Η θερμοκρασία του χρώματος μπορεί να ποικίλει.
- Το τόξο πλησιάζει στα τοιχώματα και αυξάνει τη θερμοκρασία τους με αποτέλεσμα την καταπόνησή τους. Μειώνεται έτσι ο χρόνος ζωής.

- Όσο ο λαμπτήρας ζεσταίνεται μπορεί να αλλάξει διάφορα χρώματα καθώς τα διάφορα στοιχεία αρχίζουν να εξατμίζονται, μέχρι να αποκτήσει το χρώμα ισορροπίας (2-10 min).
- Ο σωλήνας εκκένωσης λειτουργεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες από αυτόν των λαμπτήρων υδραργύρου και ο χρόνος που απαιτείται για να ψυχθεί και να μειωθεί η πίεση του αερίου είναι μεγαλύτερος. (Χρόνος επανέναυσης της τάξης των 15 min).
- Παρουσιάζουν μικρότερη διάρκεια ζωής των ηλεκτροδίων από τους λαμπτήρες υδραργύρου.
- Παρουσιάζουν έντονες χρωματικές αλλαγές καθώς πλησιάζουν το τέλος της διάρκειας ζωής τους.
- Σε θερμοκρασία $> 400 \text{ K}$ μπορεί να εκραγούν εκπέμποντας σημαντικές ποσότητες υπεριώδους ακτινοβολίας.[3]

4.5 Λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης

4.5.1 Πλεονεκτήματα λαμπτήρων νατρίου χαμηλής πίεσης

- Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας εκπέμπεται σε ένα μήκος κύματος, το οποίο βρίσκεται κοντά στην κορυφή της καμπύλης φασματικής ευαισθησίας του ανθρώπινου οφθαλμού. Το φως αυτό παρουσιάζει μεγάλη διεισδυτικότητα σε ομιχλώδες περιβάλλον, βροχή κλπ
- Η θερμή επανεκκίνηση γίνεται γρήγορα. Οι περισσότεροι ανάβουν αμέσως μετά από διακοπή και επανατροφοδότηση ηλεκτρικής ισχύος.
- Έχουν υψηλή απόδοση της τάξης των 180 lm/W (χωρίς τις απώλειες του στραγγαλιστικού πηνίου).
- Διάρκεια ζωής 18000 h.
- Προκαλούν λιγότερη θάμβωση σε σχέση με άλλους της κατηγορίας τους.

4.5.2 Μειονεκτήματα λαμπτήρων νατρίου χαμηλής πίεσης

- Το νάτριο είναι επικίνδυνο υλικό που μπορεί να εκραγεί αν εκτεθεί στον αέρα.
- Το φως που παράγεται από το τόξο είναι σχεδόν μονοχρωματικό (κίτρινο). Η ακριβής αντίληψη του χρώματος των αντικειμένων είναι αδύνατη.
- Η πλήρης φωτεινή ροή επιτυγχάνεται μετά από κάποιο χρόνο. Ο χρόνος από την έναυση μέχρι τη μέγιστη απόδοση είναι 7-15 min.
- Μεγάλο μέγεθος λαμπτήρα.

4.6 Λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης

4.6.1 Πλεονεκτήματα λαμπτήρων νατρίου υψηλής πίεσης

- Υψηλή απόδοση (45-150 lm/W). Μεγαλύτερη αυτής των λαμπτήρων ατμών υδραργύρου.
- Είναι δυνατό οι λαμπτήρες αυτοί να εκπέμπουν ακτινοβολία σε όλο το ορατό φάσμα σε αντίθεση με τους λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης.
- Μπορεί να υπάρξει έλεγχος της φωτεινής ροής τους σε βήματα.
- Διάρκεια ζωής 24000 ώρες.
- Οι λαμπτήρες βελτιωμένου φάσματος παράγουν ζεστό, λευκό φως, με εξαιρετική απόδοση των χρωμάτων, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε περιοχές πωλήσεων.

4.6.2 Μειονεκτήματα λαμπτήρων νατρίου υψηλής πίεσης

- Οι κοινοί λαμπτήρες της κατηγορίας παράγουν κιτρινωπό φως και δεν παρέχουν καλή απόδοση των χρωμάτων.
- Η βελτίωση της χρωματικής απόδοσης είναι όμως εις βάρος της απόδοσης (lm/W) και της διάρκειας ζωής. [3]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΙΔΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΕΠΙΔΟΣΗ ΤΟΥΣ

5.1 Φωτεινή μαρμαρυγή (τρεμόπαιγμα - flickering)

Η φωτεινή μαρμαρυγή είναι η επαναλαμβανόμενη και συχνή μεταβολή στην έξοδο μιας πηγής φωτός με την πάροδο του χρόνου. Μερικοί μιλούν για τη «διαμόρφωση» της απόδοσης φωτός, άλλοι μιλούν για την άνοδο και την πτώση του φωτός ή για όλο και πιο φωτεινό και αμυδρό, αλλά αυτοί είναι όλοι διαφορετικοί τρόποι για να περιγράψουμε το ίδιο πράγμα. [4]

5.2 Αιτίες φωτεινής μαρμαρυγής

Όλες οι πηγές τεχνητού φωτός τρεμοπαίζουν, αλλά η έκταση και η σοβαρότητα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες

5.2.1 Πρόγραμμα οδήγησης

Στον τομέα του φωτισμού LED, ο οδηγός είναι απαραίτητος επειδή τα LED απαιτούν παροχή συνεχούς ρεύματος (DC), σε χαμηλή τάση - συνήθως 12 ή 24 V. Ωστόσο, η παροχή ρεύματος είναι εναλλασσόμενο ρεύμα (AC) στα 230V. Τα προγράμματα οδήγησης μπορούν να είναι ξεχωριστά από ένα φωτιστικό, μπορούν να ενσωματωθούν μέσα σε ένα φωτιστικό και μπορούν να ενσωματωθούν μέσα σε μια λάμπα LED, αλλά όπου υπάρχει LED θα υπάρχει πάντα ένας οδηγός – κάπου – που εκτελεί τις δύο παραπάνω λειτουργίες. [4]



Εικόνα 5.1 Προγράμματα οδήγησης LED, κατάλληλα για χρήση σε ή δίπλα σε πολλούς τύπους εμπορικών φωτιστικών. Είναι ξεχωριστά από τα LED και μπορούν συχνά να αλλάξουν εάν απαιτείται.



Εικόνα 5.2 Μια λάμπα LED, δημοφιλής σε πολλά κτίρια κατοικιών. Ο οδηγός είναι κρυμμένος από τη θέα μέσα στη βάση της λάμπας. Αν και έχει διαφορετικό σχήμα, εξακολουθεί να εκτελεί ουσιαστικά την ίδια λειτουργία με τα ξεχωριστά προγράμματα οδήγησης που φαίνονται παραπάνω.

5.2.2 Η παροχή ρεύματος είναι 50Hz AC.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο και την Ευρώπη η παροχή ρεύματος είναι 230V AC, που σημαίνει ότι κάθε δευτερόλεπτο η παροχή ρεύματος πηγαίνει από +230V σε -230V και επιστρέφει στα +230V (βλ. διάγραμμα). Δύο φορές σε κάθε έναν από αυτούς τους κύκλους η τάση είναι 0V, επομένως δεν ρέει ρεύμα. Η έξοδος φωτός από ένα LED είναι (σε γενικές γραμμές) ανάλογη με την ισχύ εισόδου και στιγμιαία. Επομένως, εάν δεν πραγματοποιούνταν «εξομάλυνση» του κύκλου AC από τον οδηγό, οι λυχνίες LED θα σβήνουν και θα ανάβουν ξανά 100 φορές κάθε δευτερόλεπτο.

5.2.3 Τροφοδοσία ρεύματος.

50 φορές κάθε δευτερόλεπτο η παροχή ρεύματος κυμαίνεται από +230V έως -230V και πίσω στα +230V. Αυτό σημαίνει ότι 100 φορές κάθε δευτερόλεπτο, όταν η τάση είναι μηδέν, δεν ρέει καθόλου ρεύμα. Αυτό το χαρακτηριστικό της τροφοδοσίας είναι η πιο σημαντική βασική αιτία της φωτεινής μαρμαρυγής των LED.

Για να μειωθεί η έντονη και ενοχλητική φωτεινή μαρμαρυγή που θα προκαλούσε αυτό, τα προγράμματα οδήγησης έχουν σχεδιαστεί για να εξομαλύνουν την παροχή DC στα LED. Σε μεγάλο βαθμό, αυτό γίνεται με πυκνωτές που λειτουργούν σαν μια μίνι δεξαμενή ηλεκτρικής ενέργειας, απορροφώντας ισχύ στην κορυφή του κύκλου και απελευθερώνοντάς την στις γούρνες. Ωστόσο, η εξομάλυνση δεν είναι ποτέ εντελώς αποτελεσματική, με τον ίδιο τρόπο που το σύστημα ανάρτησης σε ένα αυτοκίνητο δεν εξομαλύνει ποτέ όλα τα χτυπήματα σε έναν δρόμο, επομένως υπάρχει σχεδόν πάντα μια μικρή διακύμανση 100 Hz στην έξοδο των LED. Τέλος, οι πυκνωτές δεν διαρκούν για πάντα και οι αποτυχημένοι πυκνωτές είναι μία από τις αιτίες των εντονότερων τρεμοπαίξει των LED σε παλαιότερα φωτιστικά. [4]

5.2.4 Χρήση λανθασμένου είδους προγράμματος οδήγησης.

Ενώ όλα τα LED είναι ρυθμιζόμενα, δεν ισχύει το ίδιο και για τα προγράμματα οδήγησης. Η μείωση της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος (όπου η παροχή ρεύματος στον οδηγό μειώνεται για να προκαλέσει μείωση της φωτεινότητας από τα LED) λειτουργεί μόνο εάν ο οδηγός έχει σχεδιαστεί για να αντιμετωπίζεται με αυτόν τον τρόπο και εάν χρησιμοποιείται ο σωστός τύπος ροοστάτη δικτύου.

Οι ροοστάτες που έχουν σχεδιαστεί για φωτισμό πυρακτώσεως (νήμα βολφραμίου) ΔΕΝ είναι σχεδόν πάντα κατάλληλοι για τη μείωση της φωτεινότητας των LED και των οδηγών τους. Η χρήση των υπάρχοντων

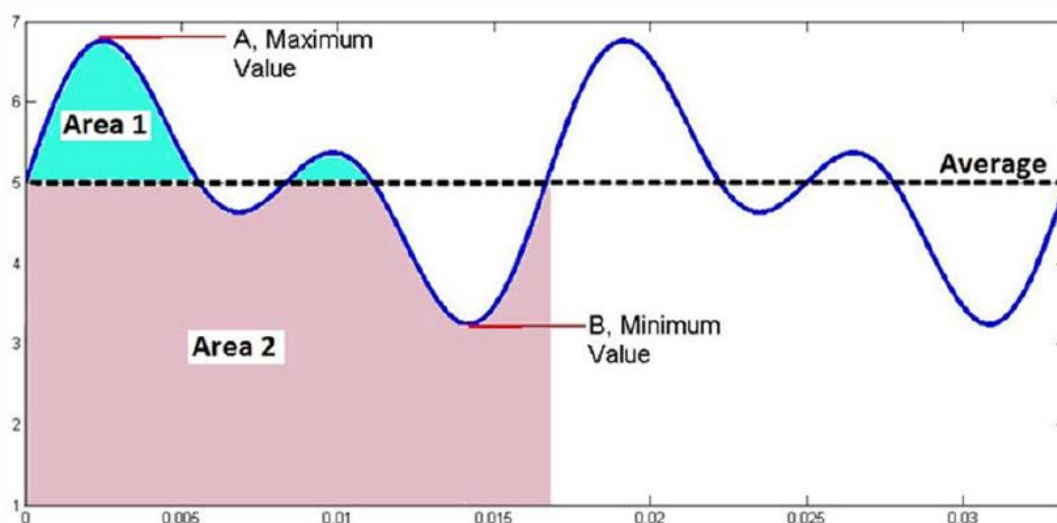
dimmer μετά τη μετατροπή του φωτισμού σε LED προκαλεί συχνά φωτεινή μαρμαρυγή.

5.2.5 Χρήση λανθασμένου τύπου φωτισμού.

Η διαμόρφωση πλάτους παλμού (PWM) ήταν η πρώτη μέθοδος μείωσης της φωτεινότητας που χρησιμοποιήθηκε με LED, κυρίως επειδή είναι φθηνή και εύκολη για έναν ηλεκτρονικό μηχανικό να την εφαρμόσει. Το μειονέκτημά του είναι ότι δημιουργεί μια τετράγωνη κυματομορφή που είναι πιο πιθανό να είναι ορατή με γυμνό μάτι από μια κυματομορφή με πιο καμπύλες άκρες. Ειδικά όταν εφαρμόζεται στη συχνότητα του δικτύου και σε χαμηλά επίπεδα φωτισμού, ας πούμε κάτω από 50%, το περιεχόμενο «απενεργοποίησης» της κυματομορφής είναι τόσο έντονο που παρατηρούνται συχνά ενοχλητικά επίπεδα τρεμούλιασης. [4]

5.3 Τρόποι μέτρησης της φωτεινής μαρμαρυγής

Υπάρχουν δύο τρόποι για τη μέτρηση της φωτεινής μαρμαρυγής. Ο δείκτης φωτεινής μαρμαρυγής και η % διαμόρφωση (γνωστό και ως % φωτεινή μαρμαρυγή). Και τα δύο ορίζονται στο IEEE1789



Διάγραμμα 5.1 Διάγραμμα από το IEEE1789 που εξηγεί τον δείκτη τρεμοπαίσματος και το % φωτεινή μαρμαρυγή.

Δείκτης φωτεινής μαρμαρυγής = (Περιοχή 1) / (Περιοχή 1 + Περιοχή 2)

% διαμόρφωσης = $100 \frac{\text{Μέγιστη τιμή} - \text{Ελάχιστη τιμή}}{\text{Μέγιστη τιμή} + \text{Ελάχιστη τιμή}}$

Στις περισσότερες κοινές εφαρμογές φωτισμού, όσο χαμηλότερος είναι ο δείκτης τρεμούλιασης και/ή η διαμόρφωση, τόσο το καλύτερο. [4]

5.4 Ανθρώπινες αντιδράσεις στη φωτεινή μαρμαρυγή

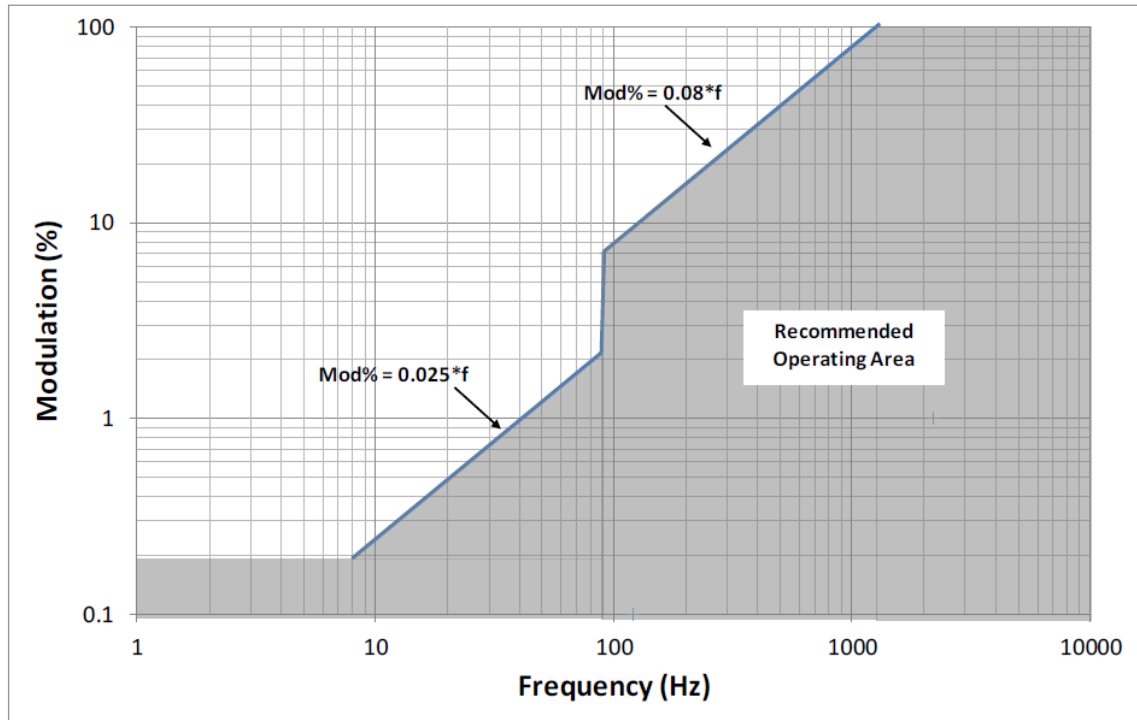
Η ανθρώπινη απόκριση στη φωτεινή μαρμαρυγή του φωτός μπορεί να χωριστεί σε 3 κύριους τύπους: [4]

- **Επιληπτική αντίδραση σε φωτεινή μαρμαρυγή χαμηλής συχνότητας** . Ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος στην περιοχή από 15Hz έως 20Hz. Σε αυτό το εύρος συχνοτήτων η φωτεινή μαρμαρυγή θα είναι καθαρά ορατό και ένα μικρό ποσοστό του ανθρώπινου πληθυσμού κινδυνεύει να υποστεί επιληπτική κρίση
- **Άλλες αντιδράσεις στην ορατή φωτεινή μαρμαρυγή** . Φωτεινή μαρμαρυγή έως περίπου 100 Hz μπορούν να δούν, συνειδητά, οι περισσότεροι άνθρωποι. Εκτός του ότι αποσπά την προσοχή, μπορεί να προκαλέσει κόπωση, απώλεια συγκέντρωσης και πονοκεφάλους
- **Αντιδράσεις στην αόρατη φωτεινή μαρμαρυγή** . Στην περιοχή από 100Hz έως περίπου 200Hz δεν έχουμε επίγνωση της φωτεινής μαρμαρυγής, αλλά τα μάτια και ο εγκέφαλός μας μπορούν να το ανιχνεύσουν και να αντιδράσουν ανάλογα με πονοκεφάλους, ημικρανίες, κούραση και απώλεια συγκέντρωσης.

5.5 Πρότυπα που ρυθμίζουν τη φωτεινή μαρμαρυγή στα LED

Το IEEE1789 είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο πρότυπο για τη ρύθμιση του τρεμούλιασμα σε LED.

Το IIEEE1789 αναγνωρίζει ότι η συχνότητα και το πλάτος θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη μαζί όταν ρυθμίζεται το τρεμόπαιγμα και οι συστάσεις του IIEEE συνοψίζονται στο παρακάτω γράφημα:



Διάγραμμα 5.2 Περιοχές λειτουργίας των LED για την αποφυγή τρεμοπαίγματος

Συνοπτικά, το IIEEE1789 συνιστά ότι: [4]

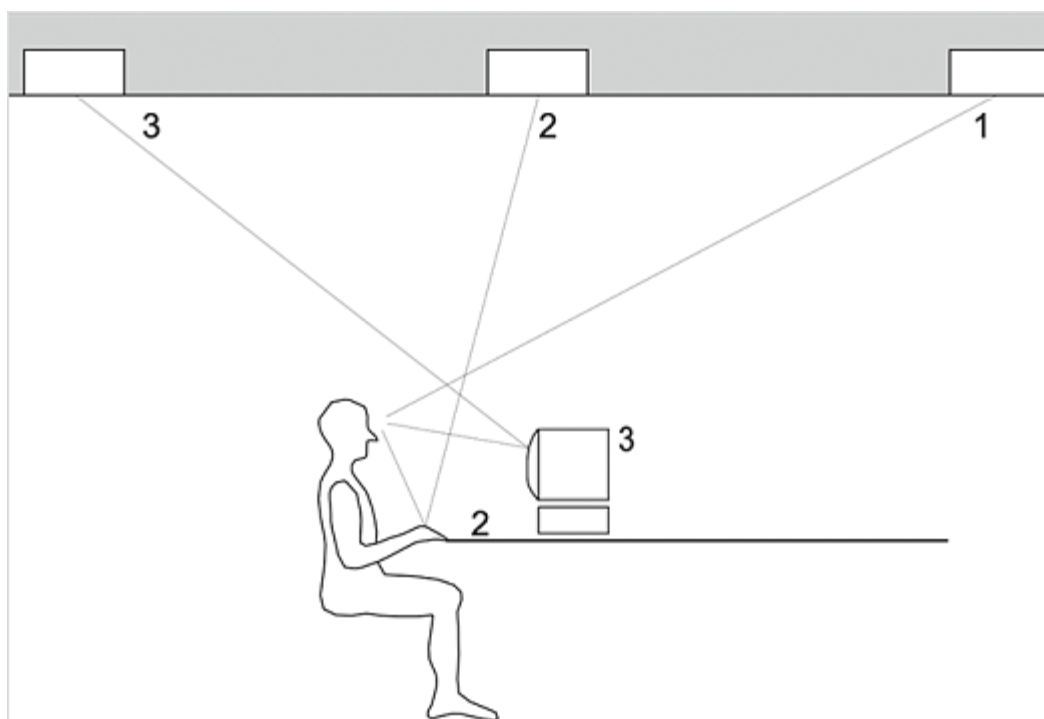
- Κάτω από τα 90 Hz το % διαμόρφωσης θα πρέπει να είναι μικρότερο από 0,01 x τη συχνότητα
- Από 90 Hz – 3.000 Hz το % διαμόρφωσης πρέπει να είναι μικρότερο από 0,0333 x τη συχνότητα
- Πάνω από 3.000 Hz δεν υπάρχει περιορισμός στο % διαμόρφωσης

5.6 . Το φαινόμενο της θάμβωσης

Η θάμβωση είναι ένας γενικός όρος για τη μείωση της οπτικής απόδοσης ή τη διαταραχή της αντίληψης, όπως προκαλείται από υψηλές φωτεινότητες ή αντιθέσεις στη φωτεινότητα μέσα σε ένα οπτικό περιβάλλον. Γίνεται διάκριση μεταξύ της φυσιολογικής θάμβωσης, στην οποία υπάρχει αντικειμενική μείωση της οπτικής απόδοσης, και της ψυχολογικής θάμβωσης, όπου η αντίληψη διαταράσσεται υποκειμενικά λόγω μιας διαφοράς μεταξύ της φωτεινότητας και του περιεχομένου πληροφοριών της περιοχής που παρατηρείται.

Η θάμβωση μπορεί να προκληθεί από την ίδια την πηγή φωτός (άμεση θάμβωση) ή από την ανάκλαση της πηγής φωτός (ανακλώμενη θάμβωση).[5]

5.7 Τύποι θάμβωσης



Σχήμα 5.1 Είδη θάμβωσης

Τόσο η φυσιολογική όσο και η ψυχολογική θάμβωση εμφανίζονται στις δύο μορφές της άμεσης θάμβωσης και της ανακλώμενης θάμβωσης. Με τη σχεδίαση φωτισμού, αυτό είναι σχετικό για π.χ. το φωτισμό χώρων

εργασίας ή για το φωτισμό των δρόμων. Με τη θάμβωση για χώρους εργασίας γραφείου, γίνεται μια διαφοροποίηση μεταξύ (Σχήμα 5.1)

- Άμεση θάμβωση, που προκαλείται κυρίως από φωτιστικά (1),
- Αντανάκλαση θάμβωσης σε οριζόντιες οπτικές εργασίες (2) και
- Αντανάκλαση θάμβωσης σε κάθετες οπτικές εργασίες, π.χ. οθόνες (3).

Η άμεση θάμβωση λαμβάνει υπόψη την περιοχή της οροφής μπροστά από το θεατή σε γωνίες μικρότερες από 45° . Η ανακλώμενη είναι η θάμβωση που προκαλεί μια δυσάρεστη οπτική διαταραχή ακριβώς μπροστά στον θεατή, που προκαλείται κυρίως από φωτιστικά στην περιοχή της οροφής. Μια ειδική περίπτωση αντανακλάται η θάμβωση στις οθόνες. Εδώ, η θάμβωση προκαλείται κυρίως από πηγές εκθαμβωτικού φωτός στην περιοχή της οροφής πίσω από το θεατή. Σε χώρους εργασίας γραφείου, η μέθοδος UGR (Unified Glare Rating) μπορεί να εφαρμοστεί για τον προσδιορισμό της θάμβωσης για μια συγκεκριμένη θέση θεατή. [5]

5.8 Πιθανές συνέπειες της θάμβωσης

Στην περίπτωση της αντικειμενικής μείωσης της οπτικής απόδοσης, χρησιμοποιείται ο όρος φυσιολογική θάμβωση. Εδώ, στο μάτι το φως από μια πηγή φωτός θάμβωσης υπερτίθεται στο μοτίβο φωτεινότητας της πραγματικής οπτικής εργασίας, μειώνοντας έτσι την ικανότητα αντίληψης αυτού του ματιού. Ωστόσο, η υπέρθεση του διαρρέοντος φωτός, η οποία προκαλείται από τη σκέδαση του εκτυφλωτικού φωτός στο μάτι, είναι αρκετή για να μειώσει την οπτική απόδοση. Η αυξανόμενη θόλωση των ματιών με την ηλικία είναι υπεύθυνη για την υψηλότερη ευαισθησία στη θάμβωση των ηλικιωμένων.

Η ακραία περίπτωση της φυσιολογικής θάμβωσης είναι η απόλυτη θάμβωση. Αυτό συμβαίνει όταν υπάρχουν στο οπτικό πεδίο φωτεινότητες άνω των 10^4 cd/m^2 , π.χ. όταν κοιτάμε τον ήλιο ή κοιτάμε απευθείας σε τεχνητές πηγές φωτός. Η απόλυτη θάμβωση είναι

ανεξάρτητη από την αντίθεση φωτεινότητας με το περιβάλλον: δεν μπορεί να αποφευχθεί από ένα φωτεινότερο περιβάλλον. Για να αποφευχθεί η έκθεση του ματιού σε κίνδυνο, ενεργοποιείται ένα προστατευτικό αντανακλαστικό που προκαλεί το κλείσιμο των ματιών ή ακόμα και την απομάκρυνση του κεφαλιού.

Η συνεχής, επαναλαμβανόμενη προσαρμογή σε διαφορετικά επίπεδα φωτεινότητας και η διαφορετική απόσταση μεταξύ της οπτικής εργασίας και της πηγής του εκτυφλωτικού φωτός προκαλεί καταπόνηση στο μάτι, η οποία θεωρείται άβολη ή ακόμα και επώδυνη. Παρά την αντικειμενικά σταθερή οπτική απόδοση, η ψυχολογική θάμβωση προκαλεί σημαντική δυσφορία και η ικανότητα απόδοσης, για παράδειγμα στο χώρο εργασίας, μειώνεται.

Επιπλέον, σε αντίθεση με τη φυσιολογική θάμβωση, η ψυχολογική θάμβωση είναι ένα φαινόμενο που σχετίζεται με την επεξεργασία πληροφοριών που δεν μπορεί να περιγραφεί χωριστά από το συγκεκριμένο πλαίσιο. Για παράδειγμα, η θάμβωση στους κρυστάλλινους πολυελαίους είναι ένα αναμενόμενο αποτέλεσμα θάμβωσης και επομένως δεν γίνεται αντιληπτό ως φυσιολογική θάμβωση. Η κατάσταση είναι διαφορετική με τις αντανακλάσεις σε γυαλιστερό χαρτί. Η ίδια η θάμβωση δεν περιέχει πληροφορίες και υπερτίθεται στις εκτυπωμένες πληροφορίες.

Ωστόσο, η απόλυτη θάμβωση, στο πλαίσιο του αρχιτεκτονικού φωτισμού, σπάνια αποτελεί πρόβλημα. Σε τέτοιες περιπτώσεις η σχετική θάμβωση είναι πολύ πιο συχνή, στην οποία η μείωση της οπτικής απόδοσης δεν προκαλείται από ακραίες φωτεινότητες αλλά από υπερβολικές αντιθέσεις φωτεινότητας στο οπτικό πεδίο.

Εάν η πηγή του φωτός θάμβωσης δεν προκαλεί αντικειμενική μείωση της οπτικής απόδοσης αλλά μόνο μια υποκειμενική αίσθηση διαταραχής, αυτό ονομάζεται ψυχολογική θάμβωση. Η όψη του παρατηρητή τραβιέται επανειλημμένα από την οπτική εργασία προς την πηγή του εκτυφλωτικού φωτός, χωρίς αυτή η περιοχή αυξημένης

φωτεινότητας να προσφέρει τις αναμενόμενες πληροφορίες. Όπως ένας ενοχλητικός θόρυβος, η πηγή του εκτυφλωτικού φωτός δημιουργεί οπτικό θόρυβο που προσελκύει την προσοχή και διαταράσσει την αντίληψη. [5]

5.9 Τρόποι αποφυγής της θάμβωσης

Η μείωση των εφέ θάμβωσης μπορεί αρχικά να επιτευχθεί με τη μείωση της αντίθεσης στη φωτεινότητα μεταξύ του περιβάλλοντος και της πηγής θάμβωσης. Επομένως, είτε πρέπει να αυξηθεί η φωτεινότητα του περιβάλλοντος χώρου είτε να μειωθούν οι φωτεινότητες της πηγής θάμβωσης φωτός. Ωστόσο, είναι πιο προληπτικό να αποφύγετε την θάμβωση επιλέγοντας φωτιστικά με καλή θωράκιση και τοποθετώντας σωστά τα φωτιστικά. [5]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ένας καλός σχεδιασμός φωτισμού περιλαμβάνει έναν καλό σχεδιασμό διατάξεων ελέγχου . Οι διατάξεις ελέγχου φωτισμού διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στα συστήματα φωτισμού, επιτρέποντας στους χρήστες χειροκίνητα ή αυτόματα:[6]

- Να ανοίξουν και να σβήσουν τα φώτα χρησιμοποιώντας διακόπτη. και/ή
- Να ρυθμίσουν την έξοδο φωτός πάνω και κάτω χρησιμοποιώντας ένα ροοστάτη.

Αυτή η βασική λειτουργία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία των παρακάτω πλεονεκτημάτων για τον ιδιοκτήτη του φωτισμού:

- ευελιξία για την ικανοποίηση οπτικών αναγκών του χρήστη. και/ή
- αυτοματοποίηση για τη μείωση του ενεργειακού κόστους και τη βελτίωση της βιωσιμότητας.

Τα τελευταία χρόνια, οι διατάξεις ελέγχου φωτισμού έχουν αναπτύξει δύο επιπλέον δυνατότητες:

- Ρύθμιση του χρώματος της πηγής φωτός, και/ή
- Δημιουργία δεδομένων μέσω μέτρησης ή/και παρακολούθησης.

6.1 Οφέλη από τη χρήση διατάξεων ελέγχου φωτισμού

6.2 Οπτικές ανάγκες

Προσαρμόζοντας την ένταση ενός ή περισσότερων στρωμάτων φωτισμού σε έναν χώρο, τα χειριστήρια φωτισμού μπορούν: [6]

- Να αλλάξουν την εμφάνιση του χώρου.

- Να διευκολύνουν τις διάφορες λειτουργίες του χώρου.
- Να αλλάξουν την ατμόσφαιρα και της διάθεσης.
- Να μειώσουν τη θάμβωση
- να αυξήσουν την ικανοποίηση των χρηστών παρέχοντας στους χρήστες τη δυνατότητα να ελέγχουν τον φωτισμό τους.



Εικόνα 6.1 ρύθμιση έντασης φωτισμού σε αίθουσα διαλέξεων.

6.2.1 Διαχείριση Ενέργειας

Μειώνοντας το χρόνο ενεργοποίησης, την ένταση ή τη χωροθέτηση του φωτισμού, τα χειριστήρια φωτισμού μειώνουν τόσο τη ζήτηση όσο και την κατανάλωση ενέργειας. Σύμφωνα με μια μελέτη του Εθνικού Εργαστηρίου Lawrence Berkeley (LBNL), οι δημοφιλείς στρατηγικές ελέγχου φωτισμού παράγουν 24-38% μέση εξοικονόμηση ενέργειας φωτισμού, γεγονός που μειώνει το λειτουργικό κόστος του κτιρίου.

Λόγω της ισχυρής εξοικονόμησης ενέργειας, απαιτείται ευρύ φάσμα ελέγχων στις νέες κατασκευές. Στις υπάρχουσες κατασκευές, η δυνατότητα ελέγχου του φωτισμού LED έχει ως αποτέλεσμα έναν

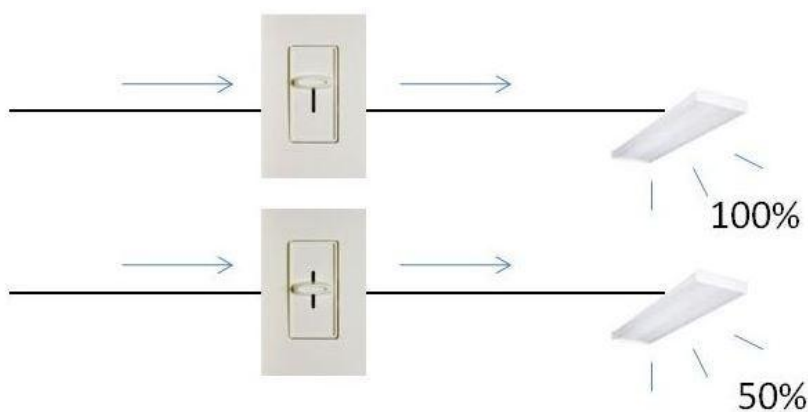
ιδανικό συνδυασμό με χειριστήρια, συνδυάζοντας την ελαχιστοποίηση του ενεργειακού κόστους. [6]

6.3 Βασική Λειτουργία διατάξεων ελέγχου φωτισμού

Οι διατάξεις ελέγχου φωτισμού είναι συσκευές και συστήματα εισόδου/εξόδου. Το σύστημα ελέγχου λαμβάνει πληροφορίες, αποφασίζει τι θα κάνει με αυτές και στη συνέχεια προσαρμόζει ανάλογα την ισχύ του φωτισμού. Μερικές από τις βασικές λειτουργίες φωτισμού περιγράφονται παρακάτω[6]

6.3.1 Ρύθμιση φωτεινότητας (dimming)

Εάν χρησιμοποιείται διακόπτης ροοστάτη, εκτός από το ON/OFF, μπορεί να αλλάξει το ρεύμα που ρέει μέσω του φορτίου κατά την κατάσταση ON, γεγονός που αυξάνει ή μειώνει την απόδοση φωτός.



Εικόνα 6.2 Διακόπτες με δυνατότητα dimming

6.3.2 Έλεγχος δείκτη θερμοκρασίας χρώματος CCT

Με το LED, είναι σχετικά οικονομικό να παρέχουμε στους χρήστες τη δυνατότητα να προσαρμόζουν τη θερμοκρασία χρώματος του φωτισμού και το CCT. Με ρυθμιζόμενα λευκά προϊόντα LED, οι συστοιχίες θερμού και ψυχρού λευκού LED που μειώνουν χωριστά τη φωτεινότητα επιτρέπει στους χρήστες να προσαρμόζουν το CCT της πηγής φωτός.

Μπορούν να προστεθούν άλλα χρώματα για να ενισχυθεί το διαθέσιμο φάσμα χρωμάτων και να διασφαλιστεί η καλή απόδοση χρωμάτων.

Δύο άλλες προσεγγίσεις είναι από αμυδρό σε θερμό (προϊόντα LED που εξασθενούν σε πολύ ζεστό λευκό παρόμοια με το φωτισμό πυρακτώσεως) και ο πλήρης χρωματικός συντονισμός (χωριστά ρυθμιζόμενα κόκκινα, πράσινα και μπλε LED συν πορτοκαλί ή λευκό και ενδεχομένως άλλα χρώματα).



Εικόνα 6.3

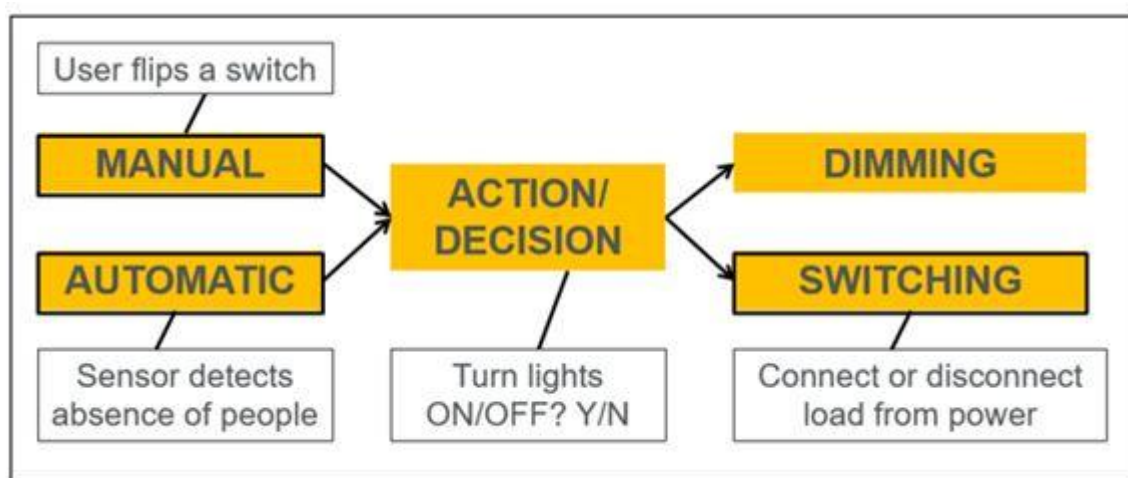
Έλεγχος θερμοκρασίας χρώματος και dimming

6.3.3 Χειροκίνητη έναντι αυτόματης εισαγωγής

Η είσοδος μπορεί να είναι χειροκίνητη, αυτόματη ή συνδυασμός των δύο, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 6.1. Με χειροκίνητο έλεγχο, η

είσοδος εκκινείται από το χρήστη και υλοποιείται με το χέρι. Είναι ιδανικό για εφαρμογές που οδηγούνται από οπτικές ανάγκες.

Με τον αυτόματο έλεγχο, ένα σήμα από έναν αισθητήρα (αισθητήρα πληρότητας ή φωτός), υπολογιστή ή άλλο σύστημα κτιρίου παρέχει την είσοδο. Η είσοδος μπορεί να βασίζεται στην ώρα της ημέρας, την πληρότητα, το επίπεδο φωτισμού ή κάποια άλλη συνθήκη. Ο αυτόματος έλεγχος είναι ιδανικός για εφαρμογές διαχείρισης ενέργειας.



Διάγραμμα 6.1 χειροκίνητη και αυτόματη λειτουργία

6.3.4 Νοημοσύνη

Με το χειροκίνητο έλεγχο, ένας άνθρωπος λαμβάνει αποφάσεις για το αν θα ρυθμίσει το φωτισμό και πόσο. Με τον αυτόματο έλεγχο, ένας μικροεπεξεργαστής ή ένα λογικό κύκλωμα εκτελεί αυτή τη λειτουργία. Αυτός ο μικροεπεξεργαστής ή το λογικό κύκλωμα ονομάζεται ελεγκτής φωτισμού, ο οποίος παρέχει τη νοημοσύνη του συστήματος ελέγχου. Ο ελεγκτής φωτισμού αξιολογεί τα σήματα ελέγχου εισόδου με βάση τον αλγόριθμό του και αποφασίζει εάν θα προσαρμόσει την ισχύ του φωτισμού, τότε θα τον ρυθμίσει και κατά πόσο.

Ο ελεγκτής μπορεί να εγκατασταθεί ως λογικό κύκλωμα σε μια αυτόνομη συσκευή ελέγχου ή ως ξεχωριστό εξάρτημα σε ένα σύστημα ελέγχου. Εάν ένα ξεχωριστό εξάρτημα, μπορεί να βρίσκεται σε μια κεντρική τοποθεσία (κεντρική νοημοσύνη) ή να βρίσκεται κοντά στο

φορτίο ή να είναι ενσωματωμένο σε φωτιστικά (κατανεμημένη νοημοσύνη). Όσο πιο κατανεμημένη η ευφυΐα του συστήματος, τόσο πιο ευέλικτο και πιο ευαίσθητο γίνεται ο φωτισμός.

6.3.5 Έξοδος εναλλαγής έναντι μείωσης του φωτισμού

Συχνά, τόσο η εναλλαγή όσο και η μείωση της φωτεινότητας είναι επιθυμητές στο ίδιο κτίριο. Η εναλλαγή είναι απλή αλλά περιορισμένη σε ευελιξία και μπορεί να προκαλέσει προβλήματα σε χώρους που καταλαμβάνονται από περισσότερους από έναν χρήστες. Ως αποτέλεσμα, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικό για εφαρμογές διαχείρισης ενέργειας, όπως η αυτόματη απενεργοποίηση ή η μείωση των κενών χώρων, καθώς και ο χειροκίνητος έλεγχος σε χώρους όπου οι χρήστες έχουν ενιαία προσδοκία τότε θα ανάψουν τα φώτα.

Η μείωση της φωτεινότητας αλλάζει την ένταση με ομαλές μεταβάσεις μεταξύ των επιπέδων φωτός, με αποτέλεσμα υψηλό επίπεδο ευελιξίας που μπορεί να ικανοποιήσει τις οπτικές ανάγκες του χρήστη. Η πλειονότητα των φωτιστικών LED διαθέτουν ρυθμιζόμενους οδηγούς ως στάνταρ ή τυπική επιλογή, μειώνοντας το κόστος της μείωσης της έντασης του φωτισμού. Το Dimming είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για εφαρμογές οπτικών αναγκών και για την εφαρμογή στρατηγικών διαχείρισης ενέργειας, όπως έλεγχος ρύθμισης της ημέρας ή συντονισμού εργασιών, σε κατειλημμένους χώρους.

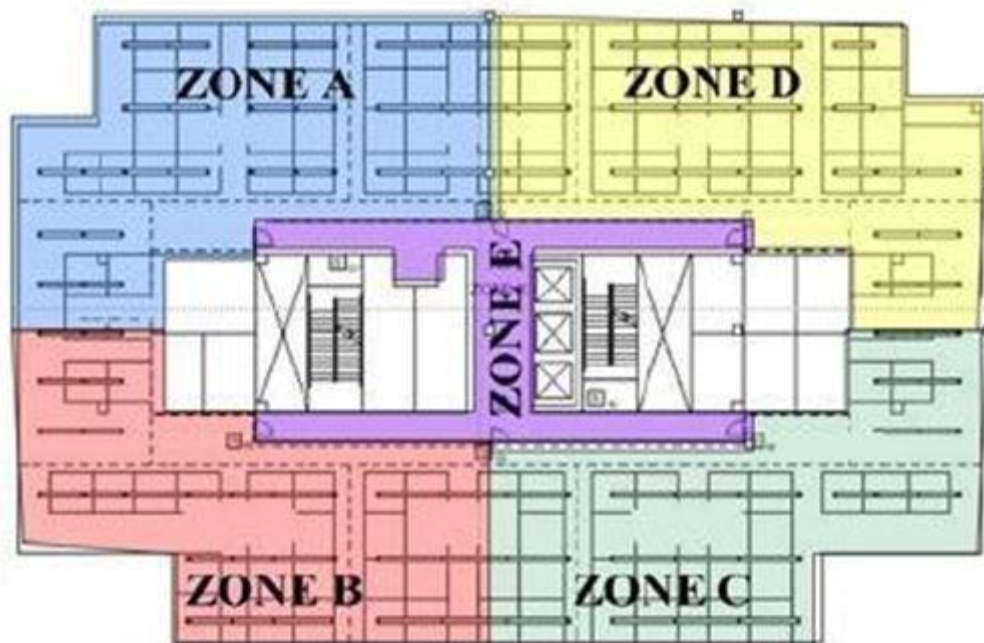
6.3.6 Ζώνη ελέγχου

Η τοποθέτηση ζωνών ελέγχου είναι μια σημαντική πτυχή του σχεδιασμού του συστήματος ελέγχου φωτισμού, καθώς η χωροθέτηση είναι ο μηχανισμός μέσω του οποίου οι έλεγχοι φωτισμού εκχωρούνται στα φορτία φωτισμού. Ως ζώνη ελέγχου ορίζεται μία ή περισσότερες πηγές φωτός που ελέγχονται ταυτόχρονα από μία μόνο έξοδο ελέγχου. Οι ζώνες μπορούν να οργανωθούν σύμφωνα με τους ενεργειακούς

κώδικες, την επιθυμητή εξοικονόμηση ενέργειας και ευελιξία, τον κοινό εξοπλισμό φωτισμού (π.χ. φθορισμού έναντι LED), τα χαρακτηριστικά χώρου (π.χ. επίπλωση και φινιρίσματα), τις εργασίες, τη διαθεσιμότητα του ημερήσιου φωτός και τα χρονοδιαγράμματα φωτισμού.

Μικρότερες ζώνες ελέγχου (μεγαλύτερη ευαισθησία ζωνών σε ένα χώρο ή κτίριο) εισάγουν μεγαλύτερη ευελιξία και συνήθως υψηλότερη εξοικονόμηση ενέργειας. Για το λόγο αυτό, η πλειονότητα των ενεργειακών κωδίκων ρυθμίζει τις ζώνες ελέγχου επιβάλλοντας όρια στην περιοχή.

Παραδοσιακά, η ρύθμιση ζωνών ελέγχου και η μελλοντική αλλαγή ζώνης περιορίζονταν από την καλωδίωση του κυκλώματος φωτισμού. Η πρόοδος στις επικοινωνίες καθιστά δυνατή τη σχετικά οικονομική χωροθέτηση ζωνών τόσο κοκκώδη όσο μεμονωμένα φωτιστικά ή στραγγαλιστικά πηνία/οδηγούς, καθώς και τη χωροθέτηση ζωνών και την αλλαγή ζώνης χρησιμοποιώντας λογισμικό αντί για καλωδίωση.



Σχήμα 6.1

Χώρος εργασίας χωρισμένος σε ζώνες

6.3.7 Σχέδιο ακολουθίας λειτουργίας

Μια άλλη σημαντική πτυχή του σχεδιασμού του συστήματος ελέγχου φωτισμού είναι ο καθορισμός της σειράς λειτουργιών για το σύστημα. Η ακολουθία λειτουργίας είναι μια περιγραφή των εξόδων του συστήματος σε απόκριση σε διάφορες εισόδους για κάθε σημείο ελέγχου. Εκφράζεται ως αφήγηση των ελέγχων, ένα γραπτό έγγραφο που παράγεται κατά τη φάση του εννοιολογικού σχεδιασμού του έργου. Αυτό το έγγραφο χρησιμεύει ως οδικός χάρτης έργου για το προβλεπόμενο σύστημα ελέγχου φωτισμού.

Συγκεκριμένα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

- Υποστήριξη εγγράφου σύμβασης και προετοιμασία προδιαγραφών.
- Παροχή σαφούς καθοδήγησης κατά την υποβολή προσφορών σε εργολάβους και κατασκευαστές.
- Να προσδιορίσει κριτήρια για τη δοκιμή και την αποδοχή του συστήματος ελέγχου. και
- χρησιμεύει ως γενική αναφορά για τον ιδιοκτήτη που περιγράφει λεπτομερώς τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος ελέγχου.

6.3.8 Διαλειτουργικότητα

Προκειμένου ένα σύστημα ελέγχου να παρέχει σωστή λειτουργία, η διάταξη ελέγχου και η φωτεινή πηγή πρέπει να είναι συμβατά. Η διάταξη ελέγχου πρέπει να είναι συμβατή με τη στρατηγική ελέγχου και τις συσκευές ελέγχου. και οι συσκευές ελέγχου πρέπει να μπορούν να επικοινωνούν εάν χρειάζεται.

Σε μεγάλο βαθμό, η διαλειτουργικότητα εξαρτάται από τη μέθοδο ή το πρωτόκολλο ελέγχου. Ένα πρωτόκολλο είναι ένα σύνολο κανόνων που καθορίζουν τη συμπεριφορά των στοιχείων σε ένα σύστημα. Σε ένα δίκτυο, αυτό περιλαμβάνει την επικοινωνία. Παραδείγματα περιλαμβάνουν το Digital Addressable Lighting Interface (DALI) και

το ZigBee. Όλα τα χειριστήρια πρέπει να σχεδιάζονται με το ίδιο πρωτόκολλο για να παρέχουν αξιόπιστη διαλειτουργικότητα, αν και συστήματα διαφορετικών πρωτοκόλλων, συμπεριλαμβανομένου του φωτισμού και του αυτοματισμού κτιρίων, μπορούν να ενσωματωθούν χρησιμοποιώντας μια πύλη, η οποία μπορεί να είναι μια λειτουργία συσκευής ή λογισμικού.

Το πρωτόκολλο μπορεί να είναι:

- Ανοιχτό, ή τυποποιημένο και διαθέσιμο σε όλους τους κατασκευαστές, το οποίο παρέχει επιλογή πολλών πωλητών.
- κλειστό ή ειδικό για τον κατασκευαστή, το οποίο παρέχει μια λύση βελτιστοποιημένη από τον κατασκευαστή, αλλά συνδέει τον ιδιοκτήτη με αυτόν τον κατασκευαστή για μελλοντική συντήρηση, αλλαγές ή επέκταση. Η
- ένας συνδυασμός των δύο, όπως ένα ανοιχτό πρωτόκολλο προσαρμοσμένο ώστε να γίνεται ειδικό για τον κατασκευαστή, ή ένα ειδικό πρωτόκολλο κατασκευαστή που διατίθεται σε άλλους κατασκευαστές μέσω αδειοδότησης.

6.3.9 Λογισμικό

Διάφορες εφαρμογές και λογισμικό υποστηρίζουν την υλοποίηση συστημάτων ελέγχου φωτισμού. Το πιο ισχυρό λογισμικό είναι διαθέσιμο για κεντρικά έξυπνα δικτυωμένα συστήματα ελέγχου φωτισμού. Σε έναν διακομιστή ή στο Cloud, το λογισμικό μπορεί να παρέχει πολλές λειτουργίες, όπως:

- ανακάλυψη σημείων ελέγχου (συσκευές κ.λπ.)
- αντιστοίχιση σημείων ελέγχου σε ζώνες
- προγραμματισμός ακολουθιών λειτουργίας για ζώνες
- βαθμονόμηση αισθητήρων
- παρακολούθηση σημείων ελέγχου και έκδοση ειδοποιήσεων/συναγερμών υπηρεσίας

- καταγραφή και εμφάνιση χρήσης ενέργειας και άλλα καταγεγραμμένα δεδομένα
- δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας δεδομένων και αρχείων καταγραφής συμβάντων και δημιουργήστε χρήστες/επίπεδα πρόσβασης



Εικόνα 6.4 Περιβάλλον λογισμικού

6.3.10 Ενσύρματα Συστήματα

Οι συσκευές ελέγχου μπορούν να επικοινωνούν χρησιμοποιώντας:

- Καλωδίωση τάσης γραμμής , που ονομάζεται επίσης επικοινωνία με γραμμή ρεύματος ή μείωση φωτισμού ελέγχου φάσης. Όταν χρησιμοποιείται για έλεγχο, η καλωδίωση τάσης γραμμής παρέχει μια διαδρομή τόσο για τα σήματα ισχύος όσο και για τα σήματα ελέγχου. Αν και είναι απλό, δεν είναι ευέλικτο, περιορίζοντας τις επιλογές ελέγχου.
- Καλωδίωση χαμηλής τάσης . Όταν χρησιμοποιείται για έλεγχο, η καλωδίωση χαμηλής τάσης παρέχει μια αποκλειστική διαδρομή

για τα σήματα ελέγχου, τα οποία εκδηλώνονται ως διακυμάνσεις στην τάση. Επειδή αυτός ο τύπος καλωδίωσης δεν περιορίζεται σε αγωγούς, είναι ευέλικτος. Ωστόσο, κάθε κοινόχρηστη λειτουργία απαιτεί το δικό της καλώδιο, με αποτέλεσμα να υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός καλωδίων χαμηλής τάσης με σχετικούς κινδύνους εσφαλμένης καλωδίωσης.

- Ψηφιακή καλωδίωση χαμηλής τάσης. Αυτός ο τύπος καλωδίωσης χαμηλής τάσης μεταδίδει σήματα ελέγχου που αποτελούνται από ψηφιακά δυαδικά μηνύματα αντί για διακυμάνσεις στην τάση. Ένα ζεύγος καλωδίων σχηματίζει ένα δίαυλο ή μια διαδρομή μετάδοσης για τα σήματα ελέγχου που συνδέουν πολλαπλά φωτιστικά και συσκευές ελέγχου που επικοινωνούν. Οι ζώνες ελέγχου δημιουργούνται χρησιμοποιώντας λογισμικό αντί για καλωδίωση. Ο χειριστής μπορεί να προγραμματίσει και να βαθμονομήσει τις συσκευές ελέγχου από απόσταση. Η καλωδίωση είναι πιθανώς αμφίδρομη, επιτρέποντας τη συλλογή δεδομένων από αισθητήρες.

6.3.11 Ασύρματα Συστήματα

Τα ασύρματα χειριστήρια επικοινωνούν χρησιμοποιώντας ραδιοκύματα ή κάποια άλλη ασύρματη προσέγγιση, εξαλείφοντας την καλωδίωση ελέγχου. Αυτό είναι ιδιαίτερα ελκυστικό για την εφαρμογή εξελιγμένων ελέγχων σε υπάρχοντα κτίρια. Οι συσκευές εισόδου ελέγχου μπορεί να τροφοδοτούνται από μια εσωτερική μπαταρία ή με τη συλλογή ενέργειας από το φως του περιβάλλοντος, τη διαφορά θερμοκρασίας ή τη μηχανική ενέργεια που παράγεται με το γύρισμα ενός διακόπτη. Επικοινωνούν σήματα ελέγχου από έναν ασύρματο πομπό σε έναν ασύρματο δέκτη σε έναν ελεγκτή φωτισμού, ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο φωτιστικό, ένα κουτί διακλάδωσης ή σε έναν πίνακα.

6.3.12 Στρατηγικές Ελέγχου

Ο συνδυασμός διαφόρων εισόδων και εξόδων έχει ως αποτέλεσμα πολλές μοναδικές διαθέσιμες στρατηγικές ελέγχου φωτισμού που μπορούν να καλύψουν τις οπτικές ανάγκες, τις ανάγκες διαχείρισης ενέργειας ή και τα δύο. Με τη σειρά τους, οι στρατηγικές ελέγχου μπορούν να συνδυαστούν στον ίδιο χώρο μέσω layering για μεγιστοποίηση της αξίας.

- Χειροκίνητος έλεγχος
- Ανίχνευση πληρότητας
- Προγραμματισμός ώρας
- Απόκριση φωτός της ημέρας
- Συντονισμός θεσμικών εργασιών
- Ρύθμιση χρωμάτων
- Παραγωγή δεδομένων
- Απόκριση ζήτησης

6.3.13 Χειροκίνητος έλεγχος

Ο χειροκίνητος έλεγχος είναι μια απλή στρατηγική που παρέχει στους χρήστες τη δυνατότητα να επιλέγουν επίπεδα φωτός είτε σε βήματα (εναλλαγή) είτε σε μεγάλο εύρος με ομαλές εναλλαγές μεταξύ των επιπέδων (μείωση φωτισμού). Οι οπτικές ανάγκες οδηγούν τον χειροκίνητο έλεγχο, αν και μπορεί να εξοικονομήσει ενέργεια ως υποπροϊόν. Τυπικές εφαρμογές περιλαμβάνουν ιδιωτικά και ανοιχτά γραφεία, χώρους συνεδριάσεων και εκπαίδευσης, σπίτια λατρείας, χώρους διασκέδασης και άλλους χώρους. Σύμφωνα με την LBNL, αυτή η στρατηγική μπορεί να οδηγήσει σε 31% μέση εξοικονόμηση ενέργειας φωτισμού.

Η εναλλαγή μπορεί να είναι ON/OFF ή πολλαπλών επιπέδων μέσω ξεχωριστού ελέγχου ON/OFF ξεχωριστών ballast/drivers ή φωτιστικών. Το dimming μπορεί να είναι συνεχές, παρέχοντας ομαλή μετάβαση σε

ένα εύρος μείωσης της έντασης ή βαθμιαία, παρέχοντας είτε απότομη είτε ομαλή μετάβαση μεταξύ δύο ή περισσότερων σταθερών εξόδων.

6.3.14 Ανίχνευση πληρότητας

Οι αισθητήρες κατάληψης είναι συσκευές που ανάβουν και σβήνουν αυτόματα τα φώτα ανάλογα με το αν ο χώρος είναι κατειλημμένος. Εξασφαλίζοντας ότι τα φώτα είναι αναμμένα μόνο όταν ο χώρος είναι κατειλημμένος, οι στρατηγικές που βασίζονται στην πληρότητα επιτυγχάνουν 24% μέση εξοικονόμηση ενέργειας φωτισμού, σύμφωνα με την LBNL.

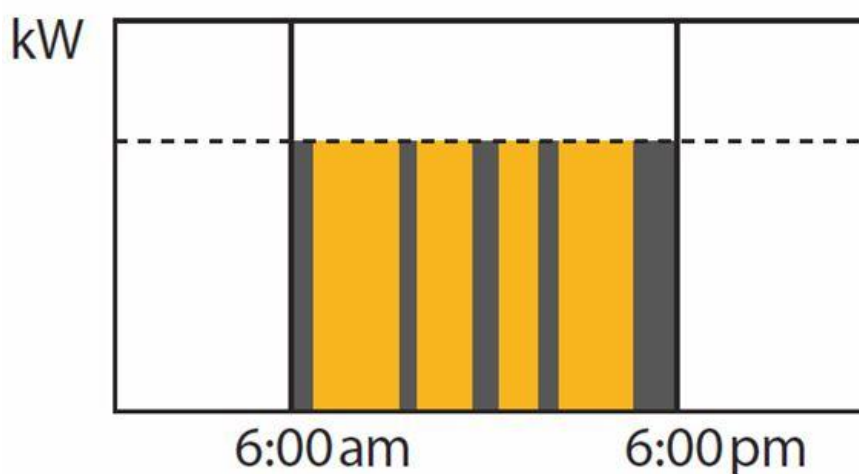
Οι αισθητήρες πληρότητας είναι ιδιαίτερα κατάλληλοι για μικρότερους, κλειστούς χώρους που καταλαμβάνονται κατά διαστήματα, όπως ιδιωτικά γραφεία, αίθουσες διδασκαλίας, αίθουσες συνεδριάσεων, αίθουσες αντιγραφής και διαλειμμάτων, τουαλέτες και άλλους χώρους. Μπορεί να είναι δικτυωμένα για μεγαλύτερους χώρους.

Εάν ο αισθητήρας παρέχει αυτόματη απενεργοποίηση αλλά απαιτεί χειροκίνητη ενεργοποίηση, συνήθως ονομάζεται αισθητήρας κενής θέσης. Εναλλακτικά, ο αισθητήρας μπορεί να ενεργοποιήσει αυτόματα το φορτίο στο 50%, με χειροκίνητη λειτουργία μέσω ενός διακόπτη που απαιτείται για να ανάψουν πλήρως τα φώτα. Αυτοί οι αισθητήρες ονομάζονται συνήθως αισθητήρες κατοχής μερικής ενεργοποίησης.

6.3.15 Χρονοδιάγραμμα

Ο χρονοπρογραμματισμός προσαρμόζει την έξοδο του συστήματος φωτισμού με βάση ένα χρονικό συμβάν που υλοποιείται χρησιμοποιώντας ένα χρονόμετρο, το οποίο μπορεί να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας έναν μικροεπεξεργαστή ενσωματωμένο στο σύστημα ελέγχου. Σε ορισμένες στιγμές, τα ελεγχόμενα φώτα θα ανάβουν, θα σβήνουν ή θα χαμηλώνουν είτε για εξοικονόμηση ενέργειας είτε για υποστήριξη αλλαγής λειτουργιών χώρου. Ο προγραμματισμός είναι πολύ κατάλληλος για μεγαλύτερους, ανοιχτούς χώρους που

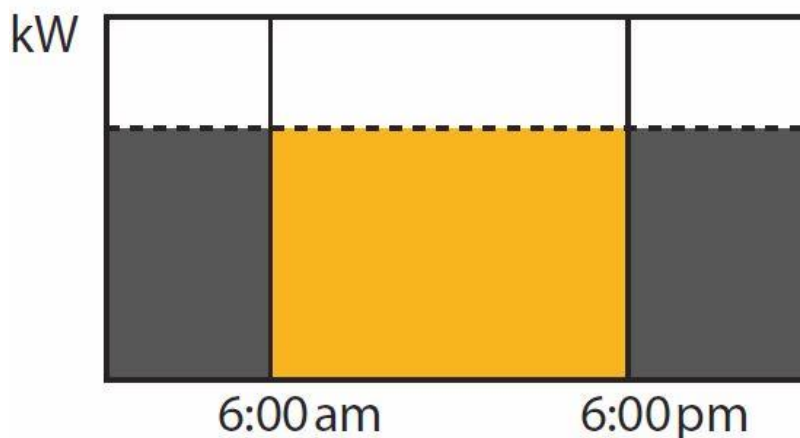
απασχολούνται τακτικά, καθώς και χώρους που απασχολούνται κατά διαστήματα, αλλά όπου τα φώτα πρέπει να παραμένουν αναμμένα όλη την ημέρα για λόγους ασφαλείας. Συχνά χρησιμοποιούνται τοπικά χειριστήρια τοίχου παράκαμψης (χρόνια επέκτασης) για να επιτρέπεται η ακανόνιστη χρήση του χώρου. Οι στρατηγικές που βασίζονται στην πληρότητα (συνδυασμός χρονικού προγραμματισμού με ανίχνευση πληρότητας) μπορούν να πραγματοποιήσουν 24% μέση εξοικονόμηση ενέργειας φωτισμού, σύμφωνα με το LBNL.



Σχήμα 6.2 Χρονοδιάγραμμα διακοπτόμενης λειτουργίας

6.3.16 Απόκριση στο φως της ημέρας

Ο έλεγχος που ανταποκρίνεται στο φως της ημέρας (ονομάζεται επίσης συγκομιδή φωτός της ημέρας) χρησιμοποιεί έναν αισθητήρα φωτός (που ονομάζεται επίσης φωτοαισθητήρας ή φωτοκύτταρο) με έναν ελεγκτή ισχύος για εναλλαγή ή μείωση του φωτισμού σε απόκριση στο διαθέσιμο φως της ημέρας. Καθώς τα επίπεδα φωτός ανεβαίνουν πάνω από ένα όριο στόχο λόγω της συμβολής του φωτός της ημέρας, ο φωτοαισθητήρας σηματοδοτεί τον ελεγκτή να μειώσει την απόδοση φωτός, εξοικονομώντας έτσι ενέργεια. Σύμφωνα με το LBNL, ο έλεγχος που ανταποκρίνεται στο φως της ημέρας μπορεί να δημιουργήσει 28% μέση εξοικονόμηση ενέργειας φωτισμού.

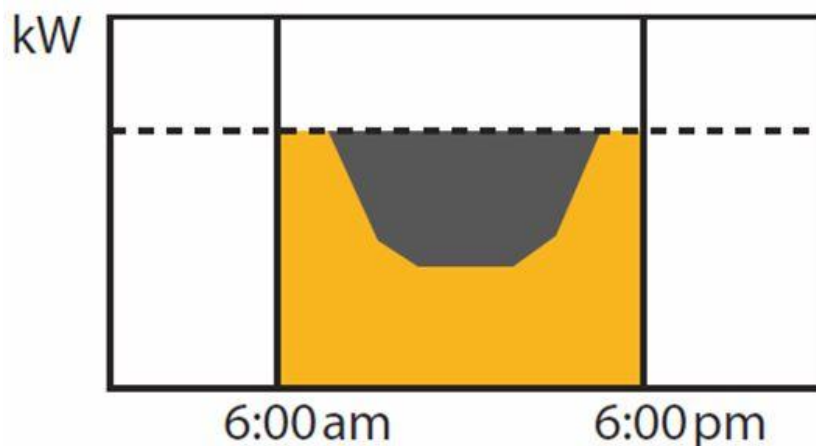


Σχήμα 6.3 Χρονοδιάγραμμα συνεχούς λειτουργίας

Αυτή η στρατηγική είναι άκρως κατάλληλη για φωτισμό ζωνών δίπλα σε παράθυρα και γραφεία και κάτω από φεγγίτες και οθόνες οροφής — οπουδήποτε το φως της ημέρας είναι σταθερό και άφθονο.

6.3.17 Συντονισμός εργασιών

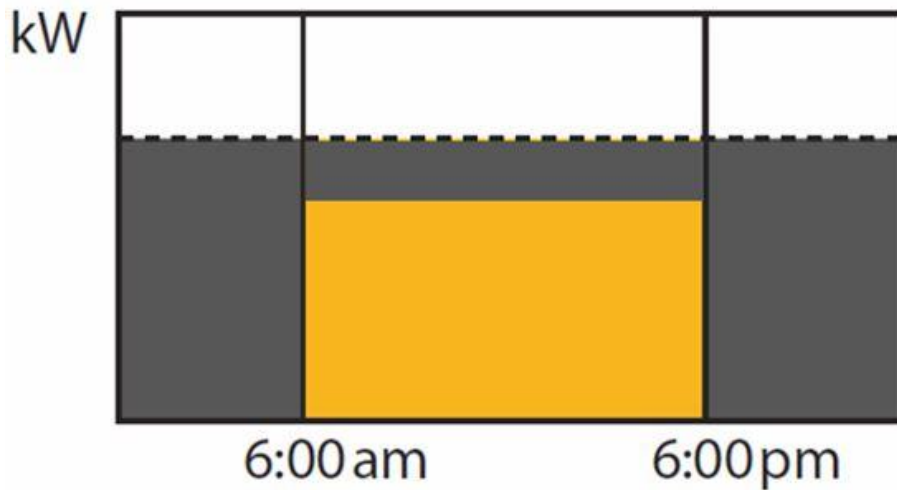
Ονομάζεται επίσης "institutional tuning" και "high-end trim", ο συντονισμός εργασιών περιλαμβάνει τη μείωση του φωτισμού σε έναν χώρο με τις απαιτήσεις διατήρησης επιπέδου φωτός εργασίας που συνιστά το IES ή την προτίμηση του χρήστη για μεμονωμένους χώρους και όχι τα αρχικά σχεδιασμένα διατηρημένα επίπεδα φωτός, τα οποία μπορεί να είναι υψηλότερο από αυτό που χρειάζεται. Σύμφωνα με το LBNL, ο συντονισμός εργασιών δημιουργεί 36% μέση εξοικονόμηση ενέργειας φωτισμού.



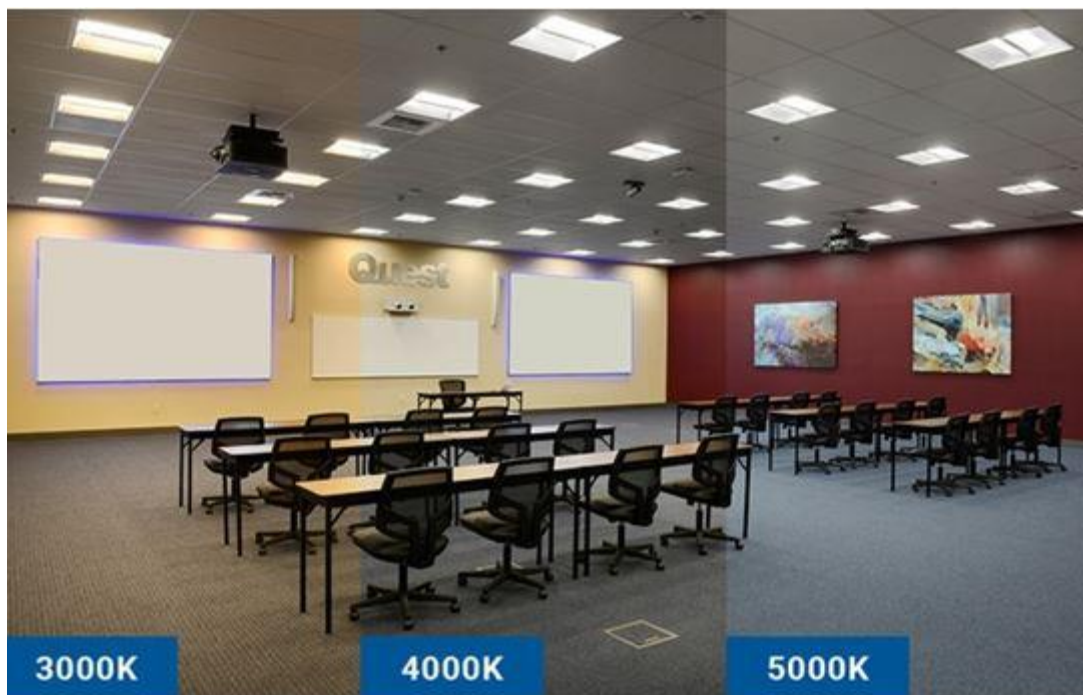
6.3.18 Συντονισμός χρώματος

Μειώνοντας χωριστά τα κόκκινα, πράσινα, μπλε και ενδεχομένως άλλα έγχρωμα LED, μπορεί να παραχθεί σχεδόν οποιοδήποτε χρώμα. Αυτό ονομάζεται χρωματικός συντονισμός. Ο συντονισμός χρωμάτων είναι κατάλληλος για ψυχαγωγία, σήμανση και παρόμοιες εφαρμογές. Μειώνοντας χωριστά τις συστοιχίες λευκών LED θερμού και ψυχρού CCT, το CCT του φωτιστικού μπορεί να ρυθμιστεί σε ένα εύρος, το οποίο ονομάζεται ρυθμιζόμενος-λευκός φωτισμός. Ακολουθούν διάφορα παραδείγματα ευκαιριών για γενικό φωτισμό με δυνατότητα ρύθμισης-λευκού:

- Αυτόματη αλλαγή σε ένα πολύ ζεστό CCT κατά τη διάρκεια της μείωσης της φωτεινότητας για να μιμηθεί τη φωτεινότητα πυρακτώσεως.
- Βαθμονόμηση CCT στα εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα και διατήρηση του καθορισμένου CCT με την πάροδο του χρόνου.
- Ρυθμίστε το CCT μετά την αρχική εγκατάσταση για να ρυθμίσετε με ακρίβεια την εμφάνιση χώρων και αντικειμένων όπως τα έργα τέχνης.
- Προσαρμόστε το CCT ώστε να προσαρμόζεται η μεταβαλλόμενη χρήση του χώρου, οι οθόνες, τα εσωτερικά φινιρίσματα και οι προτιμήσεις του χρήστη.
- Προσαρμόστε αυτόματα το CCT για να δημιουργήσετε έναν εξιδανικευμένο κύκλο φωτός της ημέρας ή να συνδυάσετε βέλτιστα με το πραγματικό φως της ημέρας.
- Μιμηθείτε τη χρωματική εμφάνιση δημοφιλών παραδοσιακών πηγών φωτός και προσαρμόστε τις νέες πηγές φωτός.
- Παίξτε έναν πιθανό ρόλο στον κερκάρδιο φωτισμό, καθώς το φως πλούσιο σε μπλε μήκη κύματος λειτουργεί ως κερκάρδιο ερέθισμα.



Σχήμα 6.5 Χρονοδιάγραμμα λειτουργίας με βάση τις απαιτήσεις διατήρησης επιπέδου φωτός εργασίας



Εικόνα 6.5 Ρύθμιση CCT

6.3.19 Δημιουργία Δεδομένων

Ορισμένα συστήματα ελέγχου φωτισμού επιτρέπουν τη συλλογή δεδομένων από σημεία ελέγχου συνδεδεμένα μέσω ψηφιακού δικτύου. Το σύστημα μπορεί να μετρήσει ή να εκτιμήσει απευθείας την κατανάλωση ενέργειας ή/και να παρακολουθεί τις παραμέτρους λειτουργίας. Πρόσθετοι αισθητήρες ενδέχεται να συλλέγουν δεδομένα όπως η πληρότητα και η θερμοκρασία. Σε ορισμένα συστήματα ελέγχου

εξωτερικού φωτισμού, ενδέχεται να προστεθούν άλλοι αισθητήρες που συλλέγουν δεδομένα για τα πάντα, από το μονοξείδιο του άνθρακα έως τη χιονόπτωση.

Τα δεδομένα τροφοδοτούνται σε διακομιστή ή στο Cloud για ανάκτηση και χρήση μέσω λογισμικού. Τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας μπορούν να αναλυθούν και να κοινοποιηθούν για διάφορους σκοπούς. Οι συνθήκες παρακολούθησης ενδέχεται να προκαλέσουν συναγερμούς για απόκριση συντήρησης, όπως το παράδειγμα που φαίνεται εδώ.

6.3.20 Απαίτηση απόκρισης

Η ανταπόκριση ζήτησης (DR) περιλαμβάνει τη μείωση της ισχύος φωτισμού είτε κατόπιν αιτήματος του προμηθευτή ρεύματος κατά τη διάρκεια ενός συμβάντος έκτακτης ανάγκης (DR έκτακτης ανάγκης), είτε με βάση την ώρα της ημέρας για την ελαχιστοποίηση του κόστους ζήτησης (οικονομικό DR). Καθώς ένα σημαντικό μέρος του φορτίου φωτισμού του τυπικού κτιρίου δεν μπορεί να απενεργοποιηθεί κατά τις ώρες λειτουργίας, αυτό συνήθως συνεπάγεται μείωση της φωτεινότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΑΛΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΟΥΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Έχει αποδειχθεί επαρκώς ότι το φως μπορεί να μας επηρεάσει τόσο σωματικά όσο και συναισθηματικά. Η έλλειψη φωτός και/ή η παρατεταμένη έκθεση σε ανεπαρκή τεχνητό φωτισμό μπορεί να επηρεάσει την όραση των ανθρώπων. Αυτή η επίδραση είναι ακόμη πιο έντονη μεταξύ των πιο ευαίσθητων ομάδων της κοινωνίας, όπως τα παιδιά στα αναπτυξιακά τους χρόνια.



Εικόνα 7.1 Συνδυασμός τεχνητού και φυσικού φωτισμού σε αναγνωστήριο

Για το λόγο αυτό, είναι εξαιρετικά σημαντικός ο επαρκής φωτισμός στα σχολεία και σε άλλα εκπαιδευτικά κέντρα, όπου οι μαθητές πρέπει να περνούν αρκετές ώρες την εβδομάδα. Εκτός από τις επιπτώσεις στην όραση, αυτή τη στιγμή υπάρχει περισσότερη συζήτηση από ποτέ για τον

μετασχηματισμό των ακαδημαϊκών περιοχών και την πορεία προς την εκπαίδευση. Εκτός από τις νέες μεθόδους διδασκαλίας, όπως ο συνδυασμός μαθημάτων πρόσωπο με πρόσωπο και διαδικτυακών μαθημάτων, μπορούμε να προσθέσουμε την ψηφιοποίηση πολλών εκπαιδευτικών διαδικασιών, τόσο εντός όσο και εκτός της τάξης. Αλλά τι επιπτώσεις θα μπορούσε να έχει ο φωτισμός και ο χώρος σε αυτό το νέο εκπαιδευτικό μοντέλο αποτελεί πεδίο ευρειών συζητήσεων[7]

7.1 Η σημασία του βέλτιστου σχεδιασμού

Η σημασία του σχεδιασμού βέλτιστων λύσεων φωτισμού στον τομέα της εκπαίδευσης δεν πρέπει ποτέ να υποτιμάται, ειδικά καθώς αυτός είναι ο πιο σημαντικός χώρος μάθησης για τα παιδιά καθώς προχωρούν στην ενήλικη ζωή.

Παλαιότερα, πολλά εκπαιδευτικά κτίρια επωφελήθηκαν πλήρως από το φυσικό φως της ημέρας, καθώς οι αίθουσες διδασκαλίας κατασκευάζονταν με έναν ενιαίο πλήρη τοίχο από τζάμια κατά μήκος μιας από τις μακριές πλευρές, που επέτρεπε σημαντικά ποσά φωτός της ημέρας να εισχωρήσει στο χώρο. Για τον ηλεκτρικό φωτισμό, οι αίθουσες διδασκαλίας γενικά φωτίζονταν με λαμπτήρες φθορισμού που έτειναν είτε να είναι στερεωμένα είτε να κρέμονται από την οροφή. Οι αίθουσες διδασκαλίας είχαν γενικά μια διάταξη όπου τα θρανία ήταν σε καθορισμένη θέση για τα μαθήματα με όλους τους μαθητές να κοιτάζουν προς το μπροστινό μέρος της τάξης όπου υπήρχε ένας πίνακας κιμωλίας για εκπαιδευτικούς σκοπούς.

Μια τάξη δεν είναι πλέον μια αίθουσα δραστηριότητας που βασίζεται μόνο στη διάλεξη με τους μαθητές να παρακολουθούν, αλλά είναι ένας εκπαιδευτικός διαδραστικός χώρος που περιλαμβάνει έναν συνδυασμό άμεσης διδασκαλίας από το προσωπικό καθώς και μια τοποθεσία όπου οι μαθητές μπορεί να λειτουργήσει για να ολοκληρώσει εργασίες είτε μεμονωμένα είτε σε ομάδες. Με αυτήν την εξέλιξη, η διάταξη της τάξης δεν χρειάζεται πλέον να είναι διαρρυθμισμένη με μια άκαμπτη

διάταξη, αλλά σε έναν χώρο με την ευελιξία της διάταξης για να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των μαθησιακών στόχων, όπου οι μαθητές τοποθετούνται γενικά σε ομάδες χρησιμοποιώντας ένα κοινό τραπέζι ή όπου υπάρχουν θρανία που ομαδοποιούνται σε μικρές συγκεντρώσεις. Αυτό επιτρέπει την προσαρμογή της διαμόρφωσης του χώρου ώστε να ανταποκρίνεται στις συγκεκριμένες ανάγκες των μαθητών και του διδασκόμενου αντικειμένου.

Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι μαθητές απαιτούν το σωστό περιβάλλον μάθησης και οι μελέτες έχουν δείξει ότι ο καλός φωτισμός βοηθά τις υποσυνείδητες διαδικασίες να ενεργοποιήσουν τη μάθηση. Οι σύγχρονοι χώροι διδασκαλίας χρησιμοποιούνται συχνά για μια ποικιλία διαφορετικών δραστηριοτήτων και μεθόδων διδασκαλίας και την παροχή μιας ποιοτικής λύσης φωτισμού και τη χρήση ελέγχων φωτισμού, το κατάλληλο επίπεδο φωτισμού για τις συγκεκριμένες εργασίες μπορεί εύκολα να επιτευχθεί, το οποίο μπορεί επίσης να προσφέρει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας με τη χρήση συστήματος ελέγχου φωτισμού.

Το φυσικό φως είναι ένας σημαντικός παράγοντας για όλα τα εκπαιδευτικά ιδρύματα, καθώς δεν θεωρείται ωφέλιμο για τους μαθητές να περνούν σημαντικό χρόνο σε χώρους που είτε λαμβάνουν ελάχιστο φως της ημέρας είτε στερούνται εντελώς φυσικό φως, ωστόσο γενικά δεν είναι πάντα δυνατό να παρέχεται μια βέλτιστη λύση για τις αίθουσες διδασκαλίας, αλλά ο προσανατολισμός που παρέχει νότια προς νοτιοανατολική όψη για μια τάξη με σημαντική ποσότητα ανοίγματος προσφέρει μια ιδανική λύση..

Το φως θεωρείται ότι έχει τρεις λειτουργίες για τα ανθρώπινα όντα. Πρώτον, το φως προορίζεται για το οπτικό εφέ, όπου παρέχει άθικτη οπτική λειτουργία για άνεση για να διασφαλίσει ότι οι άνθρωποι και τα αντικείμενα μπορούν να φαίνονται καθαρά, το οποίο παρέχεται επίσης με καλή αντίθεση και είναι χωρίς θάμβωση. Δεύτερον, το φως

επηρεάζει την αντίληψη και τις βιολογικές λειτουργίες υποστηρίζοντας τον κερκάρδιο ρυθμό (ρολόι του σώματος) και έχει μια δυναμωτική ή χαλαρωτική επίδραση σημαντική για την υγεία και την ευεξία παρέχοντας όφελος για τη θετική μάθηση. Τρίτον, το φως επηρεάζει τη συναισθηματική κατάσταση αφού το φως και η σκιά, το χρώμα και η αντίθεση ενισχύουν την αρχιτεκτονική και τον χώρο διαμορφώνοντας και βελτιώνοντας το αισθητικό αποτέλεσμα. Μπορεί να βοηθήσει στον καθορισμό της διάθεσης και της συμπεριφοράς παρέχοντας στους μαθητές μια θετική μαθησιακή εμπειρία.

Ο τεχνητός φωτισμός παρέχει το κρίσιμο στοιχείο για ολόκληρο το εκπαιδευτικό περιβάλλον, παρέχοντας το φωτισμό των εγκαταστάσεων στις οποίες οι μαθητές μπορούν να ευδοκιμήσουν και να αισθάνονται κίνητρα με φωτισμό καλής ποιότητας που κάνει σημαντική διαφορά στην όλη πτυχή της μαθησιακής εμπειρίας.

Για τις τάξεις, δεν υπάρχει μια λύση που να ταιριάζει σε όλους τους τύπους, καθώς η ποικιλία των εκπαιδευτικών κτιρίων κυμαίνεται από το νηπιαγωγείο μέχρι την περαιτέρω εκπαίδευση, και είναι σημαντικό να εξετάζεται κάθε τύπος περιβάλλοντος διαφορετικά καθώς οι απαιτήσεις για μάθηση αλλάζουν καθώς προχωρούν οι μαθητές, πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να αλλάξει και ο φωτισμός.

Κατά το σχεδιασμό της λύσης φωτισμού, είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη η βέλτιστη μορφή φωτισμού και η κατάλληλη διάταξη φωτιστικών για να παρέχει μια λύση φωτισμού που λειτουργεί καλά με οποιαδήποτε διάταξη διατάξης τραπεζιού ή γραφείου και καθώς οι μαθητές εργάζονται σε πολλαπλούς προσανατολισμούς εντός του χώρου, Απαιτήσεις ομοιόμορφου επιπέδου φωτισμού χωρίς σημαντικές διαφορές στις κατακόρυφες τιμές φωτεινότητας έχουν μεγάλη σημασία.



Εικόνα 7.2 Αίθουσα με ομοιόμορφο τεχνητό φωτισμό

Το εξεταζόμενο συμπέρασμα μπορεί να είναι η παροχή τεχνητού φωτισμού που θα επιτρέψει στους μαθητές να εκτελούν τις εργασίες που απαιτούνται από αυτούς αποτελεσματικά μέσα σε ένα ευχάριστο αισθητικό περιβάλλον, αλλά αυτό μπορεί να βασίζεται σε μια σειρά από διαφορετικές πτυχές, παρέχοντας λύσεις φωτισμού που πληροί τις προδιαγραφές και περιλαμβάνει επίσης ένα κατάλληλο σύστημα ελέγχου φωτισμού που μπορεί να προσφέρει τη βέλτιστη λύση φωτισμού για τις πολλές διαφορετικές χρήσεις του χώρου που φωτίζεται. Να επανεξετάσει και να λάβει υπόψη τα νομοθετικά πρότυπα που σχετίζονται με τα εκπαιδευτικά κτίρια, ενώ παράλληλα εξετάζει άλλες πληροφορίες καθοδήγησης, συμπεριλαμβανομένων των λεπτομερειών εξέτασης του φωτός της ημέρας, των εσωτερικών ανακλάσεων στους διαφορετικούς χώρους, της διακύμανσης των υψών του επιπέδου εργασίας, των διαφορετικών επιπέδων φωτισμού,

Όπου υπάρχει ψευδοροφή, πολλά σχολεία προτιμούν μια καθαρή οροφή και για το σκοπό αυτό προτιμούν την εγκατάσταση χωνευτών φωτιστικών, ωστόσο, λαμβάνοντας υπόψη τη θέση των εξαρτημάτων

εντός της οροφής, καθώς οι εξωτερικές σειρές μετακινούνται πιο κοντά στον τοίχο. θα βοηθήσει στην αύξηση του κατακόρυφου φωτισμού στους τοίχους, αποτρέποντας τη μείωση της συγκέντρωσης με αποτέλεσμα την πιθανή κόπωση των κόρης.

Η θάμβωση είναι η οπτική αίσθηση που προκαλείται από την υπερβολική και ανεξέλεγκτη φωτεινότητα μέσα στο οπτικό πεδίο που προκαλεί δυσφορία, καθώς και παρεμβολές και κόπωση. Η θάμβωση εμφανίζεται όταν το φως από τα παράθυρα ή ο ηλεκτρικός φωτισμός είναι πιο έντονος από τον γενικό φωτισμό μέσα στο χώρο και μπορεί να είναι είτε άμεσος είτε ανακλώμενος, με τη θάμβωση να βλάπτει την όραση και να προκαλεί αντιληπτή ενόχληση. Είναι ο υπολογισμός της θάμβωσης δυσφορίας που απαιτείται για τον εσωτερικό φωτισμό. Ως εκ τούτου, είναι σημαντικό οποιαδήποτε εγκατάσταση να λαμβάνει δεόντως υπόψη τη θάμβωση και η επιλογή και η τοποθέτηση του εξοπλισμού έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να επιτυγχάνεται RUGL (δείκτης θάμβωσης) μικρότερο ή ίσο με 19.

Ο φωτισμός εντός της τάξης θα πρέπει να είναι ελεγχόμενος αντί να ρυθμίζεται, καθώς αυτό απλώς αυξάνει ή μειώνει το επίπεδο φωτισμού, ενώ το ελεγχόμενο επιτρέπει πρόσθετες λειτουργίες, όπως η διακύμανση της θερμοκρασίας χρώματος ή του πραγματικού χρώματος για την παραγωγή μιας ποικιλίας σκηνών φωτισμού ευεργετικές για τη μάθηση επεξεργάζομαι, διαδικασία. Είναι σημαντικό να παρέχεται, μόνο με τεχνητό φωτισμό, ένα επίπεδο διατηρούμενου φωτισμού που να ανταποκρίνεται ή να υπερβαίνει αυτό που συνιστάται για την εφαρμογή και το σύστημα ελέγχου φωτισμού μπορεί να προσφέρει τη βέλτιστη λύση με συνδυασμό φωτός ημέρας και ηλεκτρικού φωτός. Η συνολική αντιληπτή φωτεινότητα της τάξης είναι ευεργετική για την ευημερία και την εγρήγορση των μαθητών και είναι ένας συνδυασμός ανακλάσεων και φωτισμών στους τοίχους και την οροφή.

Όπου απαιτείται η εγκατάσταση φωτισμού έκτακτης ανάγκης εντός της τάξης, είναι σημαντικό να επιλέξετε εξοπλισμό που μπορεί να προσφερθεί ως διατηρημένη έκδοση έκτακτης ανάγκης, καθώς αυτό θα προσφέρει μια λύση με την αισθητική εμφάνιση μόνο των ηλεκτρικών φωτιστικών, αλλά εξακολουθεί να προσφέρει τον απαιτούμενο φωτισμό έκτακτης ανάγκης .

Η δημιουργία αυτής της βέλτιστης λύσης φωτισμού για την τάξη είναι πολύ σημαντική καθώς με αυτόν τον τρόπο, ο σχεδιαστής θα παρέχει στους μαθητές μεγαλύτερη ευκαιρία να αναπτυχθούν και να ευδοκιμήσουν σε ένα μέρος που προάγει τη μάθηση, αντί να παρέχει απλώς φωτισμό του χώρου.[8]

7.2 Νέες διδακτικές μέθοδοι: Νέοι τομείς για εμπειρία

Η μάθηση που βασίζεται σε έργα ή στη διερεύνηση έχει γίνει ένα μοντέλο εκπαίδευσης του 21ου αιώνα, μια προσέγγιση που εστιάζει λιγότερο στη μάθηση γεγονότων και περισσότερο στον πειραματισμό και την εμπειρία . Αυτό το νέο μοντέλο έχει σπάσει με το παραδοσιακό πρότυπο εκπαίδευσης με την έννοια ότι επιδιώκει να μεταμορφώσει την τρέχουσα εκπαιδευτική εμπειρία. Δίνει προτεραιότητα στην πολυκατευθυντικότητα και είναι βιωματική, ανθρωπιστική, συνεργατική και πολυεπιστημονική, σε αντίθεση με την πιο δογματική, μονοκατευθυντική, ανταγωνιστική και κατεξοχήν επιστημονική-τεχνολογική παραδοσιακή προσέγγιση.

Αυτή η νέα εκπαιδευτική εμπειρία ή μεθοδολογία απαιτεί μετασχηματισμό των εκπαιδευτικών κέντρων και περιοχών, ακολουθώντας ορισμένα από τα ακόλουθα κριτήρια σχεδιασμού:[7]

- Διαμόρφωση ανοιχτού σχεδίου: ευέλικτοι και τροποποιήσιμοι χώροι, που ενσωματώνουν κινητά χωρίσματα, καθώς και εύκολα στη μετακίνηση, διαμορφώσιμα έπιπλα που μπορούν να προσαρμοστούν σε οποιαδήποτε κατάσταση και περιοχή.

- Η ενσωμάτωση φυσικών στοιχείων στις τάξεις, ενισχύοντας την απόκτηση φυσικού φωτός.
- Χώροι που επιτρέπουν την εργασία έργου , συμπεριλαμβανομένων διαφορετικών περιβαλλόντων εντός της τάξης.
- Η πολυεπιστημονικότητα και η ετερογένεια ως βάση της χωρικής εννοιολόγησης, προσφέροντας έτσι ένα ευρύ φάσμα χωρικών τυπολογιών, επιτρέποντας διαφορετικές κλίσεις ιδιωτικότητας και συγκέντρωσης, και συμπεριλαμβανομένων χώρων που ενθαρρύνουν τη συνεργατική εργασία και τη δημιουργικότητα, καθώς και αυτούς που έχουν σχεδιαστεί για την προώθηση της συζήτησης ή δημόσιες παρουσιάσεις κ.λπ.
- Προσαρμογή στον ατομικό ρυθμό μάθησης των ανθρώπων .

Εκτός από την προαναφερθείσα χωρική διαμόρφωση, οι περιβαλλοντικές συνθήκες στα σχολεία και σε άλλα εκπαιδευτικά ιδρύματα διαδραματίζουν θεμελιώδη ρόλο στη γνωστική διαδικασία. Η άνεση δεν πρέπει με κανέναν τρόπο να αποτελεί πηγή απόσπασης της προσοχής για τους δασκάλους και τα παιδιά και δεν πρέπει να παραμελεί κανένα από τα ακόλουθα στοιχεία: [7]

- Ποιότητα αέρα
- Ποιότητα νερού
- Ακουστική άνεση
- Θερμική άνεση
- Άνετος φωτισμός

7.3 Πως ο φωτισμός επηρεάζει τους χώρους μάθησης και εκπαιδευτικούς χώρους

Ο φωτισμός είναι ένα θεμελιώδες στοιχείο που έχει σημαντική επίδραση στην εκπαιδευτική εμπειρία. Οι αίθουσες διδασκαλίας με παροχή φυσικού φωτός και που συμπληρώνονται από επαρκές τεχνητό φως, παρέχουν αυτό που ονομάζουμε δυναμικό φωτισμό, ο οποίος είναι ικανός να προσαρμόζεται στον βιολογικό και συναισθηματικό ρυθμό των μαθητών. Ως αποτέλεσμα, υπάρχει μια βελτιωμένη εκπαιδευτική

εμπειρία, η οποία επηρεάζει τόσο τη συναισθηματική όσο και τη γνωστική συμπεριφορά των μαθητών, αυξάνοντας με τη σειρά τους τα επίπεδα συγκέντρωσης και κινήτρων τους.

Πιλοτικές μελέτες, όπως αυτές που πραγματοποιήθηκαν από τον καθηγητή Schulte-Markwort, στην Κλινική Ψυχολογίας Παιδιού και Νέων σε ένα νοσοκομείο του Αμβούργου, έχουν δείξει ότι ο σωστός φωτισμός στην τάξη, όσον αφορά την ένταση, τη θερμοκρασία χρώματος και τον δυναμισμό, συμβάλλει στην αύξηση της ανάγνωσης. ταχύτητα κατά 35%, ενώ, ταυτόχρονα, μειώνονται τα σφάλματα κατανόησης κατά 45%. Με τον ίδιο τρόπο, φάνηκε επίσης ότι ο ζεστός φωτισμός μείωσε την υπερκινητικότητα στην τάξη έως και 76%.

Η σημασία του καλού φωτισμού στις τάξεις και σε άλλα εκπαιδευτικά κέντρα και χώρους εξαρτάται από το γεγονός ότι το φως δεν μας επηρεάζει μόνο οπτικά, αλλά έχει επίσης αντίκτυπο σε διαφορετικά φυσικά και συναισθηματικά χαρακτηριστικά, με βάση τα χαρακτηριστικά του ίδιου του φωτός, επηρεάζοντας έτσι σχολική επίδοση μαθητών.

Ο φωτισμός στα εκπαιδευτικά κέντρα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τη θερμοκρασία χρώματος όταν αποφασίζει πώς θα διαμορφωθούν οι διάφορες περιοχές.

Η ύπαρξη ολοένα και πιο ευέλικτων και ευέλικτων χώρων στα σχολεία, όπως είδαμε παραπάνω, και η κατανόηση της σημασίας που παίζει το φως σε αυτούς, σημαίνει ότι οι λύσεις φωτισμού στα σχολεία θα πρέπει επίσης να έχουν την ίδια ευελιξία. Εξαιτίας αυτού, πρέπει να παρέχουμε στις τάξεις συστήματα φωτισμού που επιτρέπουν τον έλεγχο και τη ρύθμιση διαφορετικών επιλογών φωτισμού:[7]

- Δημιουργία δυναμικού κερκιδίου φωτισμού, με τη μεταβολή της θερμοκρασίας χρώματος και της φωτεινής ροής, και με τη χρήση βελτιστοποιημένων κερκιδίων τεχνολογιών, μαζί με φασματική κατανομή παρόμοια με αυτή του ηλιακού φωτός, βελτιώνοντας

έτσι τον συγχρονισμό των βιολογικών ρυθμών τόσο στα παιδιά όσο και στους δασκάλους .

- Έχοντας συγκεκριμένες επιλογές φωτισμού, προσαρμοσμένες σε καθεμία από τις διαφορετικές εμπειρίες που λαμβάνουν χώρα στην τάξη. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες μπορούν να δημιουργήσουν περιβάλλοντα που είναι πιο ευνοϊκά είτε για δημιουργικότητα, ανάπαυση ή συγκέντρωση, και καθεμία από αυτές τις καταστάσεις απαιτεί διαφορετικά χαρακτηριστικά φωτισμού.

Αυτές οι επιλογές φωτισμού μπορούν να μας βοηθήσουν να δημιουργήσουμε μια ατμόσφαιρα που θα προάγει τη χαλάρωση (μέσω ζεστού χαμηλού φωτισμού 2700 K) σε μεταβατικές ώρες της ημέρας, όπως όταν τα παιδιά επιστρέφουν στην τάξη μετά από όλη τη δραστηριότητα του διαλείμματος. Αυτό θα τους βοηθήσει να είναι σε θέση να συγκεντρωθούν ξανά, μέσω της προοδευτικής αλλαγής σε έναν πιο ψυχρό, αλλά πιο έντονο φωτισμό (4000-5000 K).

Ο σωστός φωτισμός υπερβαίνει την απλή συμμόρφωση με τα απαραίτητα επίπεδα φωτός για να μπορούμε να βλέπουμε και να εκτελούμε αποτελεσματικά τις απαραίτητες δραστηριότητες. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα στην έκθεση «Ευρωπαϊκό Πρότυπο για τον Φωτισμό Εσωτερικών Χώρων» (UNE 12464.1), η οποία είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση «ποιότητας και οπτικής άνεσης» και «δημιουργίας ευχάριστων, άνετων περιβαλλόντων για τους χρήστες».

7.4 Η σημασία του καλού φωτισμού για τους μαθητές

Η εξασφάλιση εξαιρετικής οπτικής άνεσης σε χώρους και χώρους όπου οι χρήστες περνούν μεγάλες χρονικές περιόδους είναι πολύ σημαντική τόσο για το ανθρώπινο μάτι όσο και για το νευρικό σύστημα. Αυτό είναι ακόμη πιο σημαντικό για τα παιδιά που βρίσκονται σε περίοδο ανάπτυξης .

Για παράδειγμα, ο έλεγχος της θάμβωσης, είτε άμεση (από το ίδιο το φωτιστικό), είτε έμμεσος, είναι μια από τις πτυχές που επηρεάζουν περισσότερο την οπτική άνεση, καθώς μπορεί να προκαλέσει κόπωση ή άγχος.

Είναι σημαντικό να δοθεί προτεραιότητα:[7]

- Η χρήση φωτιστικών με επαρκή έλεγχο θάμβωσης για να ευνοήσει τα χαμηλά επίπεδα θάμβωσης (UGR) σε κάθε δεδομένη περιοχή.
- Φωτιστικά χωρίς φωτεινή μαρμαρυγή.

Στην περίπτωση των νηπίων και των μαθητών του δημοτικού σχολείου, είναι σημαντικό να δοθεί προσοχή στον παρεχόμενο φωτισμό και να εξεταστεί το εύρος του και η σχέση του με το περιβάλλον. Το ύψος των ματιών των παιδιών μαζί με τη μεγαλύτερη ευαισθησία τους στις εκπομπές «μπλε» φωτός (όπως βρίσκονται σε περίοδο ανάπτυξης) τα καθιστούν πιο ευάλωτα στην άμεση θάμβωση. Σε αυτές τις περιπτώσεις, συνιστάται η χρήση φωτιστικών που ταξινομούνται ως "Εξαιρούνται από φωτοβιολογικό κίνδυνο - Ομάδα 0" σύμφωνα με το πρότυπο UNE 62471, ένα πρότυπο που αξιολογεί τον κίνδυνο οφθαλμικής ή δερματολογικής βλάβης από λάμπες ή φωτιστικά. Επιπλέον, θα πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στον έμμεσο φωτισμό.

Κατά τα πρώτα χρόνια της ζωής του παιδιού, που συμπίπτουν με τον πρώτο και τον δεύτερο κύκλο της νηπιακής εκπαίδευσης, αναπτύσσουν, σε γνωστικό επίπεδο, την αντίληψη του χώρου και τη συμβολική ή αφηρημένη αναπαράσταση, καθώς και σταδιακά αποκτούν σχέσεις προσανατολισμού και προοπτικής. Για το λόγο αυτό, η ύπαρξη πηγών φωτός με καλή χρωματική αναπαραγωγή επιτρέπει στα παιδιά να ζουν και να βιώνουν το περιβάλλον τους μέσα από τα υλικά, τα σχήματα και τα χρώματα του, βελτιώνοντας τη γνωστική τους ανάπτυξη **και** τη σχέση τους με το περιβάλλον τους.

7.5 Δέσμευση για την ευκαιρία των ανθρώπων και τη φροντίδα για το περιβάλλον

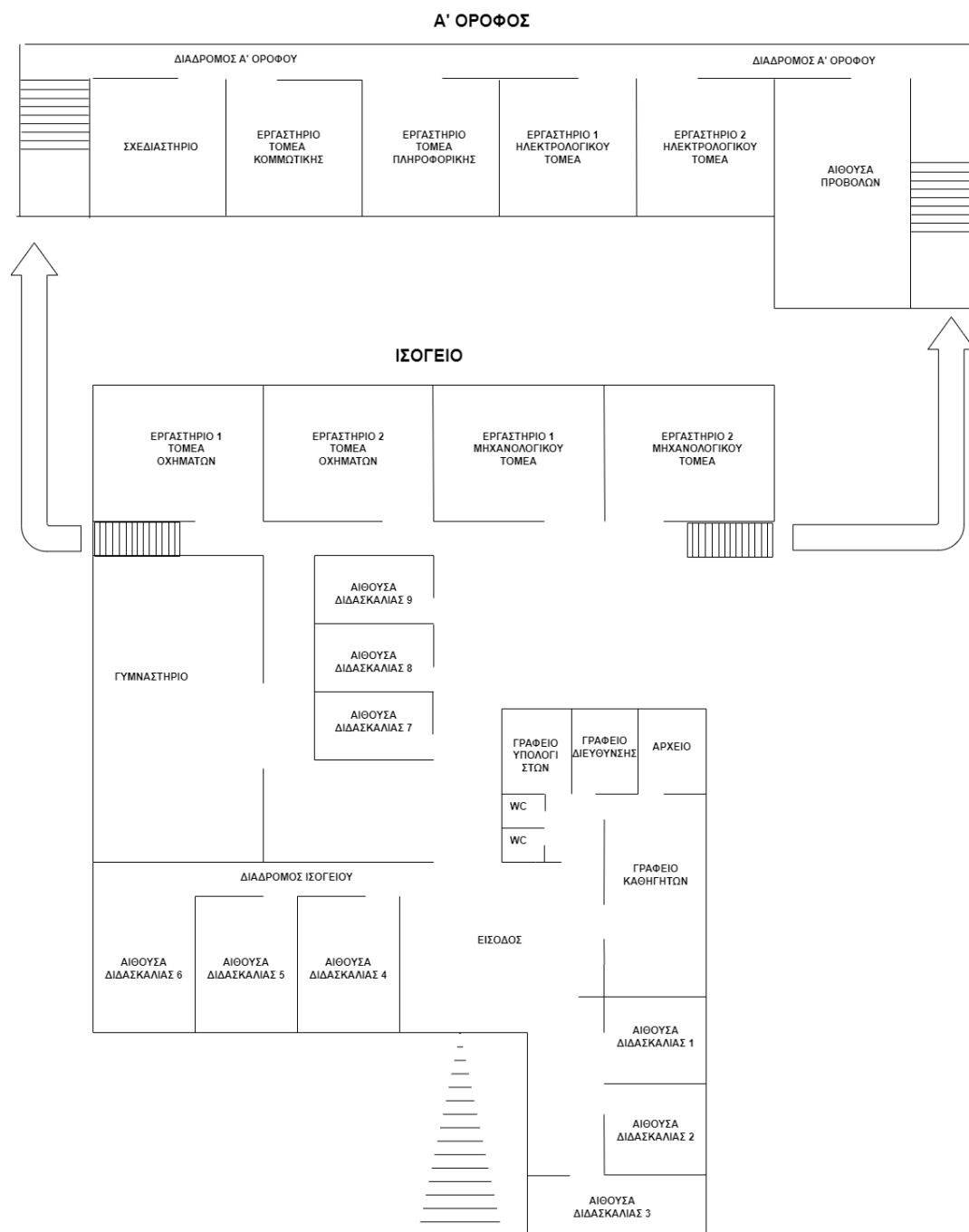
Εκτός από την παροχή καλύτερης εκπαιδευτικής εμπειρίας, ο φωτισμός πρέπει να πληροί τις υψηλότερες απαιτήσεις **βιωσιμότητας**. Η τεχνολογία LED μας επέτρεψε να μειώσουμε την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, καθιστώντας τις εγκαταστάσεις όλο και πιο ενεργειακά αποδοτικές. Επιπλέον, η απουσία υδραργύρου στην κατασκευή του ήταν ένας θετικός παράγοντας σε σύγκριση με άλλες απαρχαιωμένες πηγές φωτός όπως ο φθορισμός.

Ωστόσο, πρέπει επίσης να λάβουμε υπόψη άλλους σχετικούς παράγοντες στην αναζήτηση λύσεων ολοένα και πιο φιλικών προς το περιβάλλον, όπως η χρήση φωτιστικών σχεδιασμένων με κριτήρια **οικολογικού σχεδιασμού**, τα οποία θεωρούνται αρθρωτά στοιχεία που μπορούν να διαχωριστούν για επακόλουθη επαναχρησιμοποίηση και αυτά που χρησιμοποιούν ανακυκλωμένα υλικά, συμβάλλοντας έτσι στη **μείωση του αποτυπώματος άνθρακα**. Τα φωτιστικά των λαμπτήρων συμμορφώνονται σε μεγάλο βαθμό με αυτές τις λύσεις, καθώς είναι κατασκευασμένα από ανακυκλωμένο εξωθημένο αλουμίνιο, που σημαίνει μείωση 70% στις εκπομπές CO₂ που εκπέμπονται κατά την κατασκευή τους και χρησιμοποιούν μόνο το 5% της ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε στην αρχική διαδικασία[7]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

Παρακάτω φαίνεται η κάτοψη του προς μελέτη σχολικού συγκροτήματος και ακολουθεί ένας πίνακας όπου καταγράφονται όλα τα φωτιστικά



8.1 Υφιστάμενη κατάσταση

Πίνακας 8-1 Τα χρησιμοποιηθέντα φωτιστικά

ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ	ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	ΙΣΧΥΣ	ΦΩΤΕΙΝΗ ΡΟΗ
 <p>APOLLO Direct</p>	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	140W	10400lm
 <p>OSRAM, Diffused Elliptical SON-E Sodium Lamp</p>	ΝΑΤΡΙΟΥ	70W	5600lm


ΧΩΡΟΣ	ΠΛΗΘΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	ΙΣΧΥΣ
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 1	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×140
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 2	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×140
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 3	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×140
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	8	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	8×140

4			
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	8	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	8×140
5			
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	8	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	8×140
6			
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×140
7			
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×140
8			
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×140
9			
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 1 ΤΟΜΕΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	12	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	12×140
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 2 ΤΟΜΕΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	12	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	12×140
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 1 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ	12	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	12×140
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 2 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ	12	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	12×140
ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΡΙΟ	10	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	10×140
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΟΜΕΑ ΚΟΜΜΩΤΙΚΗΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×140
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΟΜΕΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×140
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 1 ΤΟΜΕΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×140
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 2 ΤΟΜΕΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×140
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ	12	ΝΑΤΡΙΟΥ	12×75
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ ΤΟΥΑΛΕΤΕΣ	4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	4×140
	3	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	3×140

ΓΡΑΦΕΙΟ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	2	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	3×140
ΓΡΑΦΕΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	2	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	2×140
ΑΡΧΕΙΟ	2	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	2×140
ΓΡΑΦΕΙΟ ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	8	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	8×140
ΕΙΣΟΔΟΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×140
ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ	4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	4×140
ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΑ ΠΡΟΣ Α' ΟΡΟΦΟ	4+4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	8×140
ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ Α' ΟΡΟΦΟΥ	10	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	10×140
			27640

8.2 Νέα εγκατάσταση (αντικατάσταση προγενέστερων φωτιστικών)

Πίνακας 8-2 Τα καινούρια φωτιστικά

ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ	ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ	ΙΣΧΥΣ	ΦΩΤΕΙΝΗ ΡΟΗ
	LED	2×29W	10110m
Lina_Led (Petridis)			
	LED	75W	10000lm
CoreLine Batten(Philips)			
	LED	35W	5000lm

TrueForce Core LED (Philips)

Τα φωτιστικά Lina_led της εταιρείας Petridis θα αντικαταστήσουν τα φωτιστικά των εργαστηρίων του ισογείου (μηχανολογικού τομέα και τομέα οχημάτων). Η επιλογή έγινε διότι τα συγκεκριμένα φωτιστικά είναι ανθεκτικά σε υγρασία και κρούσεις.

Για το γυμναστήριο θα γίνει αντικατάσταση μόνο των λαμπτήρων Νατρίου με τον λαμπτήρα TrueForce Core LED (Philips).

Τα φωτιστικά CoreLine Trunking Gen2 (Philips) θα αντικαταστήσουν τα φωτιστικά των υπόλοιπων χώρων

Και οι τρεις επιλογές είναι ενεργειακά πολύ πιο χαμηλές σε σχέση με τα αρχικά φωτιστικά αλλά έχουν επίσης επιλεγεί ώστε η φωτεινή τους ροή να είναι ίδια με τα αρχικά φωτιστικά. Έτσι οι χώροι θα είναι το ίδιο φωτισμένοι και μετά την αντικατάσταση

ΧΩΡΟΣ	ΠΛΗΘΟΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ	ΤΥΠΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ	ΙΣΧΥΣ
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 1	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×75
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 2	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×75
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 3	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×75
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 4	8	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	8×75
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 5	8	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	8×75
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 6	8	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	8×75
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 7	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×75
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 8	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×75
ΑΙΘΟΥΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ 9	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×75
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 1 ΤΟΜΕΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	12	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	12×58
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 2 ΤΟΜΕΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	12	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	12×58
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 1 ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ	12	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	12×58

ΤΟΜΕΑ			
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 2			12×58
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΥ	12	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	
ΤΟΜΕΑ			
ΣΧΕΔΙΑΣΤΗΡΙΟ	10	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	10×75
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΟΜΕΑ			6×75
ΚΟΜΜΩΤΙΚΗΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΟΜΕΑ			6×75
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 1 ΤΟΜΕΑ			6×75
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ 2 ΤΟΜΕΑ			6×75
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	
ΓΥΜΝΑΣΤΗΡΙΟ	12	ΝΑΤΡΙΟΥ	12×35
ΑΠΟΔΥΤΗΡΙΑ	4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	4×75
ΤΟΥΑΛΕΤΕΣ	3	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	3×75
ΓΡΑΦΕΙΟ			3×75
ΔΙΕΥΘΥΝΤΗ	2	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	
ΓΡΑΦΕΙΟ			2×75
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ	2	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	
ΑΡΧΕΙΟ	2	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	2×75
ΓΡΑΦΕΙΟ			8×75
ΚΑΘΗΓΗΤΩΝ	8	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	
ΕΙΣΟΔΟΣ	6	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	6×75
ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ			4×75
ΙΣΟΓΕΙΟΥ	4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	
ΚΛΙΜΑΚΟΣΤΑΣΙΑ			8×75
ΠΡΟΣ Α' ΟΡΟΦΟ	4+4	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	
ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ Α'			10×75
ΟΡΟΦΟΥ	10	ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	
			13929

8.3 Τεχνοοικονομική μελέτη

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται τα ποσά που θα πληρωθούν στον πάροχο ηλεκτρικής ενέργειας για το διάστημα ενός έτους (τρεις εκκαθαριστικοί) και για τις τρεις περιπτώσεις ηλεκτρικής εγκατάστασης που παρουσιάστηκαν. Για τον υπολογισμό των ποσών, υπολογίστηκε η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει κάθε σύστημα

- Κατανάλωση ενέργειας αρχικής εγκατάστασης

$$E_{\text{ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ}} = 27640W \times 1080h = 29851kWhrs$$

- Κατανάλωση ενέργειας τελικής εγκατάστασης

$$E_{\text{ΤΕΛΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ}} = 13929W \times 1080h = 15043kWhrs$$

Σημείωση: Θεωρήθηκε ότι το σχολικό συγκρότημα λειτουργεί επί 9 μήνες, 5 ημέρες την εβδομάδα και 6 ώρες την ημέρα, οπότε οι ώρες λειτουργίας προκύπτουν $9 \times 4 \times 5 \times 6 = 1080$ ώρες

Οι υπολογισμοί του Πίνακα 5-5 πραγματοποιήθηκαν με βάση τον τιμοκατάλογο της ΔΕΗ για επαγγελματικό τιμολόγιο Γ21

Πίνακας 8-3 Οι τιμές για επαγγελματικό τιμολόγιο Γ21

Χρεώσεις Προμήθειας ΔΕΗ (με ισχύ από 01.09.2019)	Τιμές
Χρέωση Παγίου	0,60 ανά μήνα
Χρέωση Ενέργειας	0,12269 € / kWh
Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις	
ΑΔΜΗΕ : ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ Η/Ε (ισχύ από 01.01.2017)	
Μοναδιαία Πάγια Χρέωση Ισχύος (ΜΠΧ)	(0,53 € / kVA) x ΣΙ ανά έτος
Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση Ενέργειας (ΜΜΧ)	0,00477 € / kWh
ΔΕΔΔΗΕ : ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ Η/Ε (ισχύ από 01.01.2017)	
Μοναδιαία Πάγια Χρέωση Ισχύος (ΜΠΧ)	(1,47 € / kVA) x ΣΙ ανά έτος
Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση Ενέργειας (ΜΜΧ)	0,0190 € / kWh
ΥΚΩ : Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας	0,01824 € / kWh
ΕΤΜΕΑΡ : Ειδικό Τέλος Μείωσης Εκπομπών Αερίων Ρύπων	0,01700€ / kWh
Λοιπές Χρεώσεις	0,00007 € / kWh
ΕΦΚ: Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης	0,0050 € / kWh

Όπου:

kVA:

η Συμφωνημένη Ισχύς (ΣΙ) της παροχής

Ημέρες:

ο αριθμός των ημερών της περιόδου κατανάλωσης

kWh (κιλοβατώρα):

η ενέργεια που καταναλώθηκε στη συγκεκριμένη περίοδο κατανάλωσης

Έτος: 365 ημέρες

Πίνακας 8-4 Παράδειγμα υπολογισμού λογαριασμού για επαγγελματικό τιμολόγιο Γ21

Ανάλυση Λογαριασμού				
Χρέωση Παγίου (τιμή x συντ. αναγωγής ημερών):	0,60 € x (120/30) =		2,4	2,40 €
Χρέωση Ενέργειας (kWh x τιμή):			1.200	0,12269
ΧΡΕΩΣΕΙΣ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ ΔΕΗ:				149,63 €
ΑΔΜΗΕ : ΔΙΚΤΥΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ Η/Ε				
[ΜΠΧ (€ / kVA & έτος) x kVA x Ημέρες / 365] + [kWh x ΜΜΧ (€ / kWh)] =				
0,53	8	120	365	1.200
				0,00477
				7,12 €
ΔΕΔΔΗΕ : ΔΙΚΤΥΟ ΔΙΑΝΟΜΗΣ Η/Ε				
[ΜΠΧ (€ / kVA & έτος) x kVA x Ημέρες / 365] + [kWh x ΜΜΧ (€ / kWh)] =				
1,47	8	120	365	1.200
				0,0190
				26,67 €
ΥΚΩ : ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ: (kWh x τιμή) =				
			1.200	0,01824
				21,89 €
ΕΤΜΕΑΡ : ΕΙΔΙΚΟ ΤΕΛΟΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ (kWh x τιμή) =				
			1.200	0,017
				20,40 €
ΛΟΙΠΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ: (kWh x τιμή) =				
			1.200	0,00007
				0,08 €
ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ:				76,16 €
ΕΙΔΙΚΟΣ ΦΟΡΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (ΕΦΚ): (kWh x Τιμή) =				
			1.200	0,0050
				6,00 €
ΕΙΔΙΚΟ ΤΕΛΟΣ 5%: (Χρεώσεις Προμήθειας ΔΕΗ+Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις - ΕΤΜΕΑΡ + ΕΦΚ) x 5% =				
149,63 €	76,16 €	-20,40 €	6,00 €	5/1000
				1,06 €
ΦΠΑ: (Χρεώσεις Προμήθειας ΔΕΗ + Ρυθμιζόμενες Χρεώσεις + ΕΦΚ) x 6% =				
149,63 €	76,16 €	6,00 €	6/100	
				13,91 €
ΣΥΝΟΛΟ ΔΞΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ + ΕΦΚ + ΕΙΔΙΚΟ ΤΕΛΟΣ 5% + ΦΠΑ:				246,75 €

Πίνακας 8-5 Υπολογισμός ποσών στη διάρκεια ενός έτους

<i>ΕΙΛΟΣΧΡΕΩΣΗΣ</i>	<i>ΑΡΧΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</i>	<i>ΤΕΛΙΚΗ ΧΩΡΙΣ ΦΦ</i>	<i>ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</i>
<i>Χρέωση παγίου</i>	$0.6 \times 12 = 7.2$	$0.6 \times 12 = 7.2$	
<i>Χρέωση ηλεκτρικής ενέργειας</i>	$29851 \times 0.12269 = 3662.4$	$15043 \times 0.12269 = 1845.6$	
ΣΥΝΟΛΟ ΧΡΕΩΣΕΩΝ ΠΡΟΜΗΘΕΙΑΣ ΔΕΗ			
	3669.6		1852.8
<i>ΑΔΜΗΕ</i>	$0.53 \times 8 \times 1 + 29851 \times 0.00477 = 147$	$0.53 \times 8 \times 1 + 15043 \times 0.00477 = 76.1$	
<i>ΔΕΔΔΗΕ</i>	$1.47 \times 8 + 29851 \times 0.019079 = 79$	$1.47 \times 8 + 15043 \times 0.019079 = 297.577$	
<i>ΥΚΩ</i>	$29851 \times 0.01824 = 555.5$	$15043 \times 0.01824 = 274.38$	
<i>ΕΤΜΕΑΡ</i>	$29851 \times 0.017 = 507.5$	$15043 \times 0.017 = 255.731$	
<i>ΛΟΙΠΕΣ ΧΡΕΩΣΕΙΣ</i>	$291851 \times 0.00007 = 2.09$	$15043 \times 0.00007 = 1.05$	
ΣΥΝΟΛΟ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΩΝ ΧΡΕΩΣΕΩΝ	1791		904.838
<i>ΕΦΚ</i>	$29851 \times 0.0050 = 149.255$	$15043 \times 0.0050 = 75.215$	
<i>ΕΙΔΙΚΟ ΤΕΛΟΣ 5%</i>	$(3669.6 + 1791 + 507.5 + 149.255) \times 5/1000 = 25.5$	$(1852.8 + 904.838 + 255.731 + 75.215) \times 5/1000 = 12.9$	
<i>ΦΠΑ</i>	$(3669.6 + 1791 + 149.255) \times 6/100 = 33.66$	$(1852.8 + 904.838 + 75.215) \times 6/100 = 11.7$	
ΣΥΝΟΛΟ ΕΙΔΙΚΩΝ ΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΦΠΑ	208.415		99.815
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΠΟΣΟ	5669		2857.45

Στη συνέχεια πραγματοποιείται υπολογισμός της αγοράς του εξοπλισμού και των εργατικών

Φωτιστικό	Τιμή Μονάδας	Συνολικό κόστος
CoreLine Trunking Gen2	110	110×139=15290€
LINA_LED (PETRIDIS)	55€	55×48=2640€
TrueForce Core LED	32	32×12=384€
Συνολικό κόστος φωτιστικών		18314€

Για την εγκατάσταση του εξοπλισμού, θεωρείται ότι το ημερομίσθιο ενός ηλεκτρολόγου και του βοηθού του είναι συνολικά 140€ (8 ώρες/ημέρα) και ότι κάθε ώρα μπορούν να ολοκληρώνουν την τοποθέτηση 4 φωτιστικών.

Άρα σε μία μέρα είναι δυνατόν να τοποθετηθούν 32 φωτιστικά. Οπότε για την τοποθέτηση όλων των φωτιστικών θα χρειαστούν

$$(139+48)/32=5.8 \text{ άρα } 6 \text{ ημέρες}$$

Σε αυτό το διάστημα θα γίνει και η αντικατάσταση των λαμπτήρων του γυμναστηρίου που δεν λήφθηκαν υπόψη στον παραπάνω υπολογισμό διότι αντικαθίστανται άμεσα με τοποθέτηση στην προγενέστερη λυχνιολαβή (ντουί) χωρίς να απαιτείται πρόσθετος εξοπλισμός.

Οπότε το κόστος των εργατικών ανέρχεται σε $140 \times 6 = 840€$

Το ολικό κόστος αγοράς και αντικατάστασης των φωτιστικών ανέρχεται σε $18314+840=19154€$

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω κόστη μπορεί να υπολογισθεί ο χρόνος απόσβεσης της νέας εγκατάστασης

ΧΡΟΝΟΣ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ}}{\text{ΚΟΣΤΟΣ}_{\text{ΗΛ.ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΡΙΝ}} - \text{ΚΟΣΤΟΣ}_{\text{ΗΛ.ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕΤΑ}}} \\ &= \frac{19154}{5669 - 2857.45} = 6.81 \text{ ΕΤΗ} \end{aligned}$$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-7/2021 ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ Α' έκδοση Αθήνα, Απρίλιος 2021

[2] Energy efficiency directive

https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-targets-directive-and-rules/energy-efficiency-directive_en

[3]

https://eclass.uth.gr/modules/document/file.php/ARCH_U_206/5th_Technology_Lamps.pdf.

[4] What is Flicker in Relation to Lighting?

<https://www.nvcuk.com/technical-support/view/what-is-flicker-in-relation-to-lighting-2>

[5] Glare – types and definition

<https://www.erco.com/en/designing-with-light/lighting-knowledge/visual-perception/glare-7462/>

[6] Introduction to Lighting Controls

<https://lightingcontrolsassociation.org/2017/07/21/introduction-to-lighting-controls/>

[7] The importance of good lighting in educational centres

https://www.lamp.es/en/news/the-importance-of-good-lighting-in-educational-centres_500258

[8] Lighting for Education – the Classroom

<https://ansell-lighting.com/en/articles/technical/lighting-for-education-the-classroom>