



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

**Πρόταση Ενεργειακού Κανονισμού
για τον εσωτερικό φωτισμό κτιρίων
επαγγελματικής χρήσης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημήτρης Κ. Λιοτατής

Επιβλέπων : Φραγκίσκος Β. Τοπαλής
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2008



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

**Πρόταση Ενεργειακού Κανονισμού
για τον εσωτερικό φωτισμό κτιρίων
επαγγελματικής χρήσης**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Δημήτρης Κ. Λιοτατής

Επιβλέπων : Φραγκίσκος Β. Τοπαλής
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 8^η Οκτωβρίου 2008.

.....

Φ. Τοπαλής

Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....

Σ. Παπαθανασίου

Επ. Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....

Σ. Καβατζά

Λέκτορας Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2008

.....

Δημήτρης Κ. Λιοτατής

— — — —

Copyright © Δημήτρης Κ. Λιοτατής, 2008.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η πρόταση ενός ενεργειακού κανονισμού για τον εσωτερικό φωτισμό κτιρίων επαγγελματικής χρήσης, ικανού να επιτύχει αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας όσον αφορά το φωτισμό ενός κτιρίου.

Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται μια γενική επισκόπηση της φιλοσοφίας και των μεθόδων, που αναλύονται. Στο 2^ο κεφάλαιο εξηγείται η διαδικασία που συνίσταται να ακολουθείται κατά το σχεδιασμό του φωτισμού και κατά πώς οι απαιτήσεις του κανονισμού τον επηρεάζουν.

Στη συνέχεια, στο 3^ο κεφάλαιο αναλύεται η καθοδηγητική προσέγγιση και οι τρεις μέθοδοι (Μέθοδος Ενιαίου Κτιρίου, Μέθοδος Κατηγορίας Περιοχής και Προσαρμοσμένη Μέθοδος) υπολογισμού της επιτρεπόμενης ισχύος φωτισμού για ένα κτίριο και δίνονται κάποια παραδείγματα εφαρμογής της κάθε μιας. Στο 4^ο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για το πώς με την ανάπτυξη του κατάλληλου λογισμικού μπορεί να αξιοποιηθεί η αποδοτική προσέγγιση.

Ακολούθως, στο 5^ο κεφάλαιο εξηγείται ο υπολογισμός της πραγματικής ισχύος φωτισμού και το πώς αυτή ρυθμίζεται μέσω των πιστώσεων ελέγχου φωτισμού, ανάλογα με το αν εγκαθίστανται προαιρετικές συσκευές αυτομάτου ελέγχου φωτισμού και οι οποίες πιστώσεις βασίζονται στους παράγοντες ρύθμισης ισχύος (PAF-Power Adjustment Factors).

Επιπλέον, στο 6^ο κεφάλαιο αναλύονται κάποιες επιπρόσθετες παράμετροι, οι οποίες είναι δυνατόν να απλοποιήσουν τη διαδικασία και τέλος, ακολουθούν κάποια γενικά συμπεράσματα που προκύπτουν από το σύνολο της παρούσας εργασίας και κάποιες προτάσεις, που είναι απόρροια αυτών των συμπερασμάτων.

Λέξεις κλειδιά

Ενεργειακός κανονισμός, ισχύς φωτισμού, Καθοδηγητική προσέγγιση, Μέθοδος Ενιαίου Κτιρίου, Μέθοδος Κατηγορίας Περιοχής, Προσαρμοσμένη Μέθοδος, Αποδοτική προσέγγιση, πιστώσεις ελέγχου φωτισμού, παράγοντες ρύθμισης ισχύος.

Abstract

The main purpose of this dissertation is to suggest energy efficiency compliance manual for interior lighting of non-residential buildings, capable to achieve remarkable reduction of the electricity provides in the building for the lighting.

The 1st chapter presents the general idea and an overview on the methods explained. The 2nd chapter explains the procedure, which is recommended during the design of lighting in a building and how the requirements of this manual affect on the design.

The 3rd chapter explains the prescriptive approach and the three methods (Complete Building Method, Area Category Method and Tailored Method) used to calculate the allowed lighting power in the building. Also some examples are given for each method. The 4th chapter provides a brief description how the implementation of probable software can take advantage of performance approach.

Then the 5th chapter explains the calculation procedure of the actual lighting power and how this power regulated through the lighting control credits. These credits are depended to which optional lighting controls are installed in the building and are based to the power adjustment factors (PAFs).

Furthermore, the 6th chapter contains some further additions helping simplifying the whole procedure and finally, follow some general conclusions that result from the present work and some propositions, which result from the conclusions.

KeyWords

Energy efficiency standards, energy compliance manual, lighting power, prescriptive approach, Complete Building Method, Area Category Method, Tailored Method, Performance approach, lighting credits, power adjustment factors.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Φ.Β.Τοπαλή για την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής,
την καθοδήγηση και την πολύτιμη βοήθεια του.

Επίσης τους γονείς μου Κώστα και Χρυσούλα για όλα όσα μου έχουν προσφέρει.

Περιεχόμενα

Περίληψη	5
Λέξεις κλειδιά.....	5
Abstract	6
KeyWords	6
Εισαγωγή.....	13
1. Επισκόπηση.....	15
1.1 Ανταλλαγή φορτίων φωτισμού.....	17
1.2 Αιτήσεις, Εξέταση σχεδίων, Επιθεώρηση και Έλεγχος έγκρισης.....	17
2. Διαδικασία για τον σχεδιασμό του φωτισμού	19
2.1 Υποχρεωτικά μέτρα.....	19
2.2 Πιστοποίηση του εξοπλισμού φωτισμού.....	19
2.3 Συστήματα αυτομάτου ελέγχου φωτισμού.....	20
2.3.1 Αυτόματοι χρονοδιακόπτες	20
2.3.2 Αισθητήρες Παρουσίας.....	20
2.3.3 Αισθητήρες ελέγχου φυσικού φωτισμού	20
2.3.4 Αστρονομικοί χρονοδιακόπτες πολλαπλών στάθμων.....	22
2.3.5 Αυτόματοι αισθητήρες φυσικού φωτισμού πολλαπλών στάθμων	24
2.3.6 Αστρονομικοί χρονοδιακόπτες εξωτερικών χώρων	25
2.3.7 Εγκατάσταση σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.....	25
2.3.8 Πιστοποιημένοι λαμπτήρες, στραγγαλιστικά πηνία (ballasts) και φωτιστικά.....	26
2.4 Έλεγχος περιοχών.....	27
2.4.1 Χειρισμός φωτισμού περιοχών.....	27
2.4.2 Ειδικός φωτισμός προβολής.....	33

2.5 Συστήματα Ελέγχου και Διαχείρισης φυσικού φωτισμού	33
2.5.1 Ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) κοντά σε παράθυρα και κάτω από φεγγίτες	34
2.5.2 Αυτόνομος χειρισμός φωτισμού κοντά σε παράθυρα και κάτω από φεγγίτες ...	40
2.5.3 Ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) κάτω από φεγγίτες με εμβαδό μεγαλύτερο από 250m ²	41
3. Καθοδηγητική Προσέγγιση (Prescriptive Approach)	46
3.1 Μέθοδος Ενιαίου Κτιρίου (Complete building method)	47
3.1.1 Επεξήγηση της μεθόδου	47
3.1.2 Εφαρμογή της Μεθόδου Ενιαίου Κτιρίου	48
3.2 Μέθοδος Κατηγορίας Περιοχής (Area category method)	49
3.2.1 Επεξήγηση της μεθόδου	49
3.2.2 Εφαρμογή της Μεθόδου Κατηγορίας Περιοχής	55
3.3 Προσαρμοσμένη μέθοδος (Tailored method)	57
3.3.1 Επεξήγηση της μεθόδου	57
3.3.2 Επιπρόσθετη γενική ισχύς φωτισμού	61
3.3.3 Επιπρόσθετη ειδική ισχύς φωτισμού	63
3.3.4 Εφαρμογή της Προσαρμοσμένης Μεθόδου	70
4. Αποδοτική προσέγγιση (Performance Approach)	74
5. Υπολογισμός της ισχύος φωτισμού	76
5.1 Εξαιρέσεις	76
5.2 Υπολογισμός πραγματικής ισχύος φωτισμού	78
5.3 Καθορισμός της καταναλισκόμενης ισχύος των φωτιστικών	80
5.3.1 Medium Screw Base Sockets.....	80
5.3.2 Φωτιστικά με μόνιμα ή φορητά ballasts	81

5.4 Πιστώσεις από αυτόματες συσκευές ελέγχου φωτισμού	81
5.4.1 Αισθητήρες Παρουσίας.....	82
5.4.2 Άλλες πιστώσεις ελέγχου.....	85
5.4.3 Πιστώσεις ελέγχου φυσικού φωτισμού	88
6. Επιπρόσθετες Παράμετροι	92
6.1 Φωτισμός διαδρόμων εξόδου και φωτεινών επιγραφών εκτάκτου ανάγκης	92
6.2. Ιστορικά και διατηρητέα κτίρια	93
6.3 Κοινά συστήματα φωτισμού	93
6.3.1 Ένας τύπος φωτιστικών	94
6.3.2 Περισσότεροι από έναν τύποι φωτιστικών	94
6.3.3 Μόνιμος φωτισμός	95
6.4 Φωτιστικά με ικανοποιητική ενεργειακή επάρκεια	96
6.4.1 Lumens ανά Watt.....	97
6.4.2 Ηλεκτρονικά ballasts	98
6.5 Απλοποίηση για μισθωμένους χώρους	98
6.6 Ελάχιστες απαιτήσεις για φεγγίτες σε εσωκλειστούς χώρους μεγάλου εμβαδού	100
6.7 Απαιτήσεις έγκρισης	101
Συμπεράσματα και Προτάσεις.....	103
Συμπεράσματα	103
Προτάσεις	104
Βιβλιογραφία	105

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1-Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε κτίριο εμπορικής χρήσης.....	13
Σχήμα 2-Διάγραμμα ενεργειακής εναρμόνισης φωτισμού	16
Σχήμα 3-Επιλογές χειρισμού πολλαπλών στάθμων	30
Σχήμα 4-Σύστημα απενεργοποίησης με αισθητήρα παρουσίας.....	31
Σχήμα 5-Χειροκίνητη χρονομετρημένη υπερκέρραση	32
Σχήμα 6-Ζώνη φυσικού φωτισμού κοντά σε παράθυρο	35
Σχήμα 7-Ζώνη φυσικού φωτισμού κάτω από φεγγίτη	35
Σχήμα 8-Γράφημα αποδοτικότητας φρεατίου.....	39
Σχήμα 9-Συνδυασμός ελέγχου φωτισμού πολλαπλών στάθμων σε ζώνη φυσικού φωτισμού	41
Σχήμα 10-Σχέδια φωτισμού, που δείχνουν τις ζώνες φυσικού φωτισμού και τις γραμμές φορτίου (ύψος οροφής 6m).....	42
Σχήμα 11-Στρατηγικές εναρμόνισης συσκευών χειρισμού	44
Σχήμα 12-Ισχύς λαμπτήρων φθορισμού και HID σε συνάρτηση με το φυσικό φωτισμό	45
Σχήμα 13-Διάγραμμα ροής υπολογισμού πυκνότητας ισχύος φωτισμού	46
(μέθοδος ενιαίου κτιρίου και μέθοδος κατηγορίας περιοχής).....	46
Σχήμα 14-Υπολογισμός εμβαδού περιοχής φωτισμού.....	51
Σχήμα 15-Διαστάσεις πολυελαίου	52
Σχήμα 16-Αισθητήρας παρουσίας με χειροκίνητο διακόπτη πολλαπλών στάθμων	84
Σχήμα 17-Αισθητήρας παρουσίας με συσκευή ελέγχου πολλαπλών στάθμων με inboard/outboard ρύθμιση.....	85
Σχήμα 18-Αισθητήρας παρουσίας με συσκευή ελέγχου πολλαπλών στάθμων εναλλακτική σύνδεση φωτιστικών.....	87
Σχήμα 19-Σύστημα ελέγχου φυσικού φωτισμού με dimming.....	90

Σχήμα 20-Ενεργειακή αποδοτικότητα λαμπτήρων	98
Σχήμα 21-Διάγραμμα υπολογισμού πυκνότητας ισχύος φωτισμού για απλοποιημένους μισθωμένους χώρους	99

Ευρετήριο Πινάκων

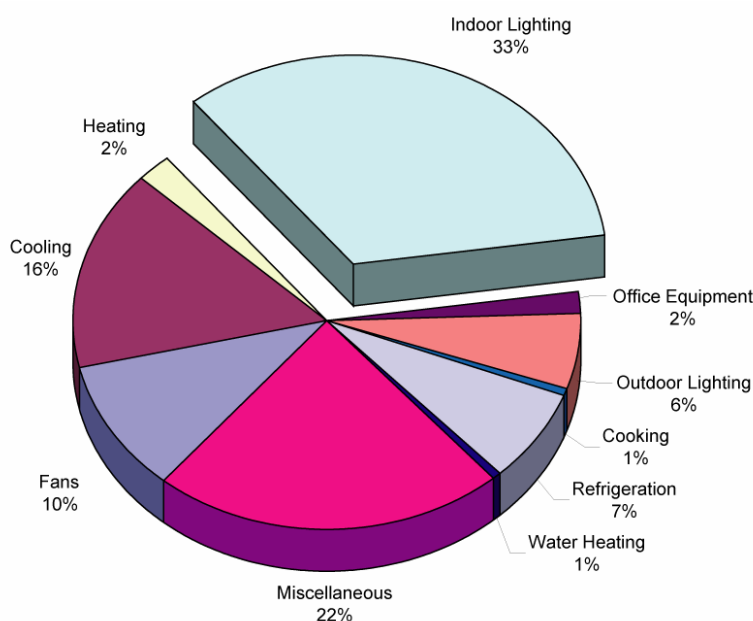
Πίνακας 1-Συντελεστής ανάκλασης φωτός σε διάφορες επιφάνειες φρεατίου	39
Πίνακας 2-Τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού (W/m^2) για τη μέθοδο ενιαίου κτιρίου	48
Πίνακας 3-Τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού (W/m^2) για τη μέθοδο κατηγορίας περιοχής	54
Πίνακας 4-Τυπικές τιμές του RCR	61
Πίνακας 5-Επιπρόσθετες πυκνότητες ισχύος φωτισμού (W/m^2) για την προσαρμοσμένη μέθοδο	68
Πίνακας 6-Προσαρμογή ανάλογα με το ύψος τοποθέτησης του φωτιστικού.....	69
Πίνακας 7(α)-Κατηγορίες έντασης φωτισμού IESNA.....	69
Πίνακας 7(β)-Πυκνότητες έντασης φωτισμού ανά κατηγορία έντασης φωτισμού IESNA (A-G)	69
Πίνακας 8-Παράγοντες ρύθμισης ισχύος φωτισμού (PFA)	91
Πίνακας 9-Κοινά συστήματα φωτισμού	96
Πίνακας 10-Επιθυμητή αποδοτικότητα λαμπτήρα σύμφωνα με την ισχύ του.....	97
Πίνακας 11-Ελάχιστο εμβαδό φεγγίτη για χώρους με εμβαδό>2500m ²	101

Εισαγωγή

Τα κτίρια είναι ένας από τους σημαντικότερους χρήστες ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρωπαϊκή Ένωση με ένα ποσοστό που αγγίζει το 40% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο εσωτερικός φωτισμός είναι ένας από τους σημαντικότερους τομείς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας (κιλοβατώρες, kWh) σε ένα κτίριο εμπορικής χρήσης, αντιπροσωπεύοντας περίπου το ένα τρίτο της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

Το μέσο σπίτι εκτιμάται ότι ξοδεύει το 25% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνει, στον φωτισμό. Εκπαιδευτικά ιδρύματα, αθλητικές εγκαταστάσεις, καταστήματα και διαφόρων τύπων επιχειρήσεις το ποσοστό αγγίζει το 60%. Στον τομέα των δημοσίων κτιρίων εκτιμάται ότι ο φωτισμός απορροφά κοντά στο 14% της συνολικής κατανάλωσης. Όπως γίνεται αντιληπτό, η κατανάλωση ενέργειας για τον φωτισμό είναι ένας τομέας στον οποίο πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο άμεσο μέλλον για την εξοικονόμηση ενέργειας από την χρήση του.



Σχήμα 1-Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας σε κτίριο εμπορικής χρήσης

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η πρόταση ενός ενεργειακού κανονισμού για τον φωτισμό εσωτερικών χώρων κτιρίων του τριτογενούς τομέα και κατ' επέκταση τη

δραστική μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, που αφορά τον φωτισμό εσωτερικών χώρων, χωρίς ταυτόχρονα να γίνεται οποιοσδήποτε συμβιβασμός στην ποιότητα του φωτισμού. Ιδιαίτερη έμφαση αποδόθηκε ώστε οι προτάσεις να είναι παράλληλα πρακτικές αλλά και ρεαλιστικές.

Η εφαρμογή του κανονισμού σε συνδυασμό με ανάλογους κανονισμούς που να καλύπτουν το σύνολο των κατασκευαστικών χαρακτηριστικών ενός κτιρίου, θερμομόνωση, μηχανολογικός εξοπλισμός, εξαερισμός, ψύξη, θέρμανση, για την ενεργειακή εναρμόνιση των κτιρίων θα συντελέσουν στην εξοικονόμηση ενέργειας που σήμερα είναι επίκαιρη και αναγκαία όσο ποτέ.

Φυσικά πέρα από την πρακτική εφαρμογή ενός τέτοιου κανονισμού με τις αναγκαίες τροποποιήσεις, υπάρχει και η ανάγκη για την ανάπτυξη ενός νομικού πλαισίου, μιας αναβαθμισμένης Ενεργειακής Επιτροπής και των αναγκαίων τεχνικών επιτροπών που θα υποστηρίζουν τη δράση της.

1. Επισκόπηση

Ο κύριος μηχανισμός για την οριοθέτηση της ενέργειας που αφορά τον εσωτερικό φωτισμό είναι ο περιορισμός της επιτρεπόμενης ενέργειας φωτισμού (Watts), που εγκαθίστανται στο κτίριο.

Άλλοι μηχανισμοί απαιτούν επάρκεια και αποδοτικότητα του βασικού εξοπλισμού και διασφαλίζουν ότι ο έλεγχος του φωτισμού επιτρέπει επαρκή λειτουργία.

Υποχρεωτικά μέτρα εφαρμόζονται σε όλα τα συστήματα φωτισμού και τον εξοπλισμό. Αυτά τα μέτρα μπορεί να περιλαμβάνουν χειροκίνητο χειρισμό διακοπών, συστήματα ελέγχου για περιοχές με φυσικό φωτισμό και αυτόματους διακόπτες για το σβήσιμο του φωτισμού.

Το επιτρεπόμενο φορτίο (ισχύς) για τον φωτισμό για ένα κτίριο μπορεί να υπολογιστεί με μια από τις εξής τέσσερις μεθόδους:

Μέθοδος Ενιαίου Κτιρίου (Complete building method): η μέθοδος εφαρμόζεται όταν ο φωτισμός του κτιρίου σχεδιάζεται και αδειοδοτείται ταυτόχρονα, ενώ παράλληλα το κτίριο αξιοποιείται για μια κύρια χρήση σε ένα ελάχιστο ποσοστό 90% (για καταστήματα λιανικής ή χονδρικής πώλησης, τουλάχιστον το 70% του κτιρίου πρέπει να χρησιμοποιείται ως χώρος πωλήσεων). Σε κάποιες περιπτώσεις, η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κάποιο μεμονωμένο χώρο, σε ένα κτίριο με πολλές χρήσεις, όταν ο χώρος αυτός θεωρείται ξεχωριστό υποστατικό με ξεχωριστή άδεια ηλεκτροδότησης. Μια και μόνο τιμή για το φορτίο (ισχύς) στο φωτισμό εφαρμόζεται σε ολόκληρο το κτίριο.

Μέθοδος Κατηγορίας Περιοχής (Area category method): η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται για κάθε περίπτωση αίτησης για άδεια, περιλαμβανομένης και της ανακαίνισης-βελτίωσης. Το φορτίο (ισχύς) για τον φωτισμό ορίζεται για κάθε μια από τις κύριες περιοχές του κτιρίου ανάλογα με τη χρήση.

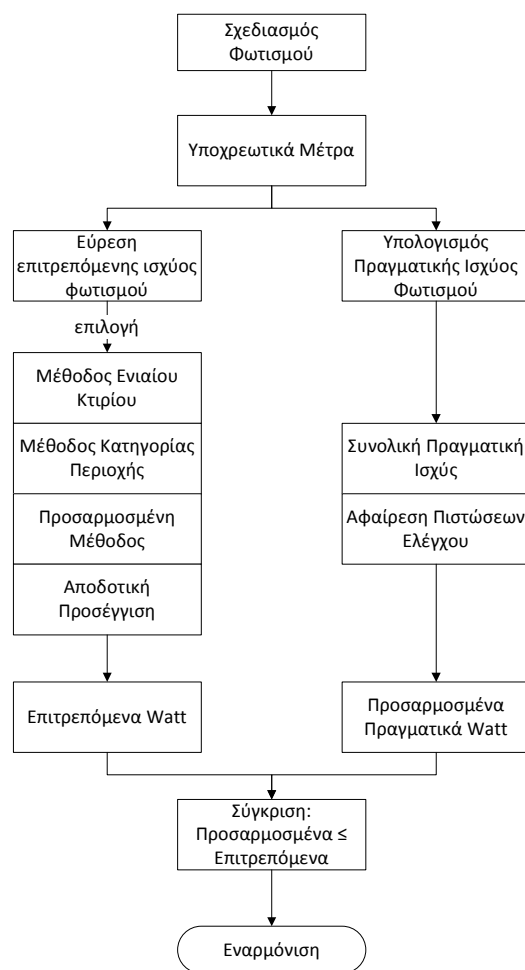
Προσαρμοσμένη μέθοδος (Tailored method): η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται όταν απαιτείται ακόμα περισσότερη ευελιξία, για την εξυπηρέτηση ειδικών φωτιστικών αναγκών σε συγκεκριμένες επιφάνειες εργασίας. Τα επιτρεπόμενα φορτία (ισχύς)

φωτισμού καθορίζονται ξεχωριστά για κάθε δωμάτιο ή κάθε εξυπηρετούμενη εργασία, με τη μέθοδο κατηγορίας περιοχής.

Προσέγγιση απόδοσης (Performance approach): η μέθοδος αυτή είναι πρακτική και αφορά μοντελοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας για τον φωτισμό με κάποιο ειδικό λογισμικό υπολογιστή και με βάση κάποια από τις τρεις προαναφερθείσες μεθόδους.

Το πραγματικό φορτίο (ισχύς) για τον φωτισμό (προσαρμοσμένο) βασίζεται στο συνολικό φορτίο που έχει σχεδιαστεί και υπολογιστεί για τον φωτισμό, μείον τις ρυθμίσεις για κάθε εγκεκριμένο αυτόματο σύστημα ελέγχου φωτισμού, όπως αισθητήρες παρουσίας και αισθητήρες φυσικού φωτισμού.

Το πραγματικό φορτίο (προσαρμοσμένο) δεν πρέπει να υπερβαίνει το επιτρεπόμενο φορτίο ούτως ώστε να πληροί τις προϋποθέσεις.



Σχήμα 2-Διάγραμμα ενεργειακής εναρμόνισης φωτισμού

1.1 Ανταλλαγή φορτίων φωτισμού

Ο κανονισμός περιορίζει τη γενική εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού στο κτίριο, ανεξάρτητα από την προσέγγιση συμμόρφωσης. Εντούτοις, δεν υπάρχει κανένας γενικός περιορισμός σχετικά με που ή το πώς η γενική ισχύς φωτισμού χρησιμοποιείται. Αυτό σημαίνει ότι ο εγκατεστημένος φωτισμός μπορεί να είναι μεγαλύτερος σε μερικές περιοχές του κτιρίου και να χαμηλότερος σε άλλες, εφ' όσον δεν υπερβαίνει στο σύνολο την επιτρεπόμενη ισχύ φωτισμού.

Υπάρχει ένας άλλος τύπος ανταλλαγής φωτισμού διαθέσιμος από τον κανονισμό. Αυτό είναι η δυνατότητα να γίνουν οι ανταλλαγές κάτω από την προσέγγιση απόδοσης μεταξύ του συστήματος φωτισμού και των μηχανολογικών συστημάτων. Οι ανταλλαγές μπορούν μόνο να γίνουν όταν η αδειοδότηση επιδιώκεται για τα συστήματα που εμπλέκονται.

Για παράδειγμα, σύμφωνα με την εναρμόνιση βάσει απόδοσης, ένα κτίριο με μηχανολογικό σύστημα που είναι αποδοτικότερο από τις όρια αποδοτικότητας είναι σε θέση να πληροί την οριοθετημένη ενεργειακή απόδοση με περισσότερη ισχύ φωτισμού με καθοδηγητική προσέγγιση.

Όταν η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την προσέγγιση απόδοσης, το όριο αντιμετωπίζεται ακριβώς όπως ένα όριο που καθορίζεται χρησιμοποιώντας μια από τις άλλες μεθόδους εναρμόνισης. Καμία ανταλλαγή δεν επιτρέπεται μεταξύ του εσωτερικού φωτισμού και του υπαίθριου φωτισμού ή με το φωτισμό που είναι σε μη εναρμονισμένους χώρους.

1.2 Αιτήσεις, Εξέταση σχεδίων, Επιθεώρηση και Έλεγχος έγκρισης

Η διαδικασία εναρμόνισης με τον κανονισμό θα πρέπει να περιλαμβάνει απαραίτητα έγγραφα που να δείχνουν ότι το κτίριο συμμορφώνεται ως προς τις απαιτήσεις και τα όρια που θέτει ο κανονισμός. Αφού εξετασθούν και εγκριθούν τα σχέδια, θα μπορούν να ξεκινήσουν οι εργασίες κατασκευής. Κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας των εργασιών, περιοδικές επιθεωρήσεις θα βεβαιώνουν ότι όλα τα ενεργειακά απαραίτητα χαρακτηριστικά θα εγκαθίστανται. Με το πέρας των εργασιών θα πραγματοποιείται έλεγχος τελικής έγκρισης τόσο για τον φωτισμό όσο και για τον υπόλοιπο Η/Μ εξοπλισμό.

Αν κατά τη διάρκεια της πιο πάνω διαδικασίας διαπιστωθεί οποιαδήποτε παρέκκλιση, από αυτά που έχουν προεγκριθεί βάσει σχεδίων ή αυτά που ορίζει ο κανονισμός, αυτή θα πρέπει να τακτοποιείται και να εναρμονίζεται πριν την τελική έγκριση του κτιρίου. Όταν πλέον ολοκληρωθεί η έγκριση το κτίριο θα λαμβάνει το πιστοποιητικό ενεργειακής εναρμόνισης.

2. Διαδικασία για τον σχεδιασμό του φωτισμού

Αυτή η ενότητα πραγματεύεται το πώς οι απαιτήσεις του κανονισμού επηρεάζουν τον σχεδιασμό του φωτισμού.

2.1 Υποχρεωτικά μέτρα

Τα υποχρεωτικά χαρακτηριστικά και ο εξοπλισμός πρέπει να περιλαμβάνονται στον σχεδιασμό του κτιρίου εάν η εναρμόνιση γίνεται με την καθοδηγητική ή την αποδοτική μέθοδο. Αυτά τα χαρακτηριστικά έχουν αποδειχθεί οικονομικώς αποδοτικά για πολλές διαφορετικές χρήσεις κάποιου κτιρίου.

Ο σχεδιαστής του φωτισμού έχει την ευθύνη να προσδιορίσει και να επιλέξει εξοπλισμό που να πληροί τα κριτήρια του κανονισμού.

2.2 Πιστοποίηση του εξοπλισμού φωτισμού

Ο εξοπλισμός που προτείνεται για τον έλεγχο του φωτισμού, θα πρέπει να πληροί κάποιες προϋποθέσεις, που θα τον καθιστούν ενεργειακά αποδοτικό. Η πιστοποίηση θα πρέπει να γίνεται από κάποιο επίσημο φορέα σε συνεργασία με κάποιο ή κάποια διαπιστευμένα εργαστήρια.

Καθώς κάτι τέτοιο δεν υπάρχει στην Ελλάδα αλλά ούτε και στην Ε.Ε, η τυχόν εφαρμογή του κανονισμού, προϋποθέτει τη σύσταση μιας τέτοιας επιτροπής που θα αξιολογεί και θα εγκρίνει προϊόντα ανάλογα με τις αναφορές που θα παίρνει από τα διάφορα διαπιστευμένα εργαστήρια, με τα οποία θα συνεργάζεται και θα εκδίδει κατάλογο με τον πιστοποιημένο εξοπλισμό κατά κατηγορία ανάλογο με αυτόν που εκδίδει η Energy Commission της πολιτείας της Καλιφόρνιας(Η.Π.Α) με προϊόντα ανά κατηγορία που είναι πιστοποιημένα (certified) όσον αφορά την ενεργειακή τους απόδοση.

2.3 Συστήματα αυτομάτου ελέγχου φωτισμού

2.3.1 Αυτόματοι χρονοδιακόπτες

Οι αυτόματοι χρονοδιακόπτες είναι προγραμματίσιμοι διακόπτες που χρησιμοποιούνται για το αυτόματο σβήσιμο του φωτισμού σύμφωνα με τις προκαθορισμένες ρυθμίσεις ανάλογα με τις ώρες της λειτουργίας του κτιρίου. Η συσκευή πρέπει να έχει την ικανότητα να αποθηκεύσει δύο διαφορετικά προγράμματα ρυθμίσεων (ένα για τις εργάσιμες μέρες και ένα τα Σαββατοκύριακα). Για να αποτραπεί πιθανή απώλεια των ρυθμίσεων τους, οι χρονοδιακόπτες πρέπει να έχουν εφεδρική παροχή ενέργειας, σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος.

2.3.2 Αισθητήρες Παρουσίας

Οι αισθητήρες παρουσίας πρέπει να έχουν την ικανότητα να σβήνουν αυτόματα όλο τον φωτισμό μιας πτέρυγας, ενός ορόφου ή ενός μέρους του κτιρίου 30 λεπτά αφότου έχει εγκαταλειφθεί η περιοχή.

Επιπλέον, οι ακόλουθοι αισθητήρες πρέπει να καλύψουν τις πρόσθετες απαιτήσεις:

- Οι υπερηχητικού τύπου αισθητήρες πρέπει να καλύπτουν ορισμένες ελάχιστες απαιτήσεις υγείας, και να έχουν την ενσωματωμένη δυνατότητα για τη βαθμολόγηση ευαισθησίας (για να μειώσει τα ψεύτικα σήματα τόσο για το άναμμα όσο και για το σβήσιμο του φωτισμού)
- Οι μικροκυματικοί αισθητήρες πρέπει να έχουν τους ελέγχους εκπομπής, μόνιμα επισυνημμένες απαιτήσεις εγκαταστάσεων, και ενσωματωμένη ρύθμιση ευαισθησίας. Οι μικροκυματικοί αισθητήρες χρησιμοποιούνται σπάνια.

2.3.3 Αισθητήρες ελέγχου φυσικού φωτισμού

Οι αισθητήρες ελέγχου φυσικού φωτισμού αποτελούνται από αισθητήρες που συγκρίνουν τα πραγματικά επίπεδα φωτισμού με ένα επίπεδο φωτισμού αναφοράς και μειώνουν τον τεχνητό φωτισμό έως ότου επιτευχθεί το επίπεδο αναφοράς. Οι αισθητήρες ελέγχου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πιστώσεις φωτισμού στο συντελεστή ρύθμισης

ισχύος (PAF-Power Adjustment Factor) στις περιοχές φυσικού φωτισμού κοντά στα παράθυρα.

Εάν κάποιος επιθυμεί να χρησιμοποιήσει τους αυτόματους μηχανισμούς ελέγχου για τον φυσικό φωτισμό, για να ικανοποιήσει τις υποχρεωτικές απαιτήσεις για τους ελέγχους κάτω από τους φεγγίτες και τις σχετικές πιστώσεις παράγοντα ρύθμισης ισχύος (PAF), επιπρόσθετες απαιτήσεις πολλαπλής στάθμης πρέπει να καλυφθούν.

Όταν χρησιμοποιούνται αισθητήρες ελέγχου φυσικού φωτισμού πρέπει να πιστοποιείται ότι πληρούν τα ακόλουθα κριτήρια:

- Η δυνατότητα να μειωθεί η γενική ισχύς φωτισμού της ελεγχόμενης περιοχής κατά τουλάχιστον 50% ομοιόμορφα (είτε από το χωριστό έλεγχο των λαμπτήρων είτε με αυξομείωση της έντασης φωτισμού-dimming).
- Όταν ένας αυξομειωτής (dimmer) έντασης φωτισμού χρησιμοποιείται, να συμβαίνει μειωμένη λειτουργία τρεμουλιασμάτων (flicker) κατά τη διάρκεια της αυξομείωσης της έντασης, χωρίς πρόκληση πρόωρης αποτυχίας λαμπτήρων.
- Για σταδιακή μείωση της έντασης, να προβλέπεται μια χρονική καθυστέρηση που αποτρέπει την ανακύκλωση των φωτιστικών σε λιγότερο από 3 λεπτά. Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό με μια χρονική καθυστέρηση 3 λεπτών, προτού να μειωθεί ο ηλεκτρικός φωτισμός. Αντίθετα μια πολύ πιο σύντομη καθυστέρηση εφαρμόζεται για την αύξηση της έντασης του φωτισμού.
- Για αισθητήρες ελέγχου με βηματική ή πολυβηματική λειτουργία, με διακριτές ρυθμίσεις τόσο για το άναμμα όσο και για το σβήσιμο του φωτισμού, πρέπει να υπάρχει σαφές διάστημα μεταξύ των διακριτών σημείων για να αποτρέπει η ανακύκλωση. Μια τέτοια συσκευή ελέγχου απαιτεί μια πιο υψηλή στάθμη φωτισμού για το σβήσιμο του φωτισμού από αυτό απαιτείται για το άναμμα.
- Οι αισθητήρες ελέγχου με βηματική ή πολυβηματική λειτουργία, που ενσωματώνουν μια χρονική καθυστέρηση, πρέπει να περιλαμβάνουν μια μέθοδο ώστε να υπερβαίνει την καθυστέρηση για την εγκατάσταση. Η

μέθοδος υπέρβασης πρέπει αυτόματα να θέτει τη συσκευή ελέγχου σε κανονική λειτουργία μετά από χρόνο που δεν υπερβαίνει τα 60 λεπτά.

- Να έχουν μια προκαθορισμένη ρύθμιση ευαισθησίας που να διακρίνει εύκολα τις διαταράξεις σε μια απόκλιση 10% της συνολικής κλίμακας.
- Ο φωτο-αισθητήρας σε έναν έλεγχο φυσικού φωτισμού πρέπει να παρουσιάζει μια γραμμική απόκριση με απόκλιση μέχρι 5% για ολόκληρο το εύρος τιμών της ευαισθησίας έντασης φωτισμού. Γενικά, οι αισθητήρες φωτοδιόδων καλύπτουν αυτήν την απαίτηση ενώ τα φωτοαγωγά κύτταρα όχι.
- Μια βηματική συσκευή ελέγχου πρέπει να δείχνει τη κατάσταση λειτουργίας του φωτισμού στις ελεγχόμενες ζώνες φωτισμού με έναν δείκτη στη συσκευή ελέγχου.
- Η συσκευή ελέγχου πρέπει να έχει ενσωματωμένη μια κονσόλα ελέγχου που παρουσιάζει εν ενεργεία επιλεγμένο βήμα της συσκευής ελέγχου ή το σχετικό επίπεδο φωτισμού στον αισθητήρα για ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο αυξομειωτή της έντασης φωτισμού (dimmer) τοποθετημένο σε ένα σημείο όπου ένας χρήστης μπορεί εύκολα να δει τον ελεγχόμενο φωτισμό. Εάν η συσκευή ελέγχου είναι μέρος ενός δικτυωμένου συστήματος με την κεντρική κονσόλα ελέγχου, η οποία έχει τη δυνατότητα να δείχνει την κατάσταση λειτουργίας των φωτιστικών σε κάθε ελεγχόμενη ζώνη, και στην οποία εφαρμόζονται προκαθορισμένες ρυθμίσεις, τότε ο κανονισμός μπορεί να επιτρέψει μια εξαίρεση στις απαιτήσεις για την κονσόλα ελέγχου.

2.3.4 Αστρονομικοί χρονοδιακόπτες πολλαπλών στάθμων

Παρόλο που οι απαιτήσεις για τους φεγγίτες είναι απλά καθοδηγητικές, εάν εγκατασταθούν φεγγίτες, υπάρχουν υποχρεωτικά απαιτήσεις για αυτόματες συσκευές ελέγχου που πρέπει να εγκατασταθούν για να μειώσουν τον τεχνητό φωτισμό όταν υπάρχει διαθέσιμος ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός. Οι αστρονομικοί χρονοδιακόπτες πολλαπλών στάθμων ή οι αυτόματοι αισθητήρες φυσικού φωτισμού πολλαπλών στάθμων θα πρέπει να καλύπτουν τις υποχρεωτικές απαιτήσεις για αυτόματες συσκευές ελέγχου

κάτω από τους φεγγίτες όταν η ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) είναι μεγαλύτερη από 250m² (§2.5). Ο σκοπός τους είναι να κλείνουν τα φώτα όταν υπάρχει ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός διαθέσιμο. Αυτό γίνεται με την παρακολούθηση του χρόνου από την ανατολή και του χρονικού διαστήματος που απομένει πριν από το ηλιοβασίλεμα. Δεδομένου ότι ο διακόπτης είναι πολλαπλών στάθμων, πρέπει να έχει τουλάχιστον δύο στάθμες (ηλεκτρονόμοι) ανά ζώνη ελέγχου με ανεξάρτητα προγράμματα (δηλ. οι στάθμες ενεργοποιούν και απενεργοποιούν τον φωτισμό σε διαφορετικούς χρόνους).

Όταν οι καιρικές συνθήκες είναι ασυνήθιστα διαφορετικές από το τυπικό (υπερβολικά νεφελώδης ή υπερβολικά φωτεινός), μπορεί να είναι αναγκαίο να αγνοηθεί το σύστημα χειροκίνητα. Αυτό ολοκληρώνεται από τις χειροκίνητους διακόπτες στη ζώνη που διαμορφώνονται έτσι ώστε τα φώτα θα επανέλθουν σε κατάσταση μη λειτουργίας μέσα σε δύο ώρες εκτός αν το αστρονομικό πρόγραμμα των χρονικών διακοπών απαιτεί τα φώτα να ενεργοποιηθούν (§2.5, §2.4.1-Συστήματα Απενεργοποίησης).

Για να συμμορφωθεί τις απαιτήσεις που αναφέρονται στην ενότητα §2.5, η κατανάλωση ισχύος του φωτισμού στη γραμμή φορτίου του συγκεκριμένου διακόπτη δεν πρέπει να ξεπερνά το 35% της συνολικής, στο βήμα της ελάχιστης έντασης φωτισμού. Όταν ο διακόπτης κλείσει το μεγαλύτερο μέρος του φωτισμού, ο χώρος πρέπει να έχει ένταση φωτισμού (άθροισμα φυσικού και τεχνητού) συγκρίσιμη με την υπολογισμένη από τα σχέδια για τον τεχνητό φωτισμό. Κατά συνέπεια, ο αστρονομικός χρονοδιακόπτης απαιτείται για να έχει την ικανότητα να μετατοπίσει ένα πρόγραμμα χρονικών ρυθμίσεων μέχρι 4 ώρες από την ανατολή και το ηλιοβασίλεμα.

Για να βεβαιωθούμε ότι η συσκευή έχει ρυθμιστεί σωστά, ο χρονοδιακόπτης πρέπει να είναι σε θέση να δείχνει ημερομηνία και ώρα, τους χρόνους ανατολής και δύσης του ήλιου, καθώς επίσης και το χρόνους που έχει προγραμματιστεί για κάθε βήμα του ελέγχου. Για να αποτραπεί πιθανή απώλεια των ρυθμίσεων τους, οι χρονοδιακόπτες πρέπει να έχουν εφεδρική παροχή ενέργειας, σε περίπτωση διακοπής του ρεύματος. Η διαφορά ώρας, το γεωγραφικό μήκος και το γεωγραφικό πλάτος αποθηκεύονται στην αμετάβλητη μνήμη.

2.3.5 Αυτόματοι αισθητήρες φυσικού φωτισμού πολλαπλών στάθμων

Παρόλο που οι απαιτήσεις για τους φεγγίτες είναι απλά καθοδηγητικές, εάν εγκατασταθούν φεγγίτες, υπάρχουν υποχρεωτικά απαιτήσεις για αυτόματες συσκευές έλεγχου που πρέπει να εγκατασταθούν για να μειώσουν τον τεχνητό φωτισμό όταν υπάρχει διαθέσιμος ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός. Οι αυτόματοι αισθητήρες φυσικού φωτισμού πολλαπλών στάθμων θα πρέπει να καλύπτουν τις υποχρεωτικές απαιτήσεις για αυτόματες συσκευές ελέγχου κάτω από τους φεγγίτες όταν η ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) είναι μεγαλύτερη από το 250m² (§2.5).

Αυτοί οι έλεγχοι είναι κατάλληλοι επίσης για έναν παράγοντα ρύθμισης ισχύος (PAF) στη ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) κάτω από φεγγίτες (§5.4.3). Ο αυτόματος έλεγχος πολλαπλών στάθμων πρέπει να καλύπτουν όλες τις απαιτήσεις για τον αυτόματο έλεγχο φυσικού φωτισμού (§2.3.3) καθώς και τις ακόλουθες πρόσθετες απαιτήσεις:

- Η συσκευή ελέγχου έχει τουλάχιστον δύο βήματα ελέγχου έτσι ώστε ο τεχνητός φωτισμός μπορεί να μειωθεί ομοιόμορφα. Το πρώτο από τα βήματα ελέγχου θα μειώσει την ένταση του φωτισμού μεταξύ 70% και 50% της πλήρους εγκατεστημένης ισχύος.
- Η διαχείριση των συσκευών ελέγχου για την ρύθμιση τους είναι εύκολα προσβάσιμοι από το εξουσιοδοτημένο προσωπικό. Αυτό σημαίνει ότι η συσκευή χειρισμού είναι προσιτή χωρίς την ανάγκη αναρρίχησης σε σκάλα ή μετακίνηση αντικειμένων που βρίσκονται ενδιάμεσα. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να βρίσκεται σε ένα σημείο που είναι τοποθετημένοι και άλλοι διακόπτες ή σε ένα ηλεκτρικό κιβώτιο με κλειδαριά επειδή οφείλουν να είναι προσβάσιμοι μόνο στο εξουσιοδοτημένο προσωπικό (με ένα κλειδί).
- Όταν η συσκευή χρησιμοποιείται κάτω από φεγγίτη όταν η ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) είναι μεγαλύτερη από το 250m² (§2.5), η κατανάλωση ισχύος του φωτισμού στη γραμμή φορτίου του συγκεκριμένου διακόπτη δεν πρέπει να ξεπερνά το 35% της συνολικής, στο βήμα της ελάχιστης έντασης φωτισμού. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ρύθμιση της συσκευής ώστε να κλείνει αυτόματα τα όλο τον φωτισμό ή τα δύο τρίτα (2/3) του φωτισμού σε περιόδους με υψηλά επίπεδα φυσικού φωτισμού. Ένας αυξομειωτής έντασης για λαμπτήρες φθορισμού θα μπορέσει κατά κανόνα να εκπληρώσει

τα ελάχιστα κριτήρια για την ισχύ. Αντιθέτως ένας αυξομειωτής έντασης για λαμπτήρες εκκένωσης υψηλής έντασης (HID-High Intensity Discharge) κατά κανόνα θα αποτύχει να τα εκπληρώσει. Αυτό όμως, μπορεί να επιτευχθεί με διακόπτη ελέγχου για λαμπτήρες HID πολλαπλών στάθμων.

2.3.6 Αστρονομικοί χρονοδιακόπτες εξωτερικών χώρων

Αν και στον παρόν κανονισμό δεν υπάρχουν υποχρεωτικές απαιτήσεις για τον φωτισμό εξωτερικών χώρων, οι αστρονομικοί χρονοδιακόπτες εξωτερικών χώρων μπορούν να επιτύχουν αυτοματοποιημένο έλεγχο πολλαπλών επιπέδων του υπαίθριου φωτισμού. Αυτό δίνει την ευκαιρία ώστε κατά περίπτωση να έχουμε σε λειτουργία όλο τον φωτισμό, ή τον μισό ή και καθόλου ανάλογα με την ώρα της ημέρας, για διαφορετικές ημέρες της εβδομάδας, καθιστώντας μας βέβαιους ότι παραμένει κλειστός κατά τη διάρκεια της ημέρας (όσο υπάρχει φως).

Σε αυτή την παράγραφο διευκρινίζονται οι ικανότητες που πρέπει να έχει ένας αστρονομικός χρονοδιακόπτης εξωτερικών χώρων. Οι απαιτήσεις για αυτόν είναι πολύ παρόμοιες με τον αστρονομικό χρονοδιακόπτη πολλαπλών στάθμων (§2.3.4) εκτός του ότι αυτός των εξωτερικών χώρων έχει λιγότερο αυστηρή απαίτηση για τη μετατόπιση χρονικών ρυθμίσεων από την ανατολή του ήλιου ή το ηλιοβασίλεμα. Αυτός ο χρονοδιακόπτης απαιτείται για να έχει την ικανότητα ανεξάρτητων ρυθμίσεων τόσο για να θέτει σε λειτουργία όσο και για να τερματίζει τη λειτουργία του εξωτερικού φωτισμού μέχρι και 120 λεπτά από την ανατολή του ήλιου ή το ηλιοβασίλεμα.

2.3.7 Εγκατάσταση σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή

Εάν μια αυτόματος χρονοδιακόπτης, ένας αισθητήρας παρουσίας, ένας αισθητήρας ελέγχου φυσικού φωτισμού ή ένας αισθητήρας φωτισμού εσωτερικών χώρων εγκατασταθεί, πρέπει να συμμορφώνεται με τις δυο παρακάτω προϋποθέσεις:

1. Η συσκευή πρέπει να εγκατασταθεί σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, και
2. Οι αισθητήρες ελέγχου φυσικού φωτισμού πρέπει να εγκατασταθούν έτσι ώστε η συσκευή να ελέγχει μόνο τα φωτιστικά μέσα σε περιοχές με φεγγίτες, και να έχουν

τους ανιχνευτές φωτός, που να είναι είτε τοποθετημένοι στην οροφή είτε τοποθετημένοι σε κάποιο σημείο έτσι ώστε είναι προσβάσιμοι μόνο στο εξουσιοδοτημένο προσωπικό, ώστε να διατηρούν επαρκή φωτισμό στην περιοχή σύμφωνα με τις οδηγίες του σχεδιαστή ή του κατασκευαστή.

2.3.8 Πιστοποιημένοι λαμπτήρες, στραγγαλιστικά πηνία (*ballasts*) και φωτιστικά

Η πιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης του εξοπλισμού είναι μια σημαντική παράμετρος της επιτυχίας του στόχου της εναρμόνισης με τον παρόν κανονισμό και κατά συνέπεια της εξοικονόμησης σημαντικής ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας όσον αφορά το φωτισμό.

Όσον αφορά τους λαμπτήρες και τα στραγγαλιστικά πηνία (*ballasts*) σαφής ενεργειακή ταξινόμηση τους και η αναγραφή της στη συσκευασία τους είναι υποχρεωτική. Όσον αφορά τους λαμπτήρες ως ενεργειακά αποδεκτοί κρίνονται αυτοί που ανήκουν στις κατηγορίες A και B. Για τα *ballasts* οι ανάλογες αποδεκτές κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης είναι οι A1, A2 και A3.

Για τα φωτιστικά προς το παρόν δεν υπάρχει κάποια ευρωπαϊκή οδηγία για την ενεργειακή κατηγοριοποίηση τους, αλλά ούτε και σαφής διαδικασία. Επομένως δεν μπορούμε να ταξινομήσουμε και να προκρίνουμε τα φωτιστικά βάση της ενεργειακής κατηγορίας τους, όπως με τους λαμπτήρες και τα *ballasts*, επομένως το κριτήριο μας θα πρέπει να αποτελούν οι λαμπτήρες και τα *ballasts*, τα οποία χρησιμοποιούνται.

Για περαιτέρω επεξηγήσεις ως προς τον χαρακτηρισμό κάποιου φωτιστικού ως ενεργειακά αποδοτικού, ανατρέξτε στην ενότητα §6.4.

2.4 Έλεγχος περιοχών

Ο απλούστερος τρόπος να βελτιωθεί η αποδοτικότητα φωτισμού είναι να απενεργοποιείται όταν δεν υπάρχει λόγος να είναι ενεργοποιημένος. Όλα τα συστήματα φωτισμού πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να ελέγχονται ή και να κλείνουν όταν δεν απαιτείται η λειτουργία τους.

2.4.1 Χειρισμός φωτισμού περιοχών

Ανεξάρτητα συστήματα ελέγχου του φωτισμού απαιτούνται για κάθε περιοχή που διαχωρίζεται με διαχωριστικά που έχουν ύψος μέχρι το ταβάνι. Στην απλούστερη περίπτωση, αυτό σημαίνει ότι κάθε δωμάτιο πρέπει να έχει το δικό του διακόπτη. Ο χειρισμός του φωτισμού διάφορων δωματίων με ένα και μόνο διακόπτη για όλα δεν επιτρέπεται. Ο διακόπτης μπορεί να είναι χειροκίνητος είτε συνδεδεμένος με ένα αυτόματο αισθητήρα παρουσίας που καλύπτει τις απαιτήσεις του εδαφίου §2.3.2.

Προσβασιμότητα

Όλες οι χειροκίνητα χρησιμοποιημένες συσκευές ελέγχου πρέπει να είναι τοποθετημένες σε τέτοιο σημείο έτσι ώστε το προσωπικό να μπορεί να βλέπει την ελεγχόμενη περιοχή κατά τον χειρισμό της συσκευής ελέγχου. Όταν δεν έχει οπτική επαφή με τα φωτιστικά ή την περιοχή για τον οποία γίνεται ο χειρισμός, ο διακόπτης πρέπει να έχει τη δυνατότητα να δείχνει την κατάσταση λειτουργίας του φωτισμού (στη θέση on ή στη θέση off).

Ασφάλεια σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης

Ο φωτισμός περιοχών ενός κτιρίου που πρέπει να φωτίζονται συνεχώς για λόγους ασφάλειας ή περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης απαλλάσσεται των απαιτήσεων χειρισμού για ένα μέγιστο 5 W ανά τετραγωνικό μέτρο κατά μήκος της πορείας της εξόδου. Αυτός ο φωτισμός πρέπει να εγκατασταθεί στις περιοχές που υποδεικνύονται ως περιοχές εξόδου ασφάλειας ή έκτακτης ανάγκης στα σχέδια, και πρέπει να ελέγχονται από διακόπτες προσβάσιμους μόνο στο εξουσιοδοτημένο προσωπικό. Ο υπόλοιπος φωτισμός στην

περιοχή, εντούτοις, υπόκειται ακόμα στους περιορισμούς της συγκεκριμένης περιοχής, όπως ορίζονται από τον κανονισμό.

Σε κοινόχρηστους χώρους, όπως τα λόμπι, οι κεντρικές αίθουσες, κλπ., οι διακόπτες πρέπει να βρίσκονται σε περιοχές προσβάσιμες μόνο στο εξουσιοδοτημένο προσωπικό.

Άλλες συσκευές

Εάν ο έλεγχος του φωτισμού σε κάποιο χώρο ή δωμάτιο, λειτουργεί παράλληλα με οποιοδήποτε άλλο είδος συσκευής ελέγχου φωτισμού, υπάρχουν δύο επιπλέον κριτήρια που πρέπει να πληρούνται:

1. η άλλη συσκευή ελέγχου πρέπει να επιτρέπει στο διακόπτη να παρακάμψει τη δράση της, και
2. εάν η άλλη συσκευή ελέγχου είναι αυτόματη, αυτή πρέπει αυτόματα να επαναρυθμιστεί στον κανονικό τρόπο λειτουργίας της χωρίς περαιτέρω αρμοδιότητες.

Για παράδειγμα, εάν υπάρχει ένα αυτόματο σύστημα ελέγχου που απενεργοποιεί όλο τον φωτισμό μιας σειράς γραφείων σε μια καθορισμένη ώρα, ο μεμονωμένος διακόπτης σε κάθε γραφείο πρέπει να είναι σε θέση να αγνοήσει τον κεντρικό έλεγχο και να επαναφέρει σε λειτουργία τον φωτισμό του γραφείου. Την επόμενη φορά, που ο αυτόματος κεντρικός έλεγχος θα χρειαστεί να απενεργοποιήσει τον φωτισμό, θα πρέπει να απενεργοποιήσει το σύνολο του φωτισμού χωρίς να κάνει εξαίρεση για το μεμονωμένο γραφείο. Δεν θα πρέπει, δηλαδή, η προηγούμενη παράκαμψη του κεντρικού ελέγχου να παραμένει ενεργή.

Χειρισμός πολλαπλών στάθμων

Οι περισσότερες περιοχές σε ένα κτίριο πρέπει να ελέγχονται έτσι ώστε το συνδεδεμένο φορτίο φωτισμού, να μπορεί να μειωθεί κατά τουλάχιστον 50% διατηρώντας εύλογα ομοιόμορφο φωτισμό. Η πρόθεση αυτής της απαίτησης είναι να επιτύχει μείωση κατανάλωσης χωρίς παράλληλη απώλεια της δυνατότητα της χρήσης οποιουδήποτε μέρους του συγκεκριμένου χώρου.

Με τον χειρισμό φωτισμού πολλαπλών στάθμων μπορούμε να επιτύχουμε μείωση της κατανάλωσης, είτε με συνεχή αυξομείωση της έντασης φωτισμού (continuous dimming), είτε με σταθμική αυξομείωση της έντασης (stepped dimming), ή με σταθμικό χειρισμό, διατηρώντας όμως εύλογα ομοιόμορφο επίπεδο έντασης φωτισμού σε όλη την ελεγχόμενη περιοχή.

Οι διακόπτες πολλαπλών στάθμων έλεγχου θα πρέπει έχουν τουλάχιστον μια στάθμη ελέγχου που είναι μεταξύ 50% και 70% της πλήρους υπολογισμένης έντασης φωτισμού και άλλη μια στάθμη ελάχιστης έντασης φωτισμού με λιγότερο από 35% της πλήρους υπολογισμένης έντασης φωτισμού (αυτή η στάθμη ελέγχου μπορεί να είναι πλήρης απενεργοποίηση του φωτισμού, δημιουργώντας έτσι χειρισμό δύο επιπέδων). Ένα εύλογα ομοιόμορφο επίπεδο έντασης φωτισμού σε μια περιοχή θα πρέπει να επιτυγχάνεται από οποιοδήποτε από τους εξής τρόπους:

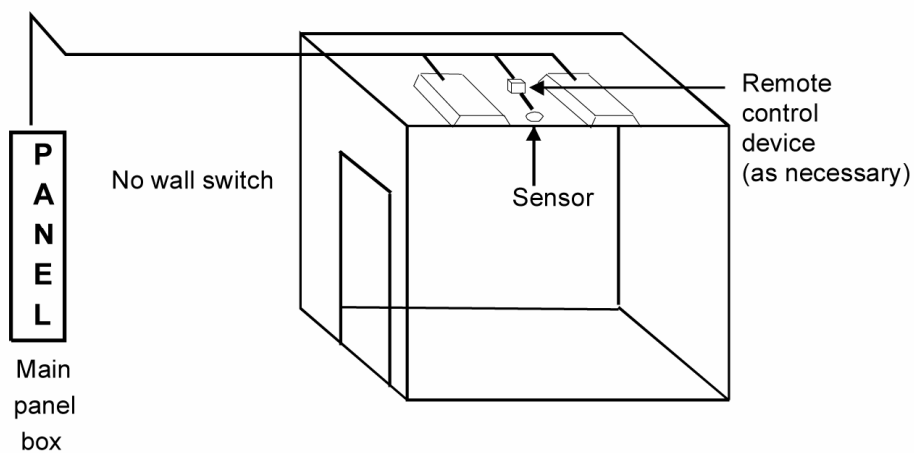
- Χρησιμοποίηση αυξομειωτών έντασης (dimmer) για τον χειρισμό όλων των λαμπτήρων ή των φωτιστικών,
- Χειριζόμενοι τους μεσαίους λαμπτήρες φωτιστικών τριών λαμπτήρων ανεξάρτητα από τους εξωτερικούς λαμπτήρες,
- Με χωριστό διακόπτη για να θέτουμε σε λειτουργία διαφορετικές σειρές φωτιστικών,
- Με χωριστό διακόπτη για να θέτουμε σε λειτουργία οποιοδήποτε άλλο φωτιστικό σε κάθε σειρά (checkerboard), ή
- Με χωριστό διακόπτη για κάθε λαμπτήρα σε κάθε φωτιστικό.

Ο χειρισμός πολλαπλών στάθμων δεν απαιτείται όταν:

- Η πυκνότητα ισχύος φωτισμού είναι λιγότερο από 8 W/m^2 ,
- Η περιοχή έχει μόνο μια πηγή φωτισμού (φωτιστικό),
- Η περιοχή είναι λιγότερο από 10 τετραγωνικά μέτρα, ή
- Η περιοχή είναι ένας διάδρομος.

Το σύστημα απενεργοποίησης δεν κρίνεται απαραίτητο να είναι μια και μόνο συσκευή, αλλά μπορεί να περιλαμβάνει αυτόματους χρονοδιακόπτες, τους αισθητήρες παρουσίας ή άλλους αυτόματες συσκευές ελέγχου (για περισσότερα μπορείτε να μεταβείτε στις ενότητες §2.3.1-Αυτόματοι χρονοδιακόπτες και §2.3.2-Αισθητήρες παρουσίας).

Όταν χρησιμοποιείται αισθητήρας παρουσίας για να καλύψει την απαίτηση για αυτόματη απενεργοποίηση, πρέπει να εγκατασταθεί σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή όσον αφορά την τοποθέτηση των αισθητήρων.



Σχήμα 4-Σύστημα απενεργοποίησης με αισθητήρα παρουσίας

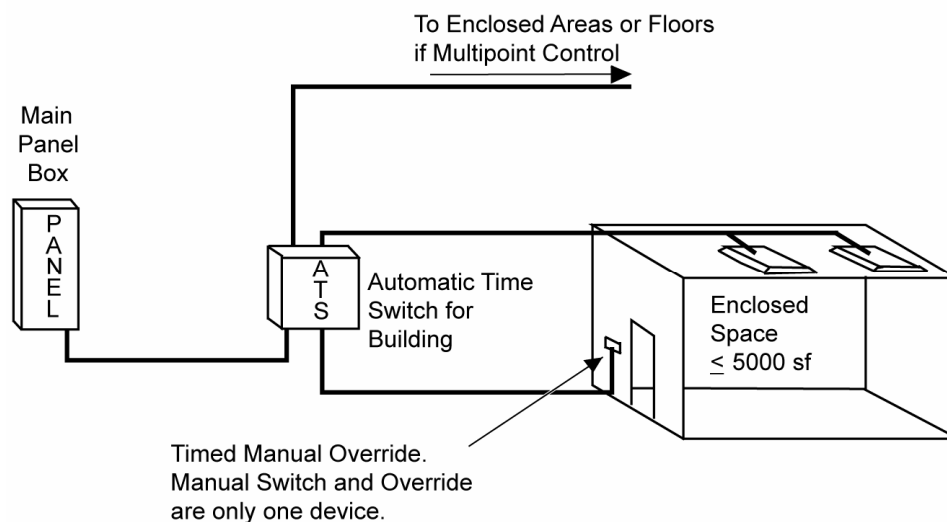
Εάν ένας αυτόματος χρονοδιακόπτης χρησιμοποιείται για αυτόματη ενεργοποίηση, πρέπει να πιστοποιηθεί και να ενσωματώσει αυτόματη απενεργοποίηση για αργίες και περιόδους διακοπών που να απενεργοποιεί όλα τα φορτία φωτισμού για τουλάχιστον 24 ώρες και να επαναφέρει έπειτα στην κανονική σχεδιασμένη λειτουργία το σύστημα. Ο προγραμματισμός διακοπών δεν απαιτείται για μαγαζί λιανικής πώλησης και σχετικά καταστήματα, εστιατόρια, μανάβικα, εκκλησίες, και θέατρα.

Τοπική υπερκέρραση

Εάν ένας αυτόματος χρονοδιακόπτης χρησιμοποιείται για απενεργοποίηση, ο έλεγχος πρέπει να σχεδιαστεί συμπεριλαμβανομένων διακοπών υπερκέρρασης του

αυτόματου χρονοδιακόπτη. Τέτοιοι διακόπτες που θα υπερκερνούν τον αυτόματο χρονοδιακόπτη απενεργοποίησης πρέπει να πληρούν τα εξής κριτήρια:

- Ελέγχουν μια περιοχή που εσικλείεται από τα διαζώματα με ύψος ως την οροφή, που δεν υπερβαίνει 500m² σε ένα μόνο όροφο. Για εμπορικά κέντρα και στοές, αίθουσες συνεδριάσεων, καταστήματα λιανικής πώλησης σε κτίριο με ενιαία χρήση, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, χώρους θεμάτων και αναψυχής, η ελεγχόμενη περιοχή δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 2000m².
- Να είναι εύκολα προσβάσιμοι.
- Να επιτρέπουν χειροκίνητη λειτουργία.
- Να επιτρέπουν στο χειριστή να έχει οπτική επαφή με τον φωτισμό ή την ελεγχόμενη περιοχή ή να είστε.
- Να έχουν τη δυνατότητα υπερκέρρασης για όχι περισσότερο από 2 ώρες. Για εμπορικά κέντρα και στοές, αίθουσες συνεδριάσεων, καταστήματα λιανικής πώλησης σε κτίριο με ενιαία χρήση, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, χώρους θεμάτων και αναψυχής όπου χρησιμοποιείται υπερκέρραση του αυτόματου χρονοδιακόπτη με αισθητήρα παρουσίας, το όριο των δύο ωρών δεν απαιτείται.



Σχήμα 5-Χειροκίνητη χρονομετρημένη υπερκέρραση

2.4.2 Ειδικός φωτισμός προβολής

Ο φωτισμός προβολής μπορεί να τοποθετηθεί σε ξεχωριστή γραμμή φορτίου, που ενεργοποιείται χωριστά, με μέγιστη ένταση μέχρι 20A (Amperes). Ο φωτισμός προβολής για την ανάδειξη εκθεμάτων σε τοίχους, πατώματα και τον εξωτερικό φωτισμό στις περιπτώσεις βιτρινών επίδειξης και προθηκών μπορεί να συμπεριληφθούν στην ίδια γραμμή, εφ' όσον η γραμμή δεν υπερβαίνει τα 20A (Amperes). Ο ειδικός/διακοσμητικός φωτισμός και φωτισμός ειδικών εφέ που βρίσκεται στο εσωτερικό, βιτρινών ή προθηκών επίδειξης και ο γενικός φωτισμός πρέπει να ελέγχονται χωριστά και να μην υπερβαίνουν τα 20A ανά γραμμή.

Οι γραμμές φωτισμού προβολής, το φορτίο των οποίων δεν υπερβαίνει τα 20A ανά γραμμή, μπορούν να ομαδοποιούνται σε τοπικούς υποπίνακες ώστε να διαχωρίζονται από άλλες γραμμές με υψηλότερο φορτίο. Αυτοί οι υποπίνακες πρέπει να βρίσκονται σε σημείο ώστε ο ελεγχόμενος φωτισμός να είναι ορατός κατά το χειρισμό του από το διακόπτη. Αυτοί οι διακόπτες πρέπει να βρίσκονται σε πρακτική τοποθεσία, όπου ένας χρήστης θα ανέμενε εύλογα να βρει τον έλεγχο του φωτισμού προβολής και πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμη (δεν μπορούν να κλειδωθούν).

Για να γίνει κατανοητό το όφελος, που μπορούμε να αποκομίσουμε αν ο διακόπτης του γενικού φωτισμού είναι χωριστός από αυτόν του φωτισμού προβολής, δίνεται ένα παράδειγμα. Ο γενικός φωτισμός θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε περίπτωση χωρίς απαραίτητα να χρειάζεται να ανοιχτεί ο φωτισμός προβολής, όταν για παράδειγμα χρειαστεί να γίνει καθαρισμός και συντήρηση κατά τις νυχτερινές ώρες, δεν υπάρχει οποιαδήποτε χρησιμότητα για τον φωτισμό προβολής να είναι σε λειτουργία.

2.5 Συστήματα Ελέγχου και Διαχείρισης φυσικού φωτισμού

Ένα σημαντικό μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό μπορεί να εξοικονομηθεί εάν ο φωτισμός απενεργοποιείται όταν υπάρχει ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός κατά τη διάρκεια της ημέρας. Η παρούσα ενότητα του κανονισμού θέτει μια σειρά υποχρεωτικών απαιτήσεων για τον έλεγχο του ηλεκτρικού φωτισμού στις περιοχές κάτω από φεγγίτες ή κοντά σε παράθυρα, τις ζώνες φυσικού φωτισμού (daylit zones). Αυτές οι απαιτήσεις για τα συστήματα ελέγχου, από χειροκίνητο χειρισμό του φωτισμού κοντά

στα παράθυρα ή περιοχών που φωτίζονται από τους φεγγίτες όταν η περιοχή είναι μεγαλύτερη από 25m².

Οι υποχρεωτικές απαιτήσεις ελέγχου για τα καθοδηγητικά μέτρα όπως η απαίτηση για συσκευές αυτομάτου ελέγχου ισχύει όταν η ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) είναι μεγαλύτερη από 250m².

Αν και η εναρμόνιση απαιτεί φεγγίτες σε μεγάλου εμβαδού κτίρια, αυτή η απαίτηση μπορεί να παρακαμφθεί με τη μέθοδο ανταλλαγής φορτίων που προκύπτει από την αποδοτική μέθοδο.

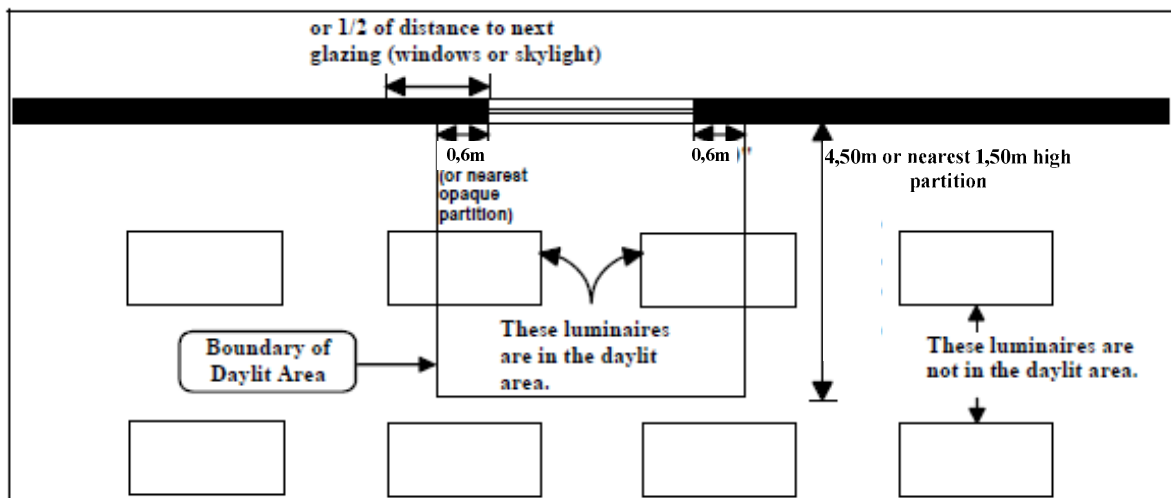
Εάν οι φεγγίτες εγκαθίστανται για να καλύψουν τις καθοδηγητικές απαιτήσεις ή φεγγίτες με αυτόματο έλεγχο φυσικού φωτισμού διαμορφώνονται για τη συμμόρφωση κάτω από την αποδοτική μέθοδο, υπάρχουν απαιτήσεις που πρέπει να καλυφθούν ώστε να επαληθεύεται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας πραγματοποιείται. Στις περιοχές του κτιρίου όπου οι φεγγίτες δεν κρίνονται απαραίτητοι από τον κανονισμό αλλά εγκαθίστανται για άλλους λόγους και οι ζώνες φυσικού φωτισμού (daylit zones) δεν υπερβαίνουν τα 250 τετραγωνικά μέτρα, δεν υπάρχει καμία υποχρεωτική απαίτηση για τις συσκευές ελέγχου φυσικού φωτισμού, εντούτοις, εάν τέτοιες συσκευές εγκατασταθούν στις συγκεκριμένες περιοχές, αυτές πρέπει να καλύπτουν τις υποχρεωτικές απαιτήσεις που αναφέρονται στον κανονισμό για τέτοιου είδους συσκευές. Εάν η ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) είναι μεγαλύτερη από 250 τετραγωνικά μέτρα, τέτοιες συσκευές πρέπει οπωσδήποτε να εγκατασταθούν.

Οι αυτόματες συσκευές ελέγχου φυσικού φωτισμού περιλαμβάνουν βηματική αυξομείωση έντασης (stepped dimming), συνεχή αυξομείωση έντασης (continuous dimming), και διακόπτες πολλαπλών στάθμων.

2.5.1 Ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) κοντά σε παράθυρα και κάτω από φεγγίτες

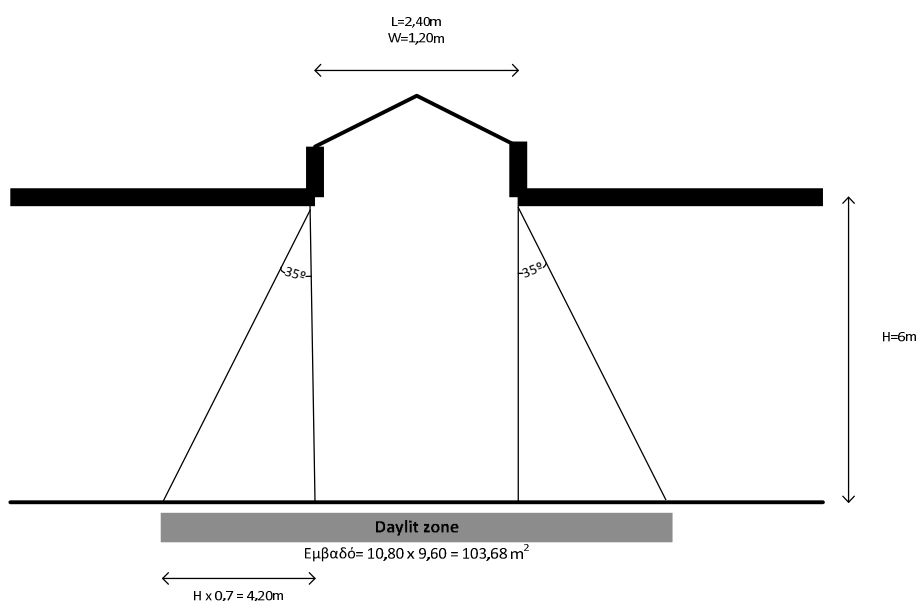
Η ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) κοντά σε ένα παράθυρο εκτείνεται σε κάθετη απόσταση 4,5 μέτρων πίσω από τους υαλοπίνακες ή μέχρι το κοντινότερο διαχωριστικό ύψους τουλάχιστον 1,5 μέτρου, οποιοδήποτε από τα δυο βρίσκεται σε μικρότερη απόσταση. Το πλάτος της ζώνης φυσικού φωτισμού (daylit zone) είναι το πλάτος του παραθύρου συν 1,2 μέτρα σε κάθε πλευρά του, είτε η απόσταση από ένα μόνιμο

διαχωριστικό, είτε το μισό της απόστασης από τον πλησιέστερο φεγγίτη, οποιοδήποτε είναι μικρότερο.



Σχήμα 6-Ζώνη φυσικού φωτισμού κοντά σε παράθυρο

Η ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) κάτω από τους φεγγίτες είναι το «ίχνος» του ανοίγματος του φεγγίτη, επεκτεινόμενο κατά 70% του ανώτατου ύψους, από κάθε άκρη του περιγράμματος του ίχνους του φεγγίτη, εκτός αν προσκρούει σε ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) κάτω από έναν άλλο φεγγίτη, τη ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) από την κάθετη τοποθέτηση υαλοπινάκων ή το φως εμποδίζεται από ένα μόνιμο διαχωριστικό που έχει τουλάχιστον 1,5 μέτρο ύψος (δείτε το σχήμα 6).



Σχήμα 7-Ζώνη φυσικού φωτισμού κάτω από φεγγίτη

Ο αρχιτέκτονας σε συνεργασία με τον ηλεκτρολόγο μηχανικό ή το σχεδιαστή φωτισμού πρέπει να επιστήσουν την προσοχή τους στην ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) κατά τον σχεδιασμό του φωτισμού έτσι ώστε είναι εύκολο για κάποιον να κατανοήσει ποια φωτιστικά πρέπει να συμπεριληφθούν στη χωριστή γραμμή φορτίου της ζώνης φυσικού φωτισμού (daylit zone).

Η μόνη εξαίρεση στην απαίτηση για χωριστό έλεγχο του τεχνητού φωτισμού στις ζώνες φυσικού φωτισμού (daylit zone) είναι όταν δεν υπάρχει αρκετό φυσικό φως. Αυτό αποφασίζεται με τον έναν από τους εξής δύο τρόπους:

1. Όταν το φυσικό φως σε ένα παράθυρο ή έναν φεγγίτη εμποδίζεται σε τόσο βαθμό από τα παρακείμενα κτίρια ή τα φυσικά αντικείμενα που η αποτελεσματική του χρησιμότητα δεν κρίνεται επαρκής.
2. Όταν το αποτελεσματικό άνοιγμα του παραθύρου (effective aperture) είναι μικρότερο από 0.1 (ή του φεγγίτη είναι λιγότερο από 0.006). Ένα μικρό αποτελεσματικό άνοιγμα έχει ως αποτέλεσμα να εισέρχονται μικρές ποσότητες φυσικού φωτισμού στην περιοχή και μπορεί να οφείλεται σε μικρό εμβαδό υαλοπινάκων, σε υαλοπίνακες περιορισμένης διέλευσης φωτός, ή σε συνδυασμό των δύο.

Ο υπολογισμός του αποτελεσματικού ανοίγματος (EA) είναι απαραίτητος μόνο εάν έχουμε μια πολύ μικρή περιοχή παραθύρων ή φεγγιτών και δεν θέλουμε να εγκαταστήσουμε το χωριστό σύστημα ελέγχου του φωτισμού στην ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone). Το αποτελεσματικό άνοιγμα φεγγιτών (EA) χρησιμοποιείται για να υπολογίσει την πίστωση όταν χρησιμοποιούνται αισθητήρες φυσικού φωτισμού πολλαπλών στάθμων (δείτε την παράγραφο §5.4 αυτόματες πιστώσεις ελέγχου φωτισμού).

Το αποτελεσματικό άνοιγμα (EA-effective aperture) για τα παράθυρα εξισώνει στους χρόνους μετάδοσης ορατού φωτός (VLT-visible light transmittance) την αναλογία τοίχων παραθύρων. Το αποτελεσματικό άνοιγμα (EA) για τα παράθυρα υπολογίζεται ξεχωριστά για κάθε δωμάτιο με φυσικό φως. Με σκοπό τον υπολογισμό του αποτελεσματικού ανοίγματος (EA) και τον υπολογισμό του παράγοντα ρύθμισης ισχύος (PAF-power adjustment factor) για φωτο-ελεγκτές στις ζώνες φυσικού φωτισμού (daylit zones) που φωτίζονται πλάγια από τα παράθυρα, ο συντελεστής αναλογίας παραθύρου τοίχων (WWR-window wall ratio) είναι

το εμβαδό των παραθύρων διαιρούμενο με το εμβαδό του τοίχου, που είναι τοποθετημένα τα παράθυρα, όπως τον βλέπει κανείς μέσα από το δωμάτιο. Το εμβαδό του τοίχου περιλαμβάνει και το εμβαδό των παραθύρων στον τοίχο και υπολογίζεται ως το γινόμενο του ύψους του τοίχου από το πάτωμα μέχρι την οροφή πολλαπλασιαζόμενο με το οριζόντιο μήκος του τοίχου που περιέχει το παράθυρο δίπλα στην ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone). Το αποτελεσματικό άνοιγμα για ένα παράθυρο, EA_{Window} , είναι:

$$EA_{window} = GlazingVLT \times WWR$$

Το αποτελεσματικό άνοιγμα για ένα φεγγίτη, $EA_{Skylight}$, είναι το γινόμενο της αποδοτικότητας φρεατίων (WE-well efficiency), του χρόνου μετάδοσης ορατού φωτός για τον υαλοπίνακα (Glazing VLT), ενός συντελεστή ρύπου 85% και της αναλογίας του εμβαδού του φεγγίτη ως προς το εμβαδό της ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone). Το Glazing VLT είναι το γινόμενο της μετάδοσης ορατού φωτός του υαλοπίνακα του φεγγίτη και όλων των συστατικών στο φωταγωγό που μπορούν να μειώσουν τη μετάδοση όπως περσίδες, συσκευές διάχυσης του φυσικού φωτισμού κ.λπ. Η μετάδοση ορατού φωτός των κινητών εξαρτημάτων (όπως όπως περσίδες, συσκευές διάχυσης του φυσικού φωτισμού, κ.λπ.) εκτιμάται στην ορθάνοικτη θέση. Το αποτελεσματικό άνοιγμα για ένα φεγγίτη, $EA_{Skylight}$, είναι:

$$EA_{skylight} = \frac{0,85 \times GlazingVLT \times WE}{DaylitAreaUnderSkylight}$$

Μετάδοση ορατού φωτός

Η μετάδοση ορατού φωτός (VLT) είναι ιδιότητα του γυαλιού ή του πλαστικού υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο υαλοπίνακας. Είναι ο συντελεστής αναλογίας του φωτός που διαβιβάζεται από το υλικό ως προς το φως που προσπίπτει στο υλικό σε κανονική πρόσπτωση. Η τιμή του VLT για ένα δεδομένο υλικό μπορεί να βρεθεί στα συνοδευτικά έγγραφα του κατασκευαστή, ή στο ASHRAE Handbook, Fundamental Volume, Chapter 30, Table 24. Το VLT είναι η ιδιότητα του υλικού του υαλοπίνακα και δεν

περιλαμβάνει τα αποτελέσματα της επίδρασης του πλαισίου. Εν αντίθεση, οι εκτιμήσεις της NFRC είναι βασισμένες στην ορατή μετάδοση (VT), η οποία περιλαμβάνει τις επιδράσεις του πλαισίου, συνεπώς, οι τιμές VT είναι πάντα χαμηλότερες από τις τιμές VLT. Για τους υπολογισμούς παράγοντα ρύθμισης ισχύος (PAF) (πίνακας 146-A), οι τιμές VT μπορούν να αντικαταστήσουν τις VLT. Εντούτοις, για τους υπολογισμούς στη ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) μόνο τιμές VLT μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

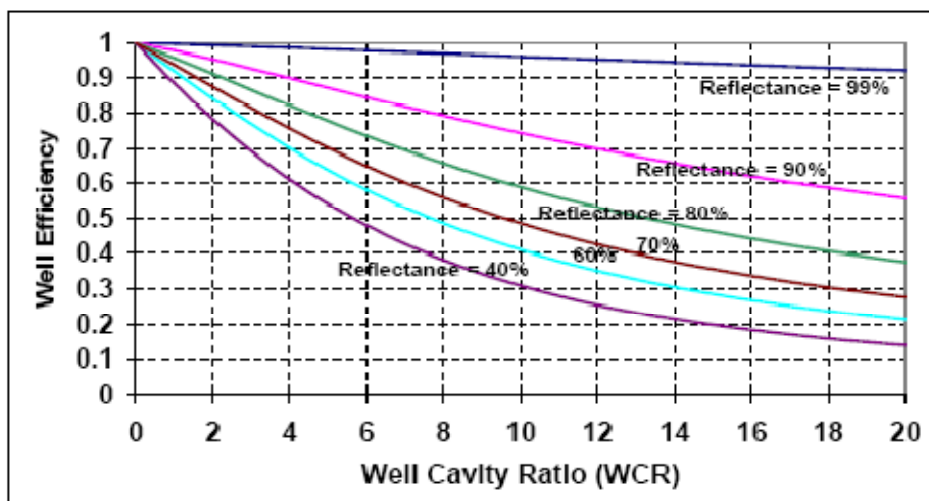
Αποδοτικότητα φρεατίου

Η αποδοτικότητα φρεατίου, που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του αποτελεσματικού ανοίγματος φεγγίτη, φαίνεται στο γράφημα πιο κάτω. Είναι ο συντελεστής αναλογίας της ποσότητας ορατού φωτός που εξέρχεται από ένα φρεάτιο φεγγίτη ως προς την ποσότητα ορατού φωτός που εισέρχεται στο φρεάτιο και θα καθοριστεί από το γράφημα βασισμένος στο σταθμισμένο μέσο συντελεστή ανάκλασης των τοίχων του φρεατίου και τον συντελεστή αναλογίας κοιλότητας φρεατίου (WCR-well cavity reflectance). Η γενική αποδοτικότητα φρεατίου είναι το γινόμενο της κάθετης αποδοτικότητας φρεατίου επί την αποδοτικότητα φρεατίου στο πιο διευρυμένο σημείο του.

Ο σταθμισμένος μέσος συντελεστής ανάκλασης του χώρου (των τοίχων του φρεατίου [ρ]) είναι ο μέσος όρος που υπολογίστηκε από το εμβαδό όλων των επιφανειών ανάκλασης που σχετίζονται με τον φεγγίτη. Οι χαρακτηριστικές τιμές συντελεστή ανάκλασης δίνονται στον πίνακα-1 πιο κάτω. Εντούτοις, κατά τους υπολογισμούς θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι συντελεστές ανάκλασης των επιφανειών που δίδονται από τον κατασκευαστή των προϊόντων εάν είναι διαθέσιμοι. Συνήθως οι κατασκευαστές χρωμάτων και ηχομονωτικών επιστρώσεων δημοσιεύουν τιμές συντελεστή ανάκλασης για τα προϊόντα τους. Για τα φρεάτια φεγγιτών που είναι τις συνδυασμός φρεατίου που είναι διευρυμένο σε ένα σε κάποιο μέρος του σε σχέση με το άνοιγμα στο υπόλοιπο μέρος του και φρεατίου κάθετου τοίχου, η γενική αποδοτικότητα φρεατίου είναι το γινόμενο των δυο, όπου κάθε αποδοτικότητα φρεατίου είναι βασισμένη τις διαστάσεις στον πάτο του φρεατίου με παρόμοιες γωνίες τοίχων.

Υλικό	Συντελεστής Ανάκλασης (%)
Λευκός σοβάς	90
Γυαλισμένο φύλλο αλουμινίου	82
Ακουστικό κεραμίδι	80
Λευκή μπογιά	70-85
Παστέλ χρώμα μπογιά	45-60
Διαποτισμένα χρώματα	25-35
Γαλβανισμένο φύλλο μετάλλου	50
Εμφανές σκυρόδεμα	30
Ξύλο (μη βαμμένο)	30
Μαύρο κατραμόχαρτο	7

Πίνακας 1-Συντελεστής ανάκλασης φωτός σε διάφορες επιφάνειες φρεατίου



Σχήμα 8-Γράφημα αποδοτικότητας φρεατίου

Συντελεστής αναλογίας κοιλότητας φρεατίου (WCR-well cavity reflectance)

Ο συντελεστής αναλογίας κοιλότητας φρεατίου (WCR) καθορίζεται από τη γεωμετρία του φρεατίου του φεγγίτη και θα καθορισθεί χρησιμοποιώντας μία από τις δυο εξισώσεις που δίνονται παρακάτω:

$$WCR = \left(\frac{5 \times [WellHeight(WellLength + WellWidth)]}{WellLength \times WellWidth} \right)$$

Συντελεστής αναλογίας κοιλότητας φρεατίου (WCR) για ορθογωνικά φρεατία

$$WCR = \left(\frac{2,5 \times WellHeight \times WellPerimeter}{WellArea} \right)$$

Συντελεστής αναλογίας κοιλότητας φρεατίου (WCR) για μη ορθογωνικά φρεάτια

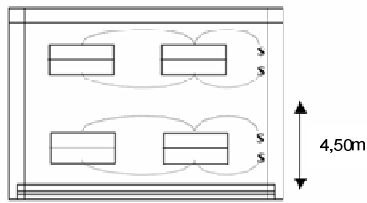
Όπου το μήκος, το πλάτος, η περίμετρος και το εμβαδό μετρούνται στον πάτο του φρεατίου.

2.5.2 Αυτόνομος χειρισμός φωτισμού κοντά σε παράθυρα και κάτω από φεγγίτες

Ο έλεγχος του ηλεκτρικού φωτισμού στην περιοχή όπου φυσικός φωτισμός εισέρχεται ένα κτίριο μέσω των παραθύρων ή των φεγγιτών προσδιορίζεται λεπτομερώς στον παρόν κανονισμό. Καλύπτεται από την υποχρεωτική απαίτηση για αυτόνομο χειρισμό του φωτισμού στη ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone), και μπορεί να λάβει πίστωση κάτω από τις προαιρετικές πιστώσεις αυτόματων συσκευών ελέγχου. Σύμφωνα με τα υποχρεωτικά μέτρα, ένα εσωκλειόμενο διάστημα είναι μεγαλύτερο από 25m², ο ηλεκτρικός φωτισμός μέσα στη ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) πρέπει να χειρίζεται αυτόνομα έτσι ώστε ο φωτισμός να μπορεί να ελεγχθεί χωριστά από αυτόν στον υπόλοιπο χώρο. Προσδοκία είναι ο αυτόνομος χειρισμός να είναι σε θέση να απενεργοποιήσει τουλάχιστον 50% των λαμπτήρων μέσα στη ζώνη. Αυτό πρέπει να γίνει από ένα διακόπτη ή άλλη συσκευή ελέγχου που αφιερώνεται στην εξυπηρέτηση μόνο των φωτιστικών στη ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone). Εάν υπάρχουν χωριστές ζώνες για τα παράθυρα και τους φεγγίτες, πρέπει να ελέγχονται χωριστά.

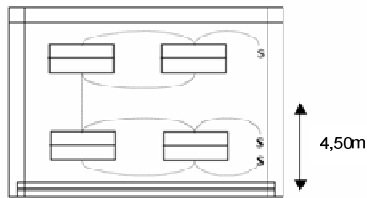
Συσκευές ελέγχου φυσικού φωτισμού και χειρισμός πολλαπλών στάθμων

Οι απαιτήσεις ελέγχου του φωτισμού στη ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) είναι επιπρόσθετες στον χειρισμό πολλαπλών στάθμων. Συνολικά, υπάρχουν τουλάχιστον τρεις τρόποι για εναρμόνιση. Δείτε το σχήμα 9.



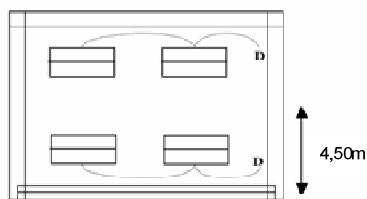
4 Switch Option

With the 4 Switch Option, the multi-level switching is provided separately to the daylit area and to the non-daylit area.



3 Switch Option

The 3 Switch Option also meets the requirements because switch "1" controls at least 50 percent of the lighting in the daylit area. Switch "2" controls the remainder of the lights in the daylit area and half of the lights in the non-daylit area. Switch "3" controls the remainder of lights in the non-daylit area.



Dimmer Switch Option

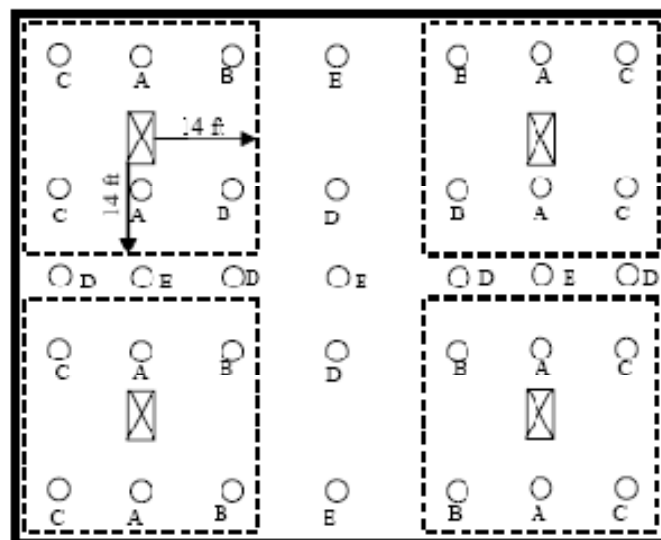
The Dimmer Switch Option controls the daylit and non-daylit areas separately, and the dimmer takes care of the multi-level illumination requirement.

Σχήμα 9-Συνδυασμός ελέγχου φωτισμού πολλαπλών στάθμων σε ζώνη φυσικού φωτισμού

2.5.3 Ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) κάτω από φεγγίτες με εμβαδό μεγαλύτερο από 250m²

Παρόλο που οι απαιτήσεις για τους φεγγίτες είναι απλά καθοδηγητικές, εάν εγκατασταθούν φεγγίτες, υπάρχουν υποχρεωτικές απαιτήσεις για αυτόματες συσκευές έλεγχου που πρέπει να εγκατασταθούν για να μειώσουν τον τεχνητό φωτισμό όταν υπάρχει διαθέσιμος ικανοποιητικός φυσικός φωτισμός. Όταν η ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) κάτω από τους φεγγίτες σε οποιοδήποτε εσωκλειόμενο διάστημα (δωμάτιο) είναι μεγαλύτερη από 250 τετραγωνικά μέτρα, τότε ο γενικός φωτισμός στο χώρο αυτό πρέπει να υπόκειται σε αυτόματο έλεγχο πολλαπλών στάθμων. Η συσκευή που καλύπτει τις ελάχιστες απαιτήσεις είναι ο αστρονομικός χρονοδιακόπτης πολλαπλών στάθμων όπως περιγράφεται στην §2.3.4. Εναλλακτική λύση είναι ο αυτόματος αισθητήρας φυσικού φωτισμού πολλαπλών στάθμων όπως περιγράφεται στην §2.3.5 - αυτός ο αυτόματος αισθητήρας φυσικού φωτισμού πολλαπλών στάθμων μπορεί επίσης να είναι προκριθεί για έναν παράγοντα ρύθμισης ισχύος όπως στο §5.4.

Ένας χρονοδιακόπτης πολλαπλών στάθμων πρέπει να έχει τη δυνατότητα να μειώσει τη ένταση φωτισμού διατηρώντας όμως εύλογα ομοιόμορφο επίπεδο έντασης φωτισμού σε όλη την ελεγχόμενη περιοχή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τον αυτόνομο έλεγχο, για ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση, μεμονωμένων λαμπτήρων ή φωτιστικών ή σειρών φωτιστικών σε συνάρτηση με το χρονικό διάστημα που έχει παρέλθει από την ανατολή του ήλιου ή το χρονικό διάστημα που απομένει μέχρι το ηλιοβασίλεμα. Οι αυτόματες συσκευές ελέγχου του φωτισμού, θα πρέπει να έχουν τουλάχιστον μια στάθμη ελέγχου που είναι μεταξύ 50% και 70% της πλήρους υπολογισμένης έντασης φωτισμού και άλλη μια στάθμη ελάχιστης έντασης φωτισμού με λιγότερο από 35% της πλήρους υπολογισμένης έντασης φωτισμού. Εναρμόνιση μπορεί επίσης να επιτευχθεί, με βήματα on/off και 2/3 (67%) της πλήρους έντασης ή on/off και 50% της πλήρους έντασης όπως φαίνεται στο σχήμα 11, χωρίς αυτούς να αποτελούν τους μοναδικούς τρόπους.



Σχήμα 10-Σχέδια φωτισμού, που δείχνουν τις ζώνες φυσικού φωτισμού και τις γραμμές φορτίου (ύψος οροφής 6m)

Ο σχεδιαστής πρέπει να υποδείξει στο σχέδιο φωτισμού, τη θέση των φεγγιτών και των σχετικών ζωνών φυσικού φωτισμού (daylit zone) τους όπως φαίνεται στο σχήμα 10 (τα ορθογώνια με τις διαγώνιες είναι οι φεγγίτες, οι κύκλοι είναι low bay φωτιστικά (βρίσκονται σε ύψος μικρότερο από 7,5 μέτρα πάνω από το πάτωμα), ο χαρακτήρας υποδεικνύει τη γραμμή φορτίου για κάθε φωτιστικό και οι διακεκομμένες γραμμές δείχνουν τις ζώνες φυσικού φωτισμού). Αυτό βοηθά ώστε να αποτραπεί καλωδίωση στη λανθασμένη γραμμή

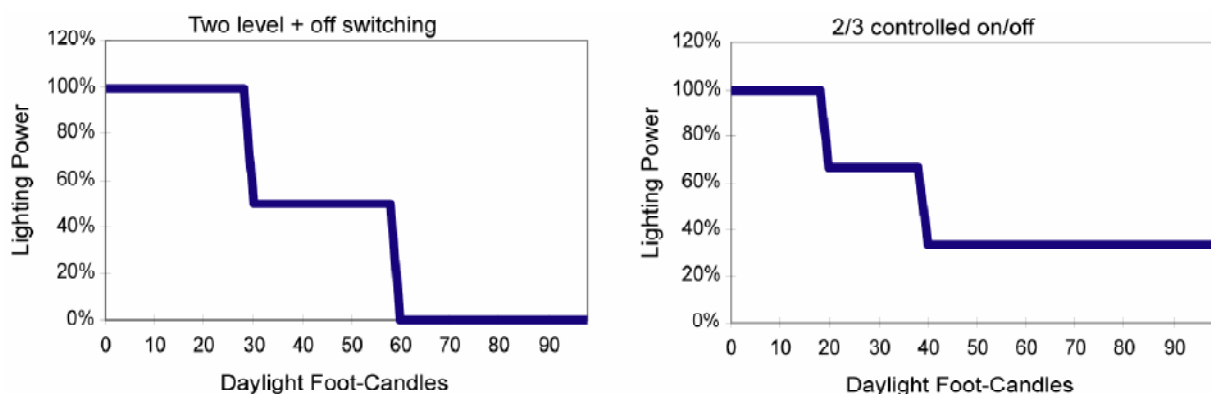
φορτίου, κάτι που θα απαιτεί υψηλό κόστος για να διορθωθεί εκ των υστέρων. Σημειώστε ότι υπάρχουν τρεις γραμμές φορτίου φωτισμού στη ζώνη φυσικού φωτισμού όπως υποδεικνύεται από τις γραμμές Α, Β και Γ. Η καλωδίωση έχει σχεδιαστεί και οργανωθεί έτσι ώστε τα φωτιστικά στο κύκλωμα Α να βρίσκονται πιο κοντά από τα φωτιστικά στα κυκλώματα Β και Γ. Σε σχετικά χαμηλά επίπεδα φυσικού φωτισμού, το κύκλωμα Α μπορεί να απενεργοποιηθεί. Δεδομένου ότι 2/3 (67%) των φωτιστικών στη ζώνη θα είναι ακόμα ενεργοποιημένο, όταν το κύκλωμα Α είναι απενεργοποιημένο, αυτό καλύπτει την απαίτηση που περιγράφεται στο §2.4.1, στο χειρισμό πολλαπλών στάθμων, ότι ο φωτισμός μπορεί να μειωθεί για να είναι μεταξύ 70% και 50% της πλήρους υπολογισμένης έντασης φωτισμού. Σε υψηλότερα επίπεδα φυσικού φωτισμού τα κυκλώματα Β και Γ μπορούν να απενεργοποιηθούν. Σε αυτό το διάγραμμα εάν ο αγωγός τρέχει από πάνω προς τα κάτω, ο αγωγός φέρει μόνο δύο γραμμές της καλωδίωσης (C&D, A&E, και B&D).

Σημειώστε ότι οι περιοχές έξω από τις ζώνες φυσικού φωτισμού έχουν δύο γραμμές. Αυτό απαιτείται από το χειρισμό πολλαπλών στάθμων, στο §2.4.1. Εάν το διάστημα μεταξύ των φεγγιτών μειωθεί τόσο ώστε ολόκληρο το διάστημα είναι στη ζώνη φυσικού φωτισμού, τότε απαιτούνται λιγότερες γραμμές φορτίου για τον φωτισμό.

Ο αστρονομικός χρονοδιακόπτης πρέπει να έχει ξεχωριστές μετατοπίσεις για προγράμματα χρονικών ρυθμίσεων για την ανατολή και το ηλιοβασίλεμα, για ελάχιστο αριθμών δυο καναλιών που απαιτούνται για να εφαρμοστεί ο έλεγχος. Ο αστρονομικός χρονοδιακόπτης απαιτείται να έχει την ικανότητα να μετατοπίσει ένα πρόγραμμα χρονικών ρυθμίσεων μέχρι 4 ώρες από την ανατολή και το ηλιοβασίλεμα. Κατά την επιλογή εγκατάστασης ενός αστρονομικού χρονοδιακόπτη, πρέπει να ελέγχεται, με βάση το εγχειρίδιο του κατασκευαστή, ότι ο διακόπτης καλύπτει όλες τις απαιτήσεις που ορίζονται στο §2.3.4 του παρόντος κανονισμού. Ο αστρονομικός χρονοδιακόπτης πρέπει να έχει τη δυνατότητα χειροκίνητης χρονομετρημένης παράκαμψης του, από τον χρήστη για χρονικό διάστημα που δεν ξεπερνά τις δυο ώρες, όπως αναφέρεται και πιο πάνω στην ενότητα §2.4.1 τοπική παράκαμψη. Αυτοί οι χειροκίνητοι διακόπτες δεν μπορούν να ελέγχουν φωτισμό για περιοχές εμβαδού μεγαλύτερου όχι από 500 τετραγωνικά μέτρα του, εκτός και αν πρόκειται για μεγάλους ενιαίους χώρους όπως αποθήκες εμπορευμάτων, τα βιομηχανικές εγκαταστάσεις, καταστήματα λιανικών πωλήσεων κ.λπ. όπου είναι δυνατό με

ένα μεμονωμένο διακόπτη για όλο το χώρο να γίνεται χειρισμός για τον φωτισμό χώρου εμβαδού μέχρι 2000 τετραγωνικών μέτρων.

Οι αυτόματοι αισθητήρες ελέγχου φυσικού φωτισμού πολλαπλών στάθμων μπορούν είτε να λειτουργήσουν σαν διακόπτες είτε σαν αυξομειωτές έντασης (dimmers). Εάν είναι ο τύπου διακόπτη, πρέπει να έχουν τις απαιτήσεις ισχύος και ομοιομορφίας όπως περιγράφονται ανωτέρω για τον αστρονομικό χρονοδιακόπτη. Εάν είναι τύπου αυξομειωτή, όλος ο γενικός φωτισμός στη ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) μπορεί να υπόκειται σε ενιαίο χειρισμό, με συνεχή αυξομείωση της έντασης. Γενικά οι ελάχιστες απαιτήσεις ισχύος θα απαγορεύουν την χρήση αυξομειωτών για λαμπτήρες εκκένωσης υψηλής έντασης (HID) (HID dimmers) για το λόγο ότι αυτοί καταναλώνουν υπό κανονικές συνθήκες περισσότερο από 35% στο επίπεδο ελάχιστης έντασης φωτισμού.

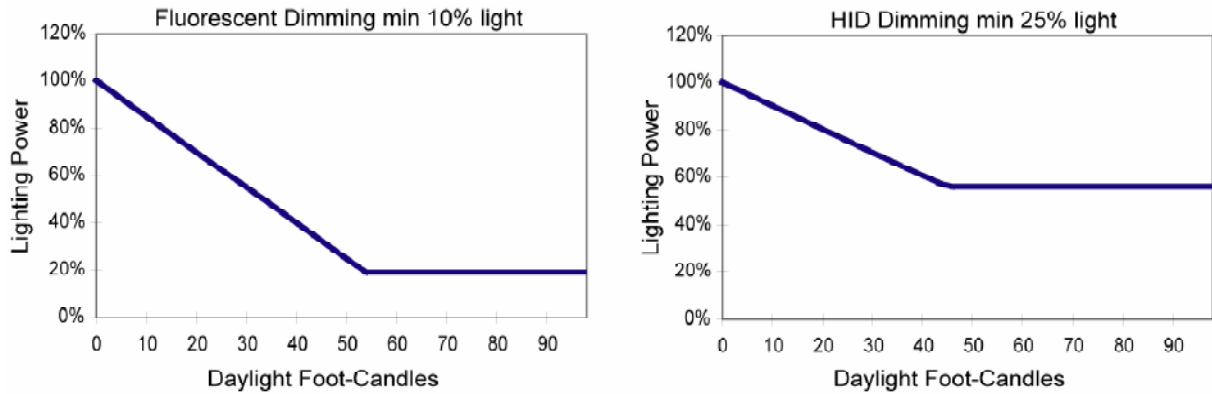


Σχήμα 11-Στρατηγικές εναρμόνισης συσκευών χειρισμού

Ακόμα και όταν μειώσουμε στο 25% της πλήρους έντασης φωτισμού, ο αυξομειωτής σε λαμπτήρες εκκένωσης υψηλής έντασης HID υγρών αλογονιδίων (metal halide dimmer) του παραδείγματος του σχήματος 12 καταναλώνει περίπου 60% της πλήρους ισχύος. Αντίθετα ένας αυξομειωτής σε λαμπτήρες φθορισμού καταναλώνει περίπου 15% της πλήρους ισχύος στο επίπεδο ελάχιστης έντασης φωτισμού, που βρίσκεται στο 10% της πλήρους. Κατά συνέπεια συστήματα με λαμπτήρες HID είναι προτιμότερο να ελέγχονται από έναν διακόπτη ώστε να μπορέσουν να πληρώσουν τις απαιτήσεις.

Εάν ένας διακόπτης χρησιμοποιείται, πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον δύο στάδια ελέγχου. Κατά τον σχεδιασμό και την καλωδίωση πρέπει να προβλεφθεί και να

απεικονισθεί ποια από τα φωτιστικά θα κλείνουν πρώτα, καθώς τα επίπεδα φυσικού φωτισμού αυξάνονται - αυτά τα φωτιστικά πρέπει να είναι αυτά που βρίσκονται πλησιέστερα στους φεγγίτες. Το επόμενο στάδιο, πρέπει να περιλαμβάνει κλείσιμο του φωτισμού βρίσκεται πιο πέρα.



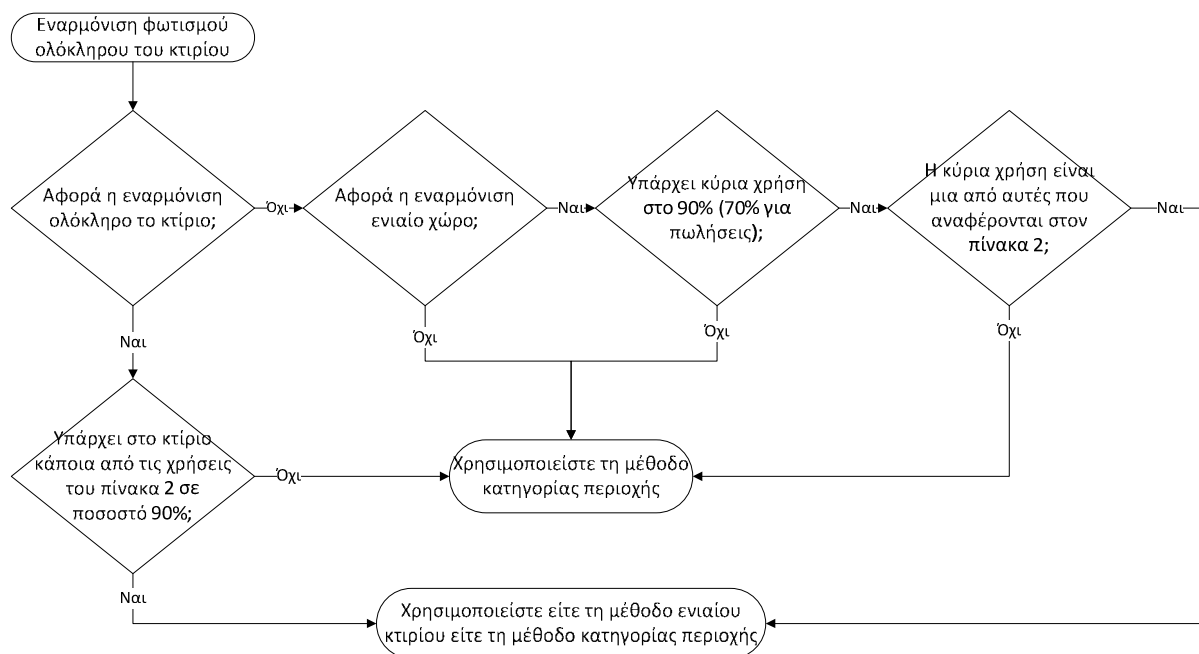
Σχήμα 12-Ισχύς λαμπτήρων φθορισμού και HID σε συνάρτηση με το φυσικό φωτισμό

3. Καθοδηγητική Προσέγγιση (Prescriptive Approach)

Επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού

Η καθοδηγητική προσέγγιση για το φωτισμό περιλαμβάνει μια σύγκριση της επιτρεπόμενης με την πραγματική ισχύ φωτισμού του κτιρίου (όπως τελικά μετράται μετά την εγκατάσταση των συστημάτων ελέγχου). Η πραγματική ισχύς θα πρέπει να είναι μικρότερη από την επιτρεπόμενη.

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι για να καθοριστεί η επιτρεπόμενη ισχύς σύμφωνα με την καθοδηγητική προσέγγιση: η μέθοδος ενιαίου κτιρίου (Complete building method), η μέθοδος κατηγορίας περιοχής (Area category method) και η προσαρμοσμένη μέθοδος (Tailored method).



Σχήμα 13-Διάγραμμα ροής υπολογισμού πυκνότητας ισχύος φωτισμού (μέθοδος ενιαίου κτιρίου και μέθοδος κατηγορίας περιοχής)

3.1 Μέθοδος Ενιαίου Κτιρίου (Complete building method)

3.1.1 Επεξήγηση της μεθόδου

Η μέθοδος ενιαίου κτιρίου μπορεί να εφαρμοστεί μόνο όταν όλες οι περιοχές ενός κτιρίου αξιοποιούνται για ενιαία χρήση (ο φωτισμός θα εγκατασταθεί σε ολόκληρο το κτίριο αδειοδοτούμενο εναρμονιζόμενο με τον παρόν κανονισμό). Το κτίριο πρέπει να χρησιμοποιείται για μια είδους χρήση σε ένα ποσοστό που είναι κατ' ελάχιστο 90% του συνολικού εμβαδού του κτιρίου. Στον προσδιορισμό του εμβαδού της περιοχής κύριας χρήσης πρέπει να περιληφθούν και οι περιοχές του κτιρίου με χρήση, η οποία υποστηρίζει την κύρια χρήση, όπως λόμπυ, διάδρομοι, τουαλέτες και αποθηκευτικοί χώροι. Για καταστήματα λιανικής ή χονδρικής πώλησης, αυτή η μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν τουλάχιστον το 70% του συνολικού εμβαδού του κτιρίου χρησιμοποιείται ως χώρος πωλήσεων. Δεν μπορούν να υπάρχουν στο κτίριο κατασκευαστικά ανολοκλήρωτες περιοχές. Η επιτρεπόμενη ισχύς για τον φωτισμό, όταν πρόκειται για καταστήματα λιανικής ή χονδρικής πώλησης μπορεί να αξιοποιηθεί για κτίρια με ενιαία χρήση ή κτίρια πολλαπλών χρήσεων, αν είναι γνωστό κατά την αδειοδότηση ότι ολόκληρο το κτίριο θα αποτελείται εξ' ολοκλήρου από καταστήματα λιανικής και χονδρικής πώλησης. Για να εγκριθεί το κτίριο για χρήση λιανικής ή χονδρικής πώλησης και να αδειοδοτηθεί ως τέτοιο, πρέπει να αποδεικνύεται με σχετικά έγγραφα, ότι οι ιδιοκτήτες ή ένοικοι ή εξουσιοδοτημένοι χρήστες του κτιρίου, είναι φυσικό ή νομικό πρόσωπο με εμπορική δραστηριότητα λιανικών ή χονδρικών πωλήσεων.

Η επιτρεπόμενη πυκνότητα ισχύος φωτισμού, για κλιματιζόμενους χώρους, πρέπει να καθορίζεται χωριστά από μη κλιματιζόμενους χώρους. Το όριο πρέπει να τηρείται χωριστά για κάθε χώρο, χωρίς ανταλλαγές φορτίων μεταξύ διαφορετικών περιοχών. Μη κλιματιζόμενοι χώροι (unconditioned spaces) θεωρούνται χώροι χωρίς άμεσο ή έμμεσο σύστημα κλιματισμού. Παραδείγματα τέτοιων χώρων είναι καλυμμένοι και περιτοιχισμένοι χώροι στάθμευσης, συνεργεία αυτοκινήτων, περιτοιχισμένοι αλλά υπαίθριοι χώροι εστίασης, θερμοκήπια, ράμπες φόρτωσης και εκφόρτωσης και δωμάτια μηχανολογικού ή ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.

Για να καθοριστεί η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού, πολλαπλασιάζουμε το εμβαδό της κλιματιζόμενης περιοχής του κτιρίου με την πυκνότητα ισχύος φωτισμού για το συγκεκριμένο τύπο χρήσης του κτιρίου, όπως φαίνεται στον πίνακα 2.

Σημείωση: Η μέθοδος ενιαίου κτιρίου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολυώροφα κτίρια οικιστικής χρήσης ή ξενοδοχεία.

Τύπος χρήσης	Επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού (W/m ²)
Αίθουσα εκδηλώσεων	15
Συνεδριακοί χώροι	13
Οικονομικοί οργανισμοί	11
Εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια γενικής εργασίας	
High bay φωτιστικά	11
Low bay φωτιστικά	10
Παντοπωλεία	15
Ξενοδοχεία	14
Αποθήκες βιομηχανικής και εμπορικής χρήσης	7
Ιατρικά κτίρια και κλινικές	11
Κτίρια γραφείων	11
Γκαράζ χώρων στάθμευσης	4
Θρησκευτικές εγκαταστάσεις	16
Εστιατόρια	12
Καταστήματα λιανικής και χονδρικής πώλησης*	15
Σχολεία	12
Θέατρα	13
Όλα τα υπόλοιπα	6

***Για καταστήματα λιανικής και χονδρικής πώλησης, η μέθοδος ενιαίου κτιρίου μπορεί μόνο να χρησιμοποιηθεί όταν η περιοχή πωλήσεων είναι μεγαλύτερη από το 70% του εμβαδού**

Πίνακας 2-Τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού (W/m²) για τη μέθοδο ενιαίου κτιρίου

3.1.2 Εφαρμογή της Μεθόδου Ενιαίου Κτιρίου

Παράδειγμα: Μια κλινική πρόκειται να κτιστεί με εμβαδό 1000m². Ποια είναι η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού με τη χρήση της Μεθόδου Ενιαίου Κτιρίου;

Με δεδομένο ότι η χρήση του κτιρίου είναι ενιαία και επομένως καλύπτει την απαίτηση για το 90%, ανατρέχουμε στον πίνακα 2, όπου η τιμή πυκνότητας ισχύος φωτισμού για ιατρικά κτίρια και κλινικές είναι 11W/m². Επομένως η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού είναι:

$$1000\text{m}^2 \times 11\text{W/m}^2 = 11\ 000\text{W} = 11\text{kW}$$

3.2 Μέθοδος Κατηγορίας Περιοχής (Area category method)

3.2.1 Επεξήγηση της μεθόδου

Η μέθοδος κατηγορίας περιοχής είναι πιο ευέλικτη από τη μέθοδο ενιαίου κτιρίου επειδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κτίρια με πολλαπλούς μισθωτές και χρήσεις ή σε μερικώς ολοκληρωμένα κτίρια. Για σκοπούς εφαρμογής της μεθόδου κατηγορίας περιοχής, μια «περιοχή» ορίζεται ως όλα τα παρακείμενα διαστήματα που φιλοξενούν ή σχετίζονται με μια ενιαία κύρια λειτουργία όπως αναφέρεται στον πίνακα 3. Οι περιοχές που δεν καλύπτονται από την τρέχουσα άδεια αγνοούνται. Όταν ο φωτισμός σε αυτές τις περιοχές ολοκληρώνεται αργότερα στο πλαίσιο μιας νέας άδειας ο αιτών μπορεί να παρουσιάσει σχέδια που να αποδεικνύουν συμμόρφωση με οποιαδήποτε από τις μεθόδους φωτισμού που αναλύονται στον παρόν κανονισμό εκτός από τη μέθοδο ενιαίου κτιρίου.

Η μέθοδος κατηγορίας περιοχής διαιρεί ένα κτίριο σε περιοχές πρωτεύουσας λειτουργίας χρήσης. Η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το εμβαδό της κάθε περιοχής λειτουργίας με την πυκνότητα ισχύος φωτισμού για εκείνη την λειτουργία. Όπου οι περιοχές είναι ορισμένες ή χωρισμένες με εσωτερικά διαχωριστικά, το εμβαδό που καταλαμβάνεται από αυτά τα εσωτερικά διαχωριστικά πρέπει να περιληφθεί σε οποιαδήποτε περιοχή. Η συνολική επιτρεπόμενη ισχύς είναι το άθροισμα των επί μέρους ποσοτήτων επιτρεπόμενης ισχύος για κάθε περιοχή του κτιρίου, που περιλαμβάνεται στην υπό εξέταση αίτηση για άδεια.

Όταν χρησιμοποιείται αυτή η μέθοδος, κάθε περιοχή με διαφορετική λειτουργία χρήσης στο κτίριο πρέπει να εκλαμβάνεται ως χωριστή περιοχή. Τα όρια μεταξύ των περιοχών αυτών μπορεί να αποτελείται από τους τοίχους ή διαχωριστικά χωρίς αυτό να είναι απαραίτητο. Για παράδειγμα, η κουζίνα και ο χώρος εστίασης σε ένα ταχυφαγείο (fast-food restaurant) δεν κρίνεται απαραίτητο να χωρίζεται από τοίχο. Επίσης, δεν είναι απαραίτητο να διαχωρίζονται οι διάδρομοι ή οι εισόδοι από την περιοχή πρωτεύουσας λειτουργίας. Εντούτοις, όταν χρησιμοποιείται η μέθοδος κατηγορίας περιοχής για να υπολογιστεί η συνολική ισχύς φωτισμού για ολόκληρο το κτίριο, τα λόμπυ της κύριας εισόδου, οι διάδρομοι, οι τουαλέτες, και οι περιοχές υποστηρικτικής λειτουργίας του κτιρίου θα πρέπει να λογίζονται ως ξεχωριστές περιοχές.

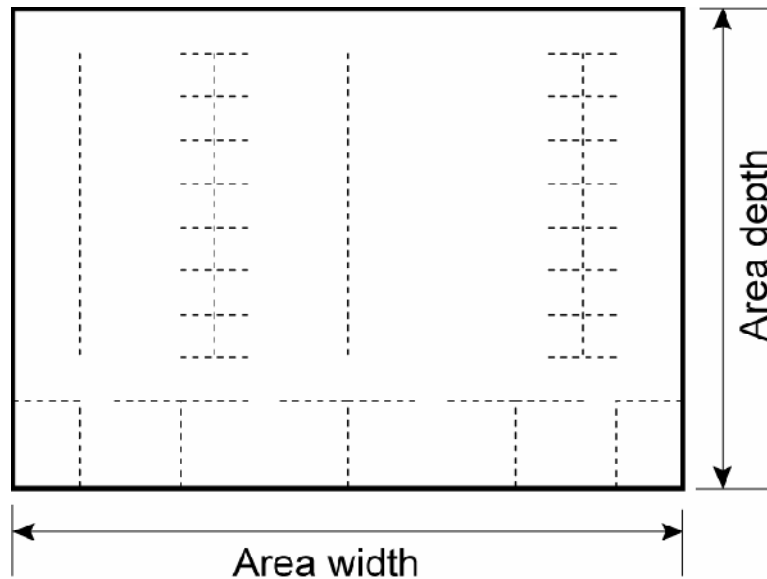
Κατά χρησιμοποίηση αυτής της μεθόδου, λειτουργία μεταφορών αναφέρεται στην περιοχή έκδοσης εισιτηρίων, τους χώρους αναμονής, τις περιοχές διακομιδής αποσκευών, τις κεντρικές αίθουσες, ή άλλες περιοχές που δεν καλύπτονται από τις πρωτεύουσες λειτουργίες στον πίνακα 3 για τερματικούς σταθμούς λεωφορείων ή τρένων, σταθμούς υπόγειου σιδηρόδρομου, σταθμούς μετεπιβίβασης, αεροδρόμια και λιμάνια.

Εάν κατά την διάρκεια της αδειοδότησης δεν έχει προσδιορισθεί η χρήση για ένα μέρος του κτιρίου, για κτίριο πολλαπλών χρήσεων, θα χρησιμοποιήσουμε την τιμή για χώρο απροσδιόριστης χρήσης από τον πίνακα 3. Αν για παράδειγμα, σε ένα εμπορικό κέντρο, υπάρχει χώρος του οποίου η χρήση δεν έχει ακόμα προσδιορισθεί, τότε ο υπολογισμός θα γίνει με βάση την τιμή απροσδιόριστης χρήσης και όχι για την τιμή χώρου λιανικής πώλησης. Για να επιτραπεί ισχύς φωτισμού διαφορετική από αυτή που προβλέπεται για χώρο με απροσδιόριστη χρήση, πρέπει να τεκμηριωθεί κατά τον χρόνο της αίτησης η φύση της εμπορικής δραστηριότητας του μισθωτή και ο τύπος της επιχείρησής ώστε ο χώρος να συγκαταλεχθεί στην ανάλογη χρήση.

Η ανταλλαγή φορτίου φωτισμού από μια περιοχή σε άλλη είναι αποδεκτή μόνο για τις περιοχές για τις οποίες τα σχέδια φωτισμού υποβάλλονται και ο φωτισμός εγκαθίσταται ως τμήμα της ίδιας εγκεκριμένης άδειας. Οι περιοχές που δεν προτείνονται για βελτίωση στην απόδοση του φωτισμού δεν περιλαμβάνονται στους υπολογισμούς τόσο για την επιτρεπόμενη όσο και για την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού.

Το σχήμα 14 παρουσιάζει περιοχή λειτουργίας που έχει εσωτερικό, λυόμενα διαχωριστικά (διακεκομμένη γραμμή) και μόνιμα διαχωριστικά (συνεχής γραμμή). Το εμβαδό της περιοχής υπολογίζεται με τον πολλαπλασιασμό του πλάτους επί το βάθος, όπως μετριέται από το κέντρο του εσωτερικού διαχωριστικού. Εάν η περιοχή λειτουργίας περιβάλλεται από εξωτερικούς τοίχους σε μια ή περισσότερες πλευρές, το εμβαδό υπολογίζεται με πολλαπλασιασμό του πλάτους επί το βάθος, όπως μετριέται από την εσωτερική επιφάνεια των εξωτερικών τοίχων μέχρι το κέντρο του εσωτερικού διαχωριστικού. Εάν δεν υπάρχει κανένα διαχωριστικό που να ορίζει την περιοχή λειτουργίας σε μια ή περισσότερες πλευρές, το όριο της περιοχής καθορίζεται από μια γραμμή που χωρίζει τις περιοχές λειτουργίας όπου δεν υπάρχει κανένα διαχωριστικό. Παραδείγματα τέτοιων εσωτερικών διαχωριστικών είναι μόνιμα διαχωριστικά το ύψος των οποίων φτάνει μέχρι την οροφή και τοίχοι. Κινητά διαχωριστικά όπως διαχωριστικά

θαλαμίσκων γραφείων και προσωρινά διαχωριστικά σε περιοχές λιανικών πωλήσεων δεν θεωρούνται εσωτερικά διαχωριστικά.



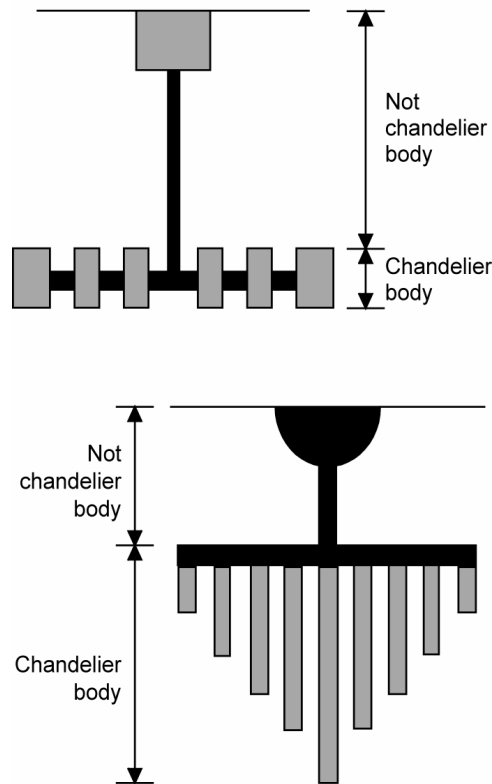
Σχήμα 14-Υπολογισμός εμβαδού περιοχής φωτισμού

Πρέπει να σημειωθεί ότι καμία ανταλλαγή φορτίων δεν επιτρέπεται μεταξύ των περιοχών που βρίσκονται μέσα στο κλιματιζόμενο κομμάτι ενός κτιρίου και των περιοχών που βρίσκονται εκτός αυτού ή σε εξωτερικούς, υπαίθριους και ημιυπαίθριους χώρους. Παραδείγματος χάριν, από τον πίνακα 3, η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού για ένα μη κλιματιζόμενο χώρο στάθμευσης είναι $4W/m^2$, και καμία ανταλλαγή με κλιματιζόμενες περιοχές ή με εξωτερικό φωτισμό δεν μπορεί να γίνει αυξάνοντας την επιτρεπόμενη ισχύ φωτισμού πάνω από $4W/m^2$.

Πολυελαίοι και Απλίκες(*)

Σε ορισμένες περιοχές λειτουργίας χρησιμοποιείται διακοσμητικός φωτισμός με τη χρήση πολυελαίων και απλικών. Οι περιοχές που παρουσιάζονται στον πίνακα 3, μαρκαρισμένες με ένα αστερίσκο (*) είναι κατάλληλες για μια πρόσθετη ισχύ φωτισμού μέχρι $10W/m^2$. Η επιπρόσθετη ισχύς για τους πολυελαίους ή/και τις απλίκες προστίθεται στην ισχύ φωτισμού που υπολογίζεται από τη μέθοδο κατηγορίας περιοχής, αλλά αυτή η δυνατότητα είναι τύπου use-it or lose-it, δηλαδή μόνο αν η δυνατότητα αυτή αξιοποιηθεί

κατά τον σχεδιασμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Πολυέλαιοι είναι διακοσμητικά φωτιστικά που στερεώνονται στην οροφή (ceiling-mounted) ή κρέμονται από αυτή (suspended) και είναι κατασκευασμένοι από κρύσταλλο, γυαλί, διακοσμητικό μέταλλο ή άλλα διακοσμητικά υλικά. Απλίκες είναι τοποθετούμενα στον τοίχο (wall-mounted) διακοσμητικά φωτιστικά.



Σχήμα 15-Διαστάσεις πολυελαίου

Εξειδικευμένες εργασίες ()**

Οι περιοχές στον πίνακα 3 που είναι μαρκαρισμένες με δύο αστερίσκους (**) μπορούν να θεωρηθούν κατάλληλες για πρόσθετη ισχύ φωτισμού εάν τα σχέδια προσδιορίζουν σαφώς τους πρόσθετους οπτικούς στόχους και ο πρόσθετος εξοπλισμός φωτισμού αποδεικνύεται από τα σχέδια ότι παρέχει φωτισμό ειδικά για αυτούς τους στόχους. Εργασίες που εκτελούνται λιγότερο από δύο ώρες ανά ημέρα ή χαμηλής ποιότητας εργασίες, οι οποίες χρήζουν βελτίωσης, δεν καλύπτουν τις προϋποθέσεις ώστε να επωφεληθούν αυτή την επιπρόσθετη ισχύ φωτισμού για εξειδικευμένες εργασίες.

Η επιπρόσθετη ισχύς φωτισμού είναι είτε 5W/m² επί το εμβαδό της περιοχής που απαιτείται για μια εξειδικευμένη εργασία όπως τη δημιουργία τέχνης, λεπτές διαδικασίες συναρμολόγησης και λεπτές παραγωγικές διαδικασίες είτε η πραγματική ισχύς του φωτιστικού που παρέχει την αναγκαία ένταση φωτισμού στην περιοχή που διεξάγεται η εξειδικευμένη εργασία. Η περιοχή ή η ακριβής θέση κάθε εξειδικευμένης εργασίας πρέπει να παρουσιάζεται στα σχέδια. Αυτή η δυνατότητα είναι τύπου use-it or lose-it, δηλαδή μόνο αν η δυνατότητα αυτή αξιοποιηθεί κατά τον σχεδιασμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Εμπορικές και βιομηχανικές εργασίες ακριβείας(*)**

Οι περιοχές στον πίνακα 3 που είναι μαρκαρισμένα με τρεις αστερίσκους (***) μπορούν να θεωρηθούν κατάλληλες για πρόσθετη ισχύ φωτισμού εάν τα σχέδια προσδιορίζουν σαφώς τους πρόσθετους οπτικούς στόχους και ο πρόσθετος εξοπλισμός φωτισμού αποδεικνύεται από τα σχέδια ότι παρέχει φωτισμό ειδικά για αυτούς τους στόχους. Εργασίες που εκτελούνται λιγότερο από δύο ώρες ανά ημέρα ή χαμηλής ποιότητας εργασίες, οι οποίες χρήζουν βελτίωσης, δεν καλύπτουν τις προϋποθέσεις ώστε να επωφεληθούν αυτή την επιπρόσθετη ισχύ φωτισμού για εξειδικευμένες εργασίες.

Η επιπρόσθετη ισχύς φωτισμού είναι είτε 10W/m² επί το εμβαδό της περιοχής που απαιτείται για τη συγκεκριμένη εργασία ακριβείας η πραγματική ισχύς του φωτιστικού που παρέχει την αναγκαία ένταση φωτισμού στην περιοχή που διεξάγεται η εργασία ακριβείας. Η περιοχή ή η ακριβής θέση κάθε εξειδικευμένης εργασίας πρέπει να παρουσιάζεται στα σχέδια. Αυτή η δυνατότητα είναι τύπου use-it or lose-it, δηλαδή μόνο αν η δυνατότητα αυτή αξιοποιηθεί κατά τον σχεδιασμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Κύρια λειτουργία	Επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού (W/m²)
Αίθουσα εκδηλώσεων	15*
Χώροι αυτόματων επιδιορθώσεων	11**
Τάξεις, χώροι διάλεξης, προπόνησης και αίθουσες μελέτης	12
Χώροι συνάντησης	13*
Αποθήκες βιομηχανικής και εμπορικής χρήσης	6
Συνεδριακά κέντρα, κτίρια πολλαπλών χρήσεων	14*
Διάδρομοι, τουαλέτες, σκάλες και βοηθητικοί χώροι	6
Χώροι εστίασης	11
Δωμάτια με ΗΜ εξοπλισμό	7**
Κέντρα άσκησης, γυμναστήρια	10

Εκθέσεις, μουσεία	20
Οικονομικές συναλλαγές	12*
Εμπορικά και βιομηχανικά κτίρια γενικής εργασίας	
High bay φωτιστικά	11**
Low bay φωτιστικά	10**
Φωτιστικά με στοχευόμενο φωτισμό	13***
Παντοπωλεία	16
Χώροι διαμονής, δημόσιοι και κοινόχρηστοι χώροι	
Κτίρια με πολλές κατοικίες	10
Εστίες, Στέγες ηλικιωμένων	15
Λειτουργικοί χώροι ξενοδοχείων	15*
Κουζίνα, χώρος ετοιμασίας φαγητών	16
Πλυντήριο	9
Βιβλιοθήκες	
Περιοχές μελέτης	12
Ράφια	15
Λόμπι	
Λόμπι ξενοδοχείου	11*
Λόμπι κύριας εισόδου	15*
Lockers/αποδυτήρια	8
Lounge/recreation	11
Εμπορικό κέντρο (mall)/αίθρια	12*
Ιατρική και κλινική φροντίδα	12
Γραφεία	12
Γκαράζ χώρων στάθμευσης	4
Θρησκευτικοί χώροι	15*
Εμπορικοί χώροι λιανικών πωλήσεων, showrooms χονδρικής	17
Μέσα μεταφοράς	12
Θέατρα-Κινηματογράφοι	
Κινηματογράφοι	9*
Σκηνή	14*
Χώροι αναμονής	11*
Όλα τα υπόλοιπα	6

*Η μικρότερη από τις ακόλουθες τιμές πρέπει να προστίθεται στην επιτρεπόμενη ισχύ φωτισμού για διακοσμητικούς πολυελαίους και απλίκες τα οποία ενεργοποιούνται ή αυξομειώνονται από γραμμές που είναι χωριστές από αυτές του γενικού φωτισμού:

α. $10W/m^2$ επί το εμβαδό της περιοχής λειτουργίας στην οποία είναι τοποθετημένος ο πολυέλιος ή η απλικά, ή

β. Την πραγματική ισχύ τους.

**Η μικρότερη από τις ακόλουθες τιμές πρέπει να προστίθεται στην επιτρεπόμενη ισχύ φωτισμού για εξειδικευμένες εργασίες:

α. $5W/m^2$ επί το εμβαδό της περιοχής που απαιτείται για μια εξειδικευμένη εργασία όπως τη δημιουργία τέχνης, λεπτές διαδικασίες συναρμολόγησης και λεπτές παραγωγικές διαδικασίες, ή

β. Την πραγματική ισχύ των φωτιστικών που παρέχουν φωτισμό στην περιοχή αυτή.

***Η μικρότερη από τις ακόλουθες τιμές πρέπει να προστίθεται στην επιτρεπόμενη ισχύ φωτισμού για εμπορικές και βιομηχανικές εργασίες ακριβείας:

α. $10W/m^2$ επί το εμβαδό της περιοχής στην οποία θα πραγματοποιηθούν οι εργασίες ακριβείας ή

β. Την πραγματική ισχύ των φωτιστικών που παρέχουν φωτισμό στην περιοχή αυτή.

Πίνακας 3-Τιμές πυκνότητας ισχύος φωτισμού (W/m^2) για τη μέθοδο κατηγορίας περιοχής

3.2.2 Εφαρμογή της Μεθόδου Κατηγορίας Περιοχής

Παράδειγμα 1: Ένα μικρό κτίριο που στεγάζει κάποιο υποκατάστημα μιας τράπεζας έχει χώρους με την εξής κατανομή χρήσεων:

Διάδρομοι	80m ²
Λόμπυ κύριας εισόδου	20m ²
Οικονομικές συναλλαγές	120m ²
Γραφείο διευθυντή	20m ²

Ποια είναι η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού για το κτίριο με τη χρήση της Μεθόδου Κατηγορίας Περιοχής;

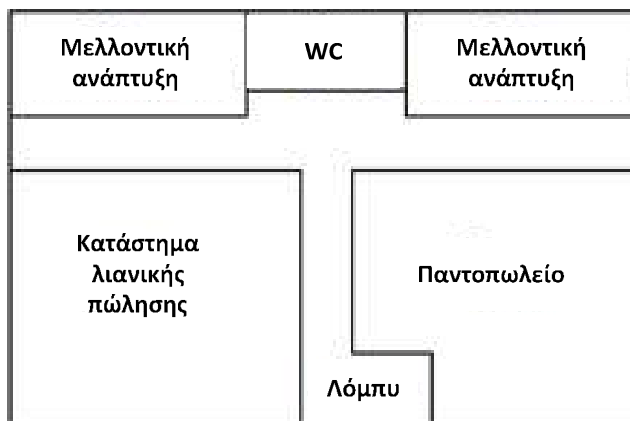
Οι ακόλουθες πυκνότητες ισχύος φωτισμού εφαρμόζονται από τον πίνακα 3:

Χώρος	LPD	Εμβαδό	Επιτρεπόμενα Watts
Διάδρομοι	6W/m ²	80m ²	480W
Λόμπυ κύριας εισόδου	15W/m ²	20m ²	300W
Οικονομικές συναλλαγές	12W/m ²	120m ²	1440W
Γραφείο διευθυντή	12W/m ²	20m ²	240W
Σύνολο			2460W

Σαν χώροι οικονομικών συναλλαγών στο πιο πάνω παράδειγμα θεωρούνται όλοι οι χώροι, στους οποίους γίνονται συναλλαγές με το κοινό.

Παράδειγμα 2: Ένα κτίριο πολλαπλών χρήσεων με συνολικό εμβαδό 1000m² θα κατασκευαστεί και αποτελείται από:

Λόμπυ κύριας εισόδου	50m ²
Διάδρομους και τουαλέτες	200m ²
Παντοπωλείο	300m ²
Κατάστημα λιανικών πωλήσεων	250m ²
Χώρος μελλοντικής ανάπτυξης	200m ²



Οι ακόλουθες πυκνότητες ισχύος φωτισμού εφαρμόζονται από τον πίνακα 3:

Χώρος	LPD	Εμβαδό	Επιτρεπόμενα Watts
Λόμπυ κύριας εισόδου	15W/m ²	50m ²	750W
Διάδρομους και τουαλέτες	6W/m ²	200m ²	1200W
Παντοπωλείο	16W/m ²	300m ²	4800W
Κατάστημα λιανικών πωλήσεων	17W/m ²	250m ²	4250W
Σύνολο		800m ²	11000W

Επίσης υπάρχουν 200m² τα οποία θα αξιοποιηθούν μελλοντικά.

Παράδειγμα 3: Ποια είναι η επιτρεπόμενη ισχύς για ένα πολυέλαιο με όγκο 0,3m³ με 5 λαμπτήρες των 50W σε ένα λόμπυ κύριας εισόδου μιας τράπεζας με εμβαδό 30 m²;

Η επιτρεπόμενη ισχύς βάσει της λειτουργίας του χώρου είναι $10\text{W/m}^2 \times 30\text{m}^2 = 300\text{W}$

Η πραγματική ισχύς του πολυελαίου είναι 250W.

Επομένως, επιλέγουμε τη μικρότερη ισχύ από τις δυο, άρα 250W.

3.3 Προσαρμοσμένη μέθοδος (Tailored method)

3.3.1 Επεξήγηση της μεθόδου

Για χρήσεις κτιρίου, όπως οι λιανικές πωλήσεις και η έκθεση εμπορευμάτων ή για μουσεία, η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς καθορίζεται ξεχωριστά για κάθε περιοχή ή δραστηριότητα όταν χρησιμοποιείται η προσαρμοσμένη μέθοδος. Γενικά, η προσαρμοσμένη μέθοδος μπορεί μόνο να χρησιμοποιηθεί για περιοχές των οποίων η συνδυασμένη χρήση δεν υπερβαίνει το 30% του εμβαδού ολόκληρου του κτιρίου και υπό οιοσδήποτε άλλες περιστάσεις πρέπει να χρησιμοποιηθεί η μέθοδος κατηγορίας περιοχής. Εντούτοις, η προσαρμοσμένη μέθοδος μπορεί χρησιμοποιείται μέχρι και στο σύνολο του κτιρίου αν αυτό χρησιμοποιείται για τις προαναφερθείσες χρήσεις. Επίσης, εάν μια περιοχή λειτουργίας μέσα στο κτίριο υπερβαίνει το 30% του συνολικού εμβαδού του κτιρίου, η προσαρμοσμένη μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αυτή την περιοχή λειτουργίας μόνο, ενώ στις υπόλοιπες περιοχές του κτιρίου θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος κατηγορίας περιοχής. Για να κριθεί κατάλληλο ένα κτίριο ή μια περιοχή ενός κτιρίου ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί η προσαρμοσμένη μέθοδος, τα σχετικά έγγραφα που να τεκμηριώνουν την πραγματική χρήση του κτιρίου ή τη φύση της εμπορικής δραστηριότητας του ιδιοκτήτη ή μισθωτή πρέπει να κατατίθενται μαζί με την αίτηση άδειας.

Η προσαρμοσμένη μέθοδος και η μέθοδος κατηγορίας περιοχής δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ίδια περιοχή. Το εμβαδό της περιοχής στην οποία χρησιμοποιείται η προσαρμοσμένη μέθοδος πρέπει να αφαιρεθεί από το εμβαδό για το υπόλοιπο των υπολογισμών για το φωτισμό του υπόλοιπου κτιρίου. Ανταλλαγή φορτίων μεταξύ περιοχών που χρησιμοποιείται η προσαρμοσμένη μέθοδος και περιοχών που χρησιμοποιείται η μέθοδος κατηγορίας περιοχής δεν επιτρέπεται.

Η διαφορά μεταξύ της προσαρμοσμένης μεθόδου και της μεθόδου κατηγορίας περιοχής είναι ότι η προσαρμοσμένη μέθοδος λαμβάνει υπόψη κάθε ξεχωριστή δραστηριότητα σε κάθε περιοχή ή επιφάνεια εργασίας ως βάση για τον προσδιορισμό της επιτρεπόμενης ισχύος φωτισμού (σε αντιδιαστολή με τις περιοχές λειτουργίας χρήσης, στις οποίες μπορούν να πραγματοποιούνται διαφορετικές δραστηριότητες). Επειδή η προσαρμοσμένη μέθοδος είναι βασισμένη στις δραστηριότητες, αυτή η μέθοδος απαιτεί περισσότερη λεπτομέρεια στα σχέδια, και σε μερικές περιπτώσεις, απαιτεί την τεκμηρίωση

των πραγματικών στόχων φωτισμού. Η προσαρμοσμένη μέθοδος μπορεί να επιτρέψει περισσότερη ισχύ φωτισμού από τις άλλες δύο μεθόδους.

Η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού για κάθε συγκεκριμένη δραστηριότητα καθορίζεται με την ένταση φωτισμού για κάθε κατηγορία δραστηριοτήτων. Η Illuminating Engineering Society of North America (IESNA) χρησιμοποιεί επίπεδα έντασης φωτισμού σε Lux(foot-candles) ανά κατηγορία δραστηριοτήτων για τον καθορισμό του επιπέδου φωτισμού κατά τον σχεδιασμό. Επειδή τα όρια είναι βασισμένα στις ίδιες κατηγορίες με τα επίπεδα φωτισμού της IESNA, αυτή η μέθοδος επιτρέπει στους σχεδιαστές να μεταφράζουν άμεσα τις παραμέτρους του σχεδίου τους στα επιτρεπόμενα τα επίπεδα ισχύος φωτισμού.

Κατά χρησιμοποίηση αυτής της μεθόδου, λειτουργία μεταφορών αναφέρεται στην περιοχή έκδοσης εισιτηρίων, τους χώρους αναμονής, τις περιοχές διακομιδής αποσκευών, τις κεντρικές αίθουσες, ή άλλες περιοχές που δεν καλύπτονται από τις πρωτεύουσες λειτουργίες στον πίνακα 3 για τερματικούς σταθμούς λεωφορείων ή τρένων, σταθμούς υπόγειου σιδηρόδρομου, σταθμούς μετεπιβίβασης, αεροδρόμια και λιμάνια.

Σημείωση: Σε πολλά κτίρια η προσαρμοσμένη μέθοδος μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα πραγματικά μικρότερη ισχύ φωτισμού από άλλες μεθόδους. Τα μεγαλύτερα κέρδη για επιπρόσθετη ισχύ φωτισμού προκύπτουν γενικά από τις πρόσθετες ανάγκες φωτισμού σε ένα μέρος του κτιρίου ή από τις πιστώσεις λόγω των συσκευών ελέγχου.

Καθορισμός κατηγοριών έντασης φωτισμού

Το πρώτο το βήμα στον προσδιορισμό της ισχύος φωτισμού κατά την χρησιμοποίηση της προσαρμοσμένης μεθόδου είναι να καθοριστεί η κατηγορία έντασης φωτισμού για κάθε δραστηριότητα. Οι κατηγορίες έντασης φωτισμού καθορίζονται σύμφωνα με τη δραστηριότητα που θα εκτελεσθεί. Για κάθε δραστηριότητα, η κατάλληλη κατηγορία έντασης φωτισμού βρίσκεται είτε στον πίνακα 3 είτε στους πίνακες και τις διαδικασίες που βρίσκονται στο IESNA Lighting Handbook (IESNA HB), ένατη έκδοση.

Σε μερικές κύριες χρήσεις που αναφέρονται στη δεύτερη στήλη του πίνακα 5 ορίζεται μια συγκεκριμένη κατηγορία έντασης φωτισμού, ενώ σε άλλες γίνεται παραπομπή στο IESNA HB. Για τις χρήσεις που γίνεται παραπομπή στο IESNA HB, πρέπει να χρησιμοποιηθεί το IESNA HB για να καθοριστεί η κατηγορία έντασης φωτισμού. Εάν

υπάρχουν περισσότερες της μιας κατηγορίες έντασης φωτισμού IESNA για μια δεδομένη χρήση, χρησιμοποιήστε αυτή που ταιριάζει περισσότερο με την πραγματική χρήση του συγκεκριμένου χώρου.

Η επιλογή κάθε κατηγορίας φωτισμού που δεν απαριθμείται στον πίνακα προτύπων 5 (αυτές δηλαδή που αναφέρονται στο IESNA HB) πρέπει να αιτιολογείται στα σχέδια.

Σημειώστε ότι οι κύριες χρήσεις που ορίζονται μια συγκεκριμένη κατηγορία έντασης φωτισμού στη δεύτερη στήλη του πίνακα 5 είναι εκείνες που επιτρέπουν γενικά επιπρόσθετη ισχύ για ένα ή περισσότερους ειδικούς σκοπούς, ο οποίοι αναφέρονται και επεξηγούνται πιο κάτω. Αντίθετα, δεν προνοείται κάποια επιπρόσθετη ισχύς φωτισμού στον πίνακα 5 για εκείνες τις κύριες χρήσεις που αναφέρονται στο IESNA HB.

Σημείωση: Όλες οι κατηγορίες από την E και πάνω απαιτούν ειδικότερη εκτίμηση. Ακολουθούν επεξηγηματικές ενότητες στις επόμενες σελίδες.

Καθορισμός τιμών LPD

Μετά τον καθορισμό της κατηγορίας έντασης φωτισμού, το επόμενο βήμα είναι να βρεθεί ο συντελεστής πυκνότητας ισχύος φωτισμού (LPD-Lighting Power Density), σε watts ανά τετραγωνικό μέτρο (W/m^2) ή σε watts ανά μέτρο (W/m), για κάθε κατηγορία. Ο LPD επιλέγεται από τον πίνακα 6 και εξαρτάται από την κατηγορία έντασης φωτισμού, η οποία καθορίζεται είτε στον πίνακα 5 είτε στο IESNA HB και τον συντελεστή αναλογίας κοιλότητας κυρίως χώρου (RCR-Room Cavity Ratio) (δείτε πιο κάτω).

Συντελεστής αναλογίας κοιλότητας κυρίως χώρου (RCR-Room Cavity Ratio)

Για την προσαρμοσμένη μέθοδο, ο μέγιστος προσαρμοσμένος LPD που αντιστοιχεί στις κατηγορίες έντασης φωτισμού A ως G εξαρτάται από τον συντελεστή αναλογίας κοιλότητας κυρίως χώρου (RCR) του συγκεκριμένου χώρου. Ανατρέξτε στον πίνακα 7.

Το επίπεδο φωτισμού σε ένα δωμάτιο επηρεάζεται από το ποσό φως παρέχουν τα φωτιστικά που είναι εγκατεστημένα στο χώρο και από τη διαμόρφωση του δωματίου, που εκφράζεται ως συντελεστής αναλογίας κοιλότητας κυρίως χώρου (RCR). Τα δωμάτια περιορισμένων διαστάσεων και με ακανόνιστο σχήμα είναι δυσκολότερο να φωτισθούν και

έχουν μεγάλο RCR. Αντίθετα, τα μεγάλα και ανοικτά δωμάτια είναι ευκολότερο να φωτιστούν και έχουν χαμηλό RCR. Δεδομένου ότι τα φωτιστικά δεν είναι τόσο αποδοτικά σε ένα δωμάτιο με μεγάλο RCR, ο κανονισμός επιτρέπει χρήση μεγαλύτερου LPD ώστε να υπάρξει αντιστάθμιση.

Ο RCR βασίζεται σε ενιαίο χώρο, ο οποίος χωρίζεται από διαχωριστικά με ύψος που φτάνει από το πάτωμα μέχρι την οροφή. Εάν μια περιοχή στόχου μέσα σε ένα μεγαλύτερο χώρο δεν είναι διαχωρίζεται με τέτοιο τρόπο, ο RCR ολόκληρου του χώρου πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την περιοχή στόχου.

Ο RCR υπολογίζεται με ένα από τους παρακάτω τρόπους:

$$RCR = \left(\frac{5 \times H_{RC} (L + W)}{A} \right)$$

Εξίσωση 3.1

Συντελεστής αναλογίας κοιλότητας κυρίως χώρου (RCR) για ορθογώνιους χώρους

$$RCR = \left(\frac{2,5 \times H_{RC} \times P}{A} \right)$$

Εξίσωση 3.2

Συντελεστής αναλογίας κοιλότητας κυρίως χώρου (RCR) για μη ορθογώνιους χώρους

Όπου:

H_{RC} =το ύψος του κυρίως χώρου, το ύψος δηλαδή από την επιφάνεια εργασίας μέχρι το κέντρο των φωτιστικών.

L =το μήκος του χώρου.

W =το πλάτος του χώρου.

P =η περίμετρος του χώρου.

A =το εμβαδό του χώρου.

Αυτοί οι δυο τρόποι υπολογισμού του RCR καταλήγουν στο ίδιο αποτέλεσμα, αλλά ο δεύτερος αποτελεί γενικότερο τρόπο υπολογισμού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλες τις περιπτώσεις.

Δεν είναι απαραίτητο να υπολογιστεί ο RCR για χώρους με RCR μικρότερο του 3,5. Χώροι με RCR μεγαλύτερο από 3,5 έχουν τη δυνατότητα χρήσης μεγαλύτερης τιμής LPD με την προσαρμοσμένη μέθοδο. Ο πίνακας 4 δίνει τυπικές τιμές του RCR. Αυτός ο πίνακας χρησιμεύει για να μπορεί να γίνει γρήγορη εκτίμηση, αν ένας χώρος έχει RCR μεγαλύτερο ή μικρότερο του 3,5.

Μια ειδική περίπτωση είναι όταν χρειάζεται να φωτιστούν σειρές ραφιών σε βιβλιοθήκες, αποθήκες και άλλους παρόμοιους χώρους. Σε αυτή την περίπτωση, ο σκοπός μας είναι να φωτίσουμε κάθετα τα ράφια και όχι οριζόντια κάποια επιφάνεια εργασίας. Σε τέτοιους χώρους με ράφια, λαμβάνουμε RCR μεγαλύτερο από 7 (Παράδειγμα 5 §3.3.4). Οι υπολογισμοί για τις υπόλοιπες περιοχές στο χώρο γίνονται κανονικά.

Πλάτος (m)	Μήκος (m)				
	8	10	12	14	20
8	2,5	2,2	2,1	2,0	1,7
10	-	2,0	1,85	1,7	1,5
12	-	-	1,7	1,6	1,35
14	-	-	-	1,4	1,2
Με ύψος κυρίως χώρου (cavity depth) 2m (ύψος δωματίου 2,8m)					
8	3,1	2,8	2,65	2,5	2,2
10	-	2,5	2,3	2,1	1,9
12	-	-	2,1	1,95	1,7
14	-	-	-	1,8	1,5
Με ύψος κυρίως χώρου (cavity depth) 2,5m (ύψος δωματίου 3,3m)					

Πίνακας 4-Τυπικές τιμές του RCR

3.3.2 Επιπρόσθετη γενική ισχύς φωτισμού

Υπάρχουν δύο είδη επιπρόσθετης ισχύος φωτισμού που μπορεί να δοθεί με τη χρήση της προσαρμοσμένης μεθόδου: η επιπρόσθετη γενική ισχύς φωτισμού (δεύτερη στήλη του πίνακα 5 ή στο IESNA HB) και η επιπρόσθετη ειδική ισχύς φωτισμού (στήλες 3-5 του πίνακα 5).

Η επιπρόσθετη γενική ισχύς φωτισμού προσδιορίζεται σύμφωνα με τις παραγράφους 1-6 πιο κάτω:

1. Εάν μια συγκεκριμένη κατηγορία έντασης φωτισμού IESNA παρατίθεται στη στήλη 2 του πίνακα 5, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί αυτή η κατηγορία έντασης φωτισμού. Διαφορετικά, πρέπει να καθοριστεί η κατηγορία για κάθε συγκεκριμένη δραστηριότητα φωτισμού σύμφωνα με τις κατηγορίες που διευκρινίζονται στο IESNA Lighting Handbook (IESNA HB), χρησιμοποιώντας τον «Design Guide» για την ένταση φωτισμού. Είναι επιτρεπτό να υπάρξουν περισσότερες από ενός τύπου δραστηριότητες σε ένα χώρο. Για χώρους που θα εκτελούνται δραστηριότητες των κατηγοριών E,F ή G, πρέπει να υποβληθούν τα σχέδια που να προσδιορίζουν όλες τις περιοχές δραστηριοτήτων για αυτές τις κατηγορίες και τον εξοπλισμό φωτισμού που προβλέπεται να χρησιμοποιηθούν για αυτές τις περιοχές. Δραστηριότητες που εκτελούνται λιγότερο από δύο ώρες τη μέρα, ή χαμηλής ποιότητας εργασίες, οι οποίες χρήζουν βελτίωσης, δεν καλύπτουν τις προϋποθέσεις ώστε να μπορούν να καταταχθούν στις κατηγορίες E,F,G.
2. Πρέπει να καθοριστεί η περιοχή κάθε δραστηριότητας. Οι περιοχές χωρίς δραστηριότητα θα πρέπει να προσδιοριστούν ως περιοχές χωρίς δραστηριότητα (non-task). Το συνολικό εμβαδό όλων των περιοχών, αυτών στους οποίους αντιστοιχεί κάποια δραστηριότητα και σε αυτές που δεν αντιστοιχεί, πρέπει να είναι ίσο με το συνολικό εμβαδό.
3. Πρέπει να καθοριστεί ο συντελεστής αναλογίας κοιλότητας κυρίως χώρου (RCR) και το εμβαδό για κάθε περιοχή. Ο RCR πρέπει να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας είτε την εξίσωση 3.1 είτε την εξίσωση 3.2.
4. Πρέπει να πολλαπλασιαστεί το εμβαδό της κάθε περιοχής δραστηριότητας με την πυκνότητα ισχύος φωτισμού για τη συγκεκριμένη δραστηριότητα σύμφωνα με τον πίνακα 7. Το γινόμενο, ή η πραγματικός εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού, οποιοσδήποτε είναι μικρότερο, είναι η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού.
5. Για τις περιοχές χωρίς δραστηριότητα, η επιτρεπόμενη πυκνότητα ισχύος φωτισμού θα είναι 50% αυτής στην παρακείμενη περιοχή δραστηριότητας ή αυτή που επιτρέπεται για την κατηγορία D, οποιαδήποτε από τις δυο είναι χαμηλότερη. Στη

συνέχεια πρέπει να πολλαπλασιαστεί το εμβαδό της περιοχής με την πυκνότητα ισχύος φωτισμού.

6. Με την πρόσθεση της ισχύος φωτισμού για τις περιοχές δραστηριοτήτων και των περιοχών χωρίς δραστηριότητα βρίσκουμε τη γενική ισχύ φωτισμού για το χώρο.

3.3.3 Επιπρόσθετη ειδική ισχύς φωτισμού

Η επιπρόσθετη ειδική ισχύς φωτισμού περιλαμβάνει ισχύ για το φωτισμό τοίχων (wall display) (W/m), για το φωτισμό δαπέδου (W/m^2), για διακοσμητικό φωτισμό και φωτισμό ειδικών εφέ και για το φωτισμό εκθεμάτων μεγάλης αξίας (W/m^2). Αυτές οι ειδικές κατηγορίες, παρουσιάζονται στις στήλες 3-6 του πίνακα 5.

Φωτισμός προβολής τοίχων

Μερικές από τις κύριες δραστηριότητες που παρουσιάζονται στον πίνακα 5 μπορούν να αξιοποιήσουν επιπρόσθετη ισχύ φωτισμού για το φωτισμό τοίχων ή επίτοιχων εκθεμάτων. Το επίδομα καθορίζεται με τον πολλαπλασιασμό της τιμής στον πίνακα 5 (W/m) με το μήκος των τοίχων (m) που περιβάλλουν το χώρο. Αυτή η δυνατότητα είναι τύπου use-it or lose-it, δηλαδή μόνο αν η δυνατότητα αυτή αξιοποιηθεί κατά τον σχεδιασμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Επομένως, σαν όριο τίθεται η μικρότερη τιμή μεταξύ της επιτρεπόμενης (με τη χρήση της επιπρόσθετης) και της εγκατεστημένης ισχύος.

Το μήκος των τοίχων μπορεί να περιλαμβάνει τους περιμετρικούς τοίχους, συμπεριλαμβανομένων των κουφωμάτων, με δυνατότητα να κλείνουν, και των μόνιμων εσωτερικών διαχωριστικών πλήρους ύψους. Η επιπρόσθετη ισχύς φωτισμού τοίχων μπορεί να ρυθμιστεί για φωτιστικά, που τοποθετούνται σε ύψος μεγαλύτερο από 4 μέτρα πάνω από το πάτωμα (δείτε τον πίνακα 6).

Τα φωτιστικά που συνίσταται να τοποθετηθούν είναι φωτιστικά κατάλληλα για το φωτισμό τοίχων. Αυτά τα φωτιστικά μπορεί να ανήκουν στις εξής κατηγορίες φωτιστικών: lighting tracks (ράγες), wall washers, valance lights, cove lighting, ή adjustable accent light (spots).

Φωτισμός προβολής δαπέδου

Μερικές από τις κύριες δραστηριότητες που παρουσιάζονται στον πίνακα 5 μπορούν να αξιοποιήσουν επιπρόσθετη ισχύ φωτισμού για το φωτισμό δαπέδου. Το επίδομα καθορίζεται με τον πολλαπλασιασμό της τιμής στον πίνακα 5 (W/m^2) με το συνολικό εμβαδό του διαστήματος. Αυτή η δυνατότητα είναι τύπου use-it or lose-it, δηλαδή μόνο αν η δυνατότητα αυτή αξιοποιηθεί κατά τον σχεδιασμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Επομένως, σαν όριο τίθεται η μικρότερη τιμή μεταξύ της επιτρεπόμενης (με τη χρήση της επιπρόσθετης) και της εγκατεστημένης ισχύος.

Η επιπρόσθετη ισχύς για το φωτισμό δαπέδων μπορεί να ρυθμιστεί για φωτιστικά, που τοποθετούνται σε ύψος μεγαλύτερο από 4 μέτρα πάνω από το πάτωμα (δείτε τον πίνακα 6).

Τα φωτιστικά που συνίσταται να τοποθετηθούν πρέπει να τοποθετηθούν όχι πλησιέστερα από 1,80m σε κάποιο τοίχο. Αυτά τα φωτιστικά μπορεί να ανήκουν στις εξής κατηγορίες φωτιστικών: lighting tracks (ράγες), προσαρμοζόμενα ή σταθερά φωτιστικά με λαμπτήρες προβολής τύπου PAR, R, MR, AR ή άλλες πηγές φωτός που παρέχουν κατευθυντικό φως προβολής από μη κατευθυντικούς λαμπτήρες. Εκτός από το φωτισμό για πολύτιμα εκθέματα όπως καθορίζονται πιο κάτω, ο φωτισμός που τοποθετείται μέσα σε βιτρίνες και προθήκες καταστημάτων πρέπει να θεωρηθεί επίσης φωτισμός δαπέδου

Διακοσμητικός φωτισμός-Φωτισμός ειδικών εφέ

Μερικές από τις κύριες δραστηριότητες που παρουσιάζονται στον πίνακα 5 μπορούν να αξιοποιήσουν επιπρόσθετη ισχύ φωτισμού για το διακοσμητικό ή φωτισμό ειδικών εφέ. Το επίδομα καθορίζεται με τον πολλαπλασιασμό της τιμής στον πίνακα 5 (W/m^2) με το συνολικό εμβαδό του διαστήματος. Αυτή η δυνατότητα είναι τύπου use-it or lose-it, δηλαδή μόνο αν η δυνατότητα αυτή αξιοποιηθεί κατά τον σχεδιασμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Επομένως, σαν όριο τίθεται η μικρότερη τιμή μεταξύ της επιτρεπόμενης (με τη χρήση της επιπρόσθετης) και της εγκατεστημένης ισχύος.

Τα φωτιστικά που συνίσταται να τοποθετηθούν για διακοσμητικό φωτισμό περιλαμβάνουν πολυελαίους, φαναράκια, neon and cold cathodes, LED (light emitting diodes), θεατρικούς προβολείς (projectors), κινούμενο φωτισμό και light control panels, για

χρήσεις εκτός από φωτισμό προβολής. Ο διακοσμητικός φωτισμός/φωτισμός ειδικών εφέ δεν μπορεί να αποτελεί τη μοναδική πηγή φωτισμού στον χώρο, αλλά να είναι συμπληρωματική.

Φωτισμός προβολής πολύτιμων εκθεμάτων

Μερικές από τις κύριες δραστηριότητες που παρουσιάζονται στον πίνακα 5 μπορούν να αξιοποιήσουν επιπρόσθετη ισχύ φωτισμού για την προβολή πολύτιμων εκθεμάτων. Τέτοια εκθέματα συναντώνται συνήθως σε μουσεία, θρησκευτικούς χώρους και μνημεία και σε καταστήματα, όπως για παράδειγμα κοσμηματοπωλεία. Το επίδομα καθορίζεται ως το μικρότερο μεταξύ του γινομένου της τιμής στον πίνακα 5 (W/m^2) με το εμβαδό του διαστήματος (θήκης) και του γινομένου του εμβαδού πολλαπλασιαζόμενο επί 200 (W/m^2). Αυτή η δυνατότητα είναι τύπου use-it or lose-it, δηλαδή μόνο αν η δυνατότητα αυτή αξιοποιηθεί κατά τον σχεδιασμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Επομένως, σαν όριο τίθεται η μικρότερη τιμή μεταξύ της επιτρεπόμενης (με τη χρήση της επιπρόσθετης) και της εγκατεστημένης ισχύος.

Τα φωτιστικά που συνίσταται να τοποθετηθούν για φωτισμό προβολής πολύτιμων εκθεμάτων, περιλαμβάνουν τόσο φωτισμό μέσα από τις βιτρίνες και τις προθήκες, όσο και εξωτερικό φωτισμό με τη χρήση ισχυρά κατευθυντικών φωτιστικών ειδικά σχεδιασμένων να φωτίσουν την προθήκη χωρίς διάχυση του φωτός. Για να είναι κατάλληλα για αυτό το επίδομα, οι προθήκες πρέπει να περιέχουν κοσμήματα, νομίσματα, πορσελάνινα εκθέματα (fine china), κρύσταλλα, πολύτιμους λίθους, ασημικά, μικρά αντικείμενα τέχνης και τα χειροποίητα αντικείμενα, ή/και οι πολύτιμες συλλογές η παρατήρηση/πώληση των οποίων προϋποθέτει την λεπτομερή παρατήρηση τους εξωτερικά (από την προθήκη) από τους επισκέπτες/πελάτες.

Ύψος τοποθέτησης φωτιστικών

Όταν σε ένα χώρο απαιτείται τα φωτιστικά για το φωτισμό προβολής τοίχων ή δαπέδων να τοποθετηθούν σε ύψος μεγαλύτερο των 4 μέτρων επιτρέπεται πρόσθετη ισχύς φωτισμού. Στον πίνακα 6 παραθέτονται οι παράγοντες πολλαπλασιασμού της επιτρεπόμενης ισχύος διάφορα ύψη τοποθέτησης των φωτιστικών. Ο κατάλληλος

παράγοντας πολλαπλασιασμού εφαρμόζεται στην πρόσθετη ισχύ φωτισμού προβολής τοίχων ή δαπέδων που παρατίθενται στον πίνακα 5.

Όταν υπάρχουν περισσότερες από μια περιπτώσεις τοποθέτησης με διαφορετικά ύψη, πρέπει να χωριστούν σε διαφορετικές περιοχές λειτουργίας για την εφαρμογή του παράγοντα ρύθμισης ύψους. Τα όρια αυτών των χωριστών περιοχών πρέπει να παρουσιάζονται ξεκάθαρα στα σχέδια, και το ύψος τοποθέτησης σε κάθε περιοχή πρέπει να παρουσιάζεται με ένα διάγραμμα.

Καθορίζοντας την περιοχή μιας δραστηριότητας

Προκειμένου να καθοριστεί η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού, οι περιοχές λειτουργίας πρέπει να προσδιοριστούν. Για τις κατηγορίες έντασης φωτισμού A,B,C,D,E,F και G, οι περιοχές λειτουργίας είναι οι περιοχές κάθε περιοχής λειτουργίας που έχει διαφορετική απαίτηση έντασης φωτισμού. Εάν η περιοχή λειτουργίας διαχωρίζεται με τοίχους ή διαχωριστικά, τότε το εμβαδό κάθε περιοχής υπολογίζεται μετρώντας τις διαστάσεις από το εσωτερικό των ορίων της. Η περιοχή υπολογίζεται με τον πολλαπλασιασμό του πλάτους επί το βάθος, όπως αναφέρθηκε πιο πριν, χωρίς να υπολογίζεται ο χώρος που καταλαμβάνεται από τα διαχωριστικά ή τους τοίχους. Εντούτοις, εάν η περιοχή λειτουργίας δεν εσωκλείεται από τους τοίχους ή διαχωριστικά, τότε το συνολικό εμβαδό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθοριστεί η επιτρεπόμενη ισχύς.

Καθορισμός επιτρεπόμενης ισχύος

Αφού καθοριστεί ο LPD και η λειτουργία χρήσης σε κάθε περιοχή, η επιτρεπόμενη ισχύς μπορεί να υπολογιστεί. Υπάρχουν δύο περιπτώσεις:

- Για τις κατηγορίες έντασης φωτισμού A έως D, για περιοχή μικτών πωλήσεων, η ισχύς υπολογίζεται απλά με τον πολλαπλασιασμό του LPD (W/m^2) με το εμβαδό της περιοχής (m^2).
- Για τις κατηγορίες έντασης φωτισμού E έως I, για τοίχους σε περιοχή μικτών πωλήσεων και λειτουργίες προβολής, η επιτρεπόμενη ισχύς είναι το μικρότερο από: το LPD (W/m^2) πολλαπλασιασμένο επί το εμβαδό της περιοχής (m^2) για τον

προσδιορισμό της διανεμόμενης ισχύος, ή η ισχύς των φωτιστικών που τοποθετήθηκαν για την συγκεκριμένη δραστηριότητα.

Το σύνολο της επιτρεπόμενης ισχύος (σε Watt) για όλους τους χώρους και όλες τις δραστηριότητες στο κτίριο καθορίζεται από την προσαρμοσμένη μέθοδο.

Ανταλλαγή φορτίων

Μόνο το γενικό κομμάτι της ισχύος φωτισμού που καθορίζεται από την προσαρμοσμένη μέθοδο πιο πάνω μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις ανταλλαγές φορτίων μεταξύ των διάφορων τύπων χρήσης ή δραστηριοτήτων στο αδειοδοτούμενο κομμάτι του κτιρίου. Η ισχύς φωτισμού προβολής τοίχων, η ισχύς φωτισμού προβολής δαπέδων, η ισχύς διακοσμητικού φωτισμού και φωτισμού ειδικών εφέ, και η ισχύς φωτισμού προβολής πολύτιμων αντικειμένων είναι τύπου use-it or lose-it, δηλαδή μόνο αν η δυνατότητα αυτή αξιοποιηθεί κατά τον σχεδιασμό μπορεί να χρησιμοποιηθεί, επομένως τα επιδόματα πρόσθετης ισχύος δεν μπορούν να ανταλλαγούν.

Περιορισμός της κατανομής του φωτισμού λειτουργίας

Κατά τη χρησιμοποίηση της προσαρμοσμένης μεθόδου, ο προσδιορισμός του στόχου του φωτισμού βασίζεται στις ανάγκες. Επομένως, τα σχέδια φωτισμού που υποβάλλονται πρέπει να παρουσιάζουν την πραγματική εφαρμογή φωτισμού. Η διανομή φωτισμού από τους τοίχους, τα πατώματα ή τις πρόσθετες ειδικές εφαρμογές δεν μπορούν να ανταλλαχτούν για χρήση ως γενικός φωτισμός.

Κύρια λειτουργία	Κατηγορία έντασης φωτισμού κατά IESNA	Φωτισμός προβολής τοίχων (W/m)	Φωτισμός προβολής δαπέδου (W/m ²)	Διακοσμητικός φωτισμός/ειδικών εφέ (W/m ²)	Φωτισμός προβολής πολύτιμων εκθεμάτων (W/m ²)
Αίθουσα εκδηλώσεων	D	8,2	3	5	0
Χώροι συνάντησης	D	11,5	2	5	0
Τάξεις, χώροι διάλεξης, προπόνησης και αίθουσες μελέτης	D	23,0	0	0	0
Αποθήκες βιομηχανικής και εμπορικής χρήσης	IESNA HB	0	0	0	0
Συνεδριακά κέντρα, κτίρια πολλαπλών χρήσεων	D	8,2	4	5	0
Διάδρομοι, τουαλέτες, σκάλες και βοηθητικοί χώροι	IESNA HB	0	0	0	0
Χώροι εστίασης	B	4,9	6	6	0
Κέντρα άσκησης, γυμναστήρια	IESNA HB	0	0	0	0
Εκθέσεις, μουσεία	C	65,6	14	7	13
Οικονομικές συναλλαγές	D	11,5	2	6	0
Παντοπωλεία	D	36,1	12	0	0
Χώροι διαμονής, δημόσιοι και κοινόχρηστοι χώροι					
Κτίρια με πολλές κατοικίες	D	0	0	10	0
Εστίες, Στέγες ηλικιωμένων	D	0	0	10	0
Λειτουργικοί χώροι ξενοδοχείων	D	8,2	2	5	0
Κουζίνα, χώρος ετοιμασίας φαγητών	IESNA HB	0	0	0	0
Πλυντήριο	IESNA HB	0	0	0	0
Βιβλιοθήκες					
Περιοχές μελέτης	D	0	0	7	0
Ράφια	D	0	0	7	0
Λόμπι					
Λόμπι ξενοδοχείου	C	11,5	2	7	0
Λόμπι κύριας εισόδου	C	11,5	2	0	0
Lockers/αποδυτήρια	IESNA HB	0	0	0	0
Lounge/recreation	C	23,0	0	7	0
Εμπορικό κέντρο (mall)/αίθρια	D	11,5	5	7	0
Ιατρική και κλινική φροντίδα	IESNA HB	0	0	0	0
Γραφεία	IESNA HB	0	0	0	0
Φυλακές	IESNA HB	0	0	0	0
Αστυνομικοί ή πυροσβεστικοί σταθμοί	IESNA HB	0	0	0	0
Θρησκευτικοί χώροι	D	4,9	5	5	3
Εμπορικοί χώροι λιανικών πωλήσεων, showrooms χονδρικής	D	68,9	15	7	13
Μέσα μεταφοράς	D	11,5	3	7	0
Θέατρα-Κινηματογράφοι					
Κινηματογράφοι	C	9,8	0	6	0
Σκηνή	D	19,7	0	6	0
Χώροι αναμονής	C	11,5	2	7	0
Όλα τα υπόλοιπα	IESNA HB	0	0	0	0

Πίνακας 5-Επιπρόσθετες πυκνότητες ισχύος φωτισμού (W/m²) για την προσαρμοσμένη μέθοδο

Ύψος τοποθέτησης πάνω από το πάτωμα μετρούμενο από τον πάτο του φωτιστικού (m)	Πολλαπλασιασμός επί
≤3,60	1,00
3,90	1,05
4,20	1,10
4,50	1,15
4,80	1,21
5,10	1,47
5,40	1,65
5,70	1,84
≥6,00	2,04

Πίνακας 6-Προσαρμογή ανάλογα με το ύψος τοποθέτησης του φωτιστικού

Κατηγορία έντασης φωτισμού	Είδος δραστηριότητας	Ένταση φωτισμού (lux)	Παρατηρήσεις
A	Δημόσιοι χώροι με σκοτεινό περίγυρο	20-30-50	Γενικός φωτισμός
B	Απλοί χώροι για σύντομες επισκέψεις	50-75-100	
C	Χώροι εργασίας όπου διενεργούνται περιστασιακές δραστηριότητες	100-150-200	
D	Διεξαγωγή εργασιών υψηλού κοντράστ ή μεγάλου μεγέθους	200-300-500	Φωτισμός εργασίας
E	Διεξαγωγή εργασιών μεσαίου κοντράστ ή μικρού μεγέθους	500-750-1000	
F	Διεξαγωγή εργασιών χαμηλού κοντράστ ή πολύ μικρού μεγέθους	1000-1500-2000	
G	Διεξαγωγή εργασιών χαμηλού κοντράστ και μικρού μεγέθους για παρατεταμένο χρόνο	2000-3000-5000	
H	Διεξαγωγή εργασιών υψηλής ακρίβειας και μεγάλης χρονικής διάρκειας	5000-7500-10000	
I	Διεξαγωγή πολύ ειδικών εργασιών εξαιρετικά χαμηλού κοντράστ και μικρού μεγέθους	10000-15000-2000	Φωτισμός εργασίας με συνδυασμό γενικού και τοπικού φωτισμού

Πίνακας 7(α)-Κατηγορίες έντασης φωτισμού IESNA

Κατηγορία έντασης φωτισμού κατά IESNA	RCR<3,5	3,5<RCR<7,0	RCR>7,0
A	0,2	0,3	0,4
B	0,4	0,5	0,7
C	0,6	0,8	1,1
D	0,9	1,2	1,4
E	1,3	1,8	2,5
F	2,7	3,5	4,7
G	8,1	10,5	13,7

Πίνακας 7(β)-Πυκνότητες έντασης φωτισμού ανά κατηγορία έντασης φωτισμού IESNA (A-G)

3.3.4 Εφαρμογή της Προσαρμοσμένης Μεθόδου

Παράδειγμα 1: Ένα γραφείο έχει διαστάσεις, 4x4m και ύψος 3m, με φωτιστικά στερεωμένα στην οροφή. Η επιφάνεια εργασίας είναι 80cm πάνω από το έδαφος. Ποιο είναι το RCR του δωματίου.

$RCR = \left(\frac{5 \times H_{RC} (L + W)}{A} \right)$ όπου H_{RC} το ύψος του κυρίως χώρου, το ύψος δηλαδή από την επιφάνεια εργασίας μέχρι το κέντρο των φωτιστικών.

$$RCR = [5 \times (3 - 0,8) \times (4 + 4)] / 16 = (5 \times 2,2 \times 8) / 16$$

$$RCR = 5,5$$

Παράδειγμα 2: Το γραφείο του παραδείγματος 1 πρέπει να ενταχθεί στην κατηγορία έντασης φωτισμού E (IESNA Lighting HB). Ποια είναι η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού;

Ο RCR είναι 5,5 και το εμβαδό $16m^2$. Ο επιτρεπόμενος LPD για την κατηγορία E όπως βλέπουμε στον πίνακα 7 είναι $18W/m^2$. Επομένως, η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού είναι:

$$18W/m^2 \times 16m^2 = 288W$$

Παράδειγμα 3: Ένα κατάστημα λιανικών πωλήσεων με εμβαδό $550m^2$ και RCR 4,0 έχει τους εξής χώρους:

Μικτός χώρος πωλήσεων	500m ²
Τουαλέτες (RCR 6,0)	20m ²
Διάδρομοι (RCR 6,5)	30m ²
Θήκη προβολής πολύτιμων εκθεμάτων	10m ²
Παραμετρικός τοίχος με ανοίγματα που έχουν δυνατότητα να κλείνουν	100m

Ποια είναι η επιτρεπόμενη γενική ισχύς φωτισμού, η ισχύς φωτισμού προβολής τοίχου, η ισχύς προβολής δαπέδου, η ισχύς διακοσμητικού φωτισμού/ειδικών εφέ και η ισχύς φωτισμού προβολής πολύτιμων εκθεμάτων για το κατάστημα με τη χρήση της Προσαρμοσμένης Μεθόδου;

Από τον πίνακα 5, στη δεύτερη στήλη, η γενική κατηγορία έντασης φωτισμού για καταστήματα λιανικών πωλήσεων είναι η D. Από τον πίνακα 7, ο LPD για την κατηγορία έντασης φωτισμού D και RCR 4,0 είναι $12\text{W}/\text{m}^2$. Επομένως, η επιτρεπόμενη γενική ισχύς φωτισμού είναι $12\text{W}/\text{m}^2 \times 500\text{m}^2 = \mathbf{6\ 000\text{W}}$.

Από το IESNA HB, βρίσκουμε ότι οι τουαλέτες είναι στην κατηγορία έντασης φωτισμού C. Από τον πίνακα 7, ο LPD για την κατηγορία έντασης φωτισμού C και RCR 6,0 είναι $8\text{W}/\text{m}^2$. Επομένως, η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού είναι $8\text{W}/\text{m}^2 \times 20\text{m}^2 = \mathbf{160\text{W}}$.

Από το IESNA HB, βρίσκουμε ότι οι διάδρομοι είναι στην κατηγορία έντασης φωτισμού C. Από τον πίνακα 7, ο LPD για την κατηγορία έντασης φωτισμού C και RCR 6,5 είναι $8\text{W}/\text{m}^2$. Επομένως, η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού είναι $8\text{W}/\text{m}^2 \times 30\text{m}^2 = \mathbf{240\text{W}}$.

Ο φωτισμός προβολής τοίχου υπολογίζεται από το συνολικό μήκος του παραμετρικού τοίχου συμπεριλαμβανομένων των ανοιγμάτων που έχουν δυνατότητα να κλείνουν επί την πρόσθετη ισχύ φωτισμού προβολής τοίχου (από τον πίνακα 5 βρίσκουμε στην τρίτη στήλη). Επομένως, η επιτρεπόμενη ισχύς είναι $68,9\text{W}/\text{m} \times 100\text{m} = \mathbf{6\ 890\text{W}}$.

Ο φωτισμός προβολής δαπέδου υπολογίζεται από το συνολικό εμβαδό του φωτιζόμενου δαπέδου επί την πρόσθετη πυκνότητα ισχύος φωτισμού προβολής δαπέδου (από τον πίνακα 5 βρίσκουμε στην τέταρτη στήλη). Επομένως, η επιτρεπόμενη ισχύς είναι $15\text{W}/\text{m}^2 \times 500\text{m}^2 = \mathbf{7\ 500\text{W}}$.

Ο διακοσμητικός φωτισμός/ειδικών εφέ υπολογίζεται από το συνολικό εμβαδό του φωτιζόμενου δαπέδου επί την πρόσθετη πυκνότητα ισχύος διακοσμητικού φωτισμού/ειδικών εφέ (από τον πίνακα 5 βρίσκουμε στην πέμπτη στήλη). Επομένως, η επιτρεπόμενη ισχύς είναι $7\text{W/m}^2 \times 500\text{m}^2 = \mathbf{3\ 500\text{W}}$.

Η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού για την προβολή πολύτιμων εκθεμάτων είναι το μικρότερο μεταξύ $13\ \text{W/m}^2$ (από την έκτη στήλη του πίνακα 5) επί το μικτό χώρο πωλήσεων ή από 20W/m^2 επί το πραγματικό εμβαδό της θήκης. Επομένως, η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς είναι το μικρότερο μεταξύ $13\text{W/m}^2 \times 500\text{m}^2 = 6\ 500\text{W}$ ή $20\text{W/m}^2 \times 10\text{m}^2 = 2\ 000\text{W}$. Άρα έχουμε **2 000W**.

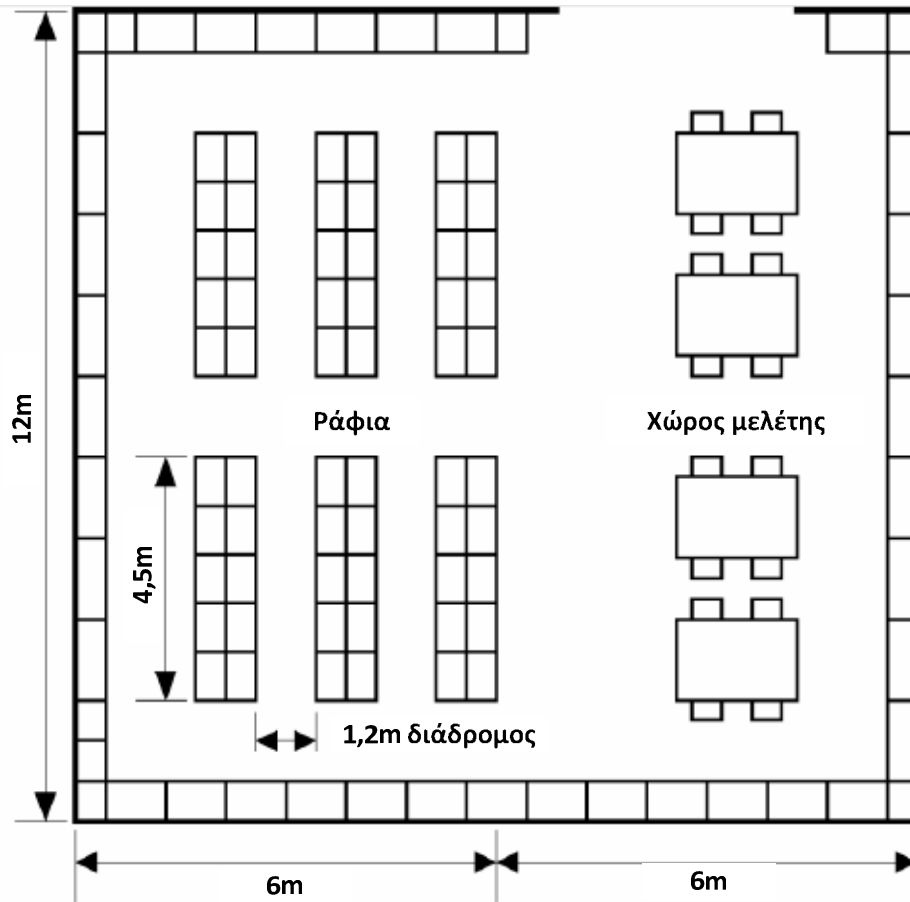
Η συνολική επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού είναι: $6000 + 160 + 240 + 6890 + 7500 + 3500 + 2000 = \mathbf{26290\text{W}}$.

Σημειώστε ότι στην προσαρμοσμένη μέθοδο, τα επιτρεπόμενα επιδόματα ισχύος για κάθε κατηγορία φωτισμού είναι τύπου use-it or lose-it, η οποία απαγορεύει οποιεσδήποτε ανταλλαγές μεταξύ διαφορετικών κατηγοριών.

Παράδειγμα 4: Εάν στο ανωτέρω παράδειγμα, η πραγματική ισχύς για το φωτισμό προβολής δαπέδου και για το φωτισμό προβολής πολύτιμων εκθεμάτων είναι 5000W και 1000W αντίστοιχα, ποιο είναι το μέγιστο επίδομα ισχύος;

Δεδομένου ότι τα επιτρεπόμενα επιδόματα ισχύος για φωτισμό προβολής δαπέδου και για το φωτισμό προβολής πολύτιμων εκθεμάτων είναι τύπου use-it or lose-it, η μέγιστη ισχύς φωτισμού που επιτρέπεται είναι η μικρότερη της επιτρεπόμενης για φωτισμό προβολής δαπέδου (7500W) και για το φωτισμό προβολής πολύτιμων εκθεμάτων (2000W) ή της πραγματικής ισχύος για φωτισμό προβολής δαπέδου (5000W) και για το φωτισμό προβολής πολύτιμων εκθεμάτων (1000W). Επομένως, η μέγιστη ισχύς είναι 5000W και 1000W αντίστοιχα.

Παράδειγμα 5: Πως υπολογίζεται ο RCR για τη βιβλιοθήκη με ράφια και χώρο μελέτης που φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα;



Για την περιοχή των ραφιών ο RCR λαμβάνεται με τιμή 7. Για τον χώρο μελέτης ο RCR υπολογίζεται με βάση τις διαστάσεις του χώρου (12m x 6m) και το ύψος της κύριας κοιλότητας (ύψος δωματίου μείον το ύψος της επιφάνειας εργασίας).

4. Αποδοτική προσέγγιση (Performance Approach)

Η αποδοτική προσέγγιση περιγραφεί μια εναλλακτική μέθοδο για τον καθορισμό της επιτρεπόμενης ισχύος φωτισμού σε ένα κτίριο σε σχέση με την καθοδηγητική προσέγγιση.

Με τη χρήση της αποδοτικής προσέγγισης, η χρήση ενέργειας στο κτίριο μοντελοποιείται με τη χρήση λογισμικού υπολογιστή που εγκρίνεται από την Ενεργειακή Επιτροπή. Σε αυτήν την ενεργειακή ανάλυση, η τυποποιημένη πυκνότητα ισχύος φωτισμού για το κτίριο καθορίζεται από το λογισμικό βασισμένο στον τύπο χρήσης του κτιρίου, σύμφωνα με είτε με τη μέθοδο ενιαίου κτιρίου, είτε με τη μέθοδο κατηγορίας περιοχής, είτε με την προσαρμοσμένη μέθοδο, όπως περιγράφονται ανωτέρω. Αυτή η τυποποιημένη πυκνότητα ισχύος φωτισμού χρησιμοποιείται για να καθορίσει τον ενεργειακό προϋπολογισμό για το κτίριο.

Όταν η άδεια για το φωτισμού επιδιώκεται κάτω από την αποδοτική προσέγγιση, ο αιτών χρησιμοποιεί μια προτεινόμενη πυκνότητα ισχύος φωτισμού για να καθορίσει εάν το κτίριο συναντά ή όχι τον ενεργειακό προϋπολογισμό. Εάν, αυτή η προτεινόμενη πυκνότητα ισχύος φωτισμού είναι αυτόματα μεταφρασμένη στην ισχύ φωτισμού για το κτίριο (με τον πολλαπλασιασμό με το εμβαδό του κτιρίου).

Εάν το κοινό σύστημα φωτισμού (παράγραφος §6.3) χρησιμοποιείται στην αποδοτική προσέγγιση έπειτα η τυποποιημένη σχεδίαση θα βασιστεί στη μέθοδο κατηγορίας περιοχής και το προτεινόμενο σχέδιο θα είναι η πραγματική προτεινόμενη πυκνότητα ισχύος (χωρίς να υπερβαίνει τα 10Watt ανά τετραγωνικό μέτρο).

Όταν η προσαρμοσμένη μέθοδος για το φωτισμό χρησιμοποιείται για να δικαιολογήσει τις αυξήσεις στο φορτίο φωτισμού, ένα χαμηλότερο φορτίο φωτισμού δεν μπορεί να διαμορφωθεί για πίστωση. Η τυποποιημένη σχεδίαση κτιρίου χρησιμοποιεί το μικρότερο των επιτρεπόμενων W/m^2 , ή της πραγματικής ισχύος φωτισμού, που θα εγκατασταθεί στο κτίριο. Η προτεινόμενη σχεδίαση του κτιρίου χρησιμοποιεί την πραγματική ισχύ φωτισμού που θα εγκατασταθεί όπως παρουσιάζεται λεπτομερώς στα σχέδια φωτισμού. Αυτή η τιμή πρέπει να είναι ίση με, ή μεγαλύτερη από τα επιτρεπόμενα W/m^2 .

Το κατάλληλο λογισμικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέθοδο της αποδοτικής προσέγγισης μπορεί να γίνει με τις κατάλληλες τροποποιήσεις αναλόγου λογισμικού, που χρησιμοποιείται για παράδειγμα στην πολιτεία της Καλιφόρνιας, η οποία είναι πρωτοπόρα στο τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας και στον ενεργειακό κανονισμό της οποίας στηρίχτηκε το παρόν σύγγραμμα.

Επίσης, η πλατφόρμα EPBD (Energy Performance of the Buildings) Building Platform της Κομισιόν στο πλαίσιο του προγράμματος Intelligent Energy-Europe και της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων στην Ε.Ε, επιδίωξε την ανάπτυξη λογισμικού για την αξιολόγηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Αν και η συγκεκριμένη οδηγία και κατά συνέπεια το λογισμικό αυτό, δίνουν προτεραιότητα σε άλλες παραμέτρους της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, όπως η θερμομόνωση και η ενεργειακή απόδοση των συστημάτων HVAC (Heat-Ventilation-Air Conditioning), εντούτοις το συγκεκριμένο λογισμικό θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση για την επέκτασή του στο τομέα του φωτισμού.

5. Υπολογισμός της ισχύος φωτισμού

Μόλις καθοριστεί η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού με μια από τις καθοδηγητικές μεθόδους ή την αποδοτική προσέγγιση, συγκρίνεται με την πραγματική ισχύ φωτισμού (που ρυθμίζεται από τις συσκευές ελέγχου). Η σχεδιασμένη ή πραγματική ισχύς φωτισμού είναι απλά το άθροισμα σε Watts όλων των σχεδιασμένων μόνιμων και φορητών συσκευών φωτισμού στο κτίριο, βασισμένο στο ίδιο εμβαδό που χρησιμοποιήθηκε για να υπολογιστεί η ισχύς φωτισμού. Η πραγματική ισχύς φωτισμού μπορεί να ρυθμιστεί μέσω των πιστώσεων ελέγχου φωτισμού εάν οι προαιρετικές συσκευές αυτομάτου ελέγχου φωτισμού εγκατασταθούν.

Η πραγματική ισχύς φωτισμού δεν περιλαμβάνει απαραίτητως κάθε φως στο κτίριο. Υπάρχουν κάποιες εφαρμογές φωτισμού που απαλλάσσονται των ορίων του κανονισμού στην ισχύ φωτισμού.

5.1 Εξαιρέσεις

Οι ακόλουθες εφαρμογές φωτισμού απαλλάσσονται της πραγματικής ισχύος φωτισμού που χρησιμοποιείται για να συγκριθεί με την επιτρεπόμενη ισχύ:

- Σε θεματικά πάρκα και λούνα-παρκ: ο φωτισμός για τα παιχνίδια και τα ειδικά εφέ εξαιρείται. Συνήθεις χώροι όπως, γραφεία διοίκησης, χώροι πωλήσεων κλπ δεν εξαιρούνται.
- Φωτισμός για φωτογραφικά και κινηματογραφικά στούντιο.
- Ο φωτισμός για πίστες χορού και ο φωτισμός για θεατρικές και άλλες ζωντανές παραστάσεις, υπό τον όρο ότι αυτά τα συστήματα φωτισμού είναι προσθήκες σε ένα γενικό σύστημα φωτισμού και ελέγχονται από ένα multiscene ή theatrical cross-fade σταθμό ελέγχου προσβάσιμο μόνο σε εξουσιοδοτημένους χειριστές.
- Σε δημόσιες εγκαταστάσεις, εγκαταστάσεις μεταφορών, συνεδριακά κέντρα και κοινόχρηστους χώρους ξενοδοχείων: φωτισμός για προσωρινά εκθέματα εάν ο φωτισμός είναι προσθήκη σε ένα γενικό σύστημα φωτισμού και ελέγχεται χωριστά από πίνακα προσβάσιμο μόνο σε εξουσιοδοτημένους χειριστές.

- Φωτισμός που εγκαθίσταται από τον κατασκευαστή σε καταψύκτες, δωμάτια-ψυγεία, μηχανές πώλησης (vending machines), εξοπλισμό προετοιμασίας τροφίμων, και σε επιστημονικό και βιομηχανικό εξοπλισμό.
- Στα ιατρικά κέντρα και κλινικές: φωτισμός μηχανημάτων εξέτασης και χειρουργικός φωτισμός, χαμηλής έντασης νυχτερινό φωτισμό και φωτισμό ενσωματωμένο σε ιατρικό εξοπλισμό.
- Φωτισμός κατά την κατασκευή επέκτασης εγκαταστάσεων ή κατά τη συντήρηση που εξοπλίζεται με έναν αυτόματο εικοσιτετράωρο χρονικό διακόπτη με εφεδρικές ικανότητες προγράμματος για να αποτραπεί απώλεια του προγράμματος και των χρονικών ρυθμίσεων του διακόπτη εάν η διακοπή η παροχή για χρόνο μέχρι 10 ώρες.
- Εξοπλισμό φωτισμό που είναι για πώληση.
- Εξοπλισμό φωτισμού επίδειξης σε εκπαιδευτικές εγκαταστάσεις φωτισμού.
- Φωτισμός και σήματα εξόδου για περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης εφόσον πληρούν τα κριτήρια του EN1838:Lighting applications-emergency lighting.
- Φωτισμός σε διαδρόμους εξόδου και σε εξόδους έκτακτης ανάγκης, που είναι υπό κανονικές συνθήκες εκτός λειτουργίας, σύμφωνα με το EN1838:Lighting applications-emergency lighting.
- Φωτισμός σε δωμάτια ξενοδοχείων.
- Προσωρινά συστήματα φωτισμού.
- Φωτισμός σε μη κλιματιζόμενα αγροτικά υποστατικά με εμβαδό μικρότερο από 250m².
- Συστήματα φωτισμού σε ιστορικά κτίρια, που χαρακτηρίζονται ως τέτοια από το Υπουργείο Πολιτισμού, εξαιρούνται από τους περιορισμούς εάν αποτελούνται απλώς από τα ιστορικά αντικείμενα σχετικά με το φωτισμό ή αντίγραφα τέτοιων. Όλα τα άλλα συστήματα φωτισμού σε ιστορικά κτίρια, ή τα μη-ιστορικά μέρη εκείνων των συστημάτων φωτισμού, θα πρέπει να συμμορφώνονται με τους περιορισμούς ισχύος φωτισμού.
- Χώροι στάθμευσης για επτά ή λιγότερα αυτοκίνητα.
- Εσωτερικά και εξωτερικά φωτισμένες επιγραφές.

5.2 Υπολογισμός πραγματικής ισχύος φωτισμού

Για να υπολογιστεί η πραγματική ισχύς φωτισμού, πρέπει να συνυπολογιστούν οι καταναλώσεις όλων των συσκευών μόνιμων και φορητών (συμπεριλαμβανομένου προσχεδιασμένων φορητών), συμπεριλαμβανομένου των εγκατεστημένων αλλά και των πρόσθετων συστημάτων φωτισμού που παρουσιάζονται στα σχέδια κατά την διάρκεια της αδειοδότησης (εκτός αυτών που εξαιρούνται για τους λόγους που αναφέρονται στην ενότητα 5.1 αλλά και αυτών που εμπίπτουν στις ειδικές περιπτώσεις όπως αναφέρθηκαν σε προηγούμενες ενότητες). Αυτό περιλαμβάνει lighting tracks (ράγες), πολυελαίους, πορτατίφ, φωτισμό σε κονσόλες χειρισμού, κινητές συσκευές προβολών και εσωτερικά φωτιζόμενες θήκες για την εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών ή για την προβολή εκθεμάτων. Επαρκή αποδεικτικά στοιχεία (από τους καταλόγους του κατασκευαστή ή τιμές από αναφορές ανεξάρτητων εργαστηρίων) πρέπει να υποβληθούν και να γίνουν αποδεκτά από την επιτροπή. Το άτομο που υπογράφει τα σχέδια φωτισμού πρέπει σαφώς να δείξει στα σχέδια την πραγματική ισχύ για τα φορητά συστήματα φωτισμού στην περιοχή.

Ο υπολογισμός της πραγματικής ισχύος φωτισμού ολοκληρώνεται με τα ακόλουθα βήματα:

1. Καθορισμός της κατανάλωσης για κάθε τύπο φωτιστικού. Αυτό περιλαμβάνει τόσο την κατανάλωση του λαμπτήρα όσο και αυτή του στραγγαλιστικού πηνίου (ballast). Για φωτιστικά που οι λαμπτήρες έχουν ενσωματωμένο ballast, αυτοί είναι αλληλοεξαρτώμενοι, έτσι η κατανάλωση του συνδυασμού λαμπτήρα/ballast καθορίζεται καλύτερα από τα στοιχεία δοκιμής και την ενεργειακή κατηγοριοποίηση του βάσει της ενεργειακής τους απόδοσης.
2. Καθορισμό του αριθμού καθενός από τους προς χρήση τύπους φωτιστικών.
3. Πολλαπλασιασμός της κατανάλωσης των φωτιστικών επί των αριθμό τους και αθροιζόμενο ώστε να ληφθεί η συνολική πραγματική ισχύς φωτισμού κτηρίου σε Watt (αυτό περιλαμβάνει την κατανάλωση των φορητών συστημάτων φωτισμού για τους γραφειακούς χώρους).
4. Προσαρμογή λόγω των πιστώσεων από τη χρήση αυτόματων συσκευών ελέγχου φωτισμού.

Φορητές συσκευές φωτισμού

Για όλες τις περιοχές του κτιρίου, η πραγματική κατανάλωση όλων των σχεδιασμένων μόνιμων και φορητών φωτιστικών που παρουσιάζονται στα σχέδια κατά την αδειοδότηση πρέπει να συνυπολογιστεί στον καθορισμό της πραγματικής πυκνότητας ισχύος φωτισμού. Το άτομο που υπογράφει τα σχέδια φωτισμού πρέπει σαφώς να δείξει την πραγματική ισχύ για τα φορητά συστήματα φωτισμού στην περιοχή.

Οι φορητές συσκευές φωτισμού προστίθενται συχνά σε γραφειακούς χώρους αφότου το κτίριο αποπερατωθεί και τεθεί σε λειτουργία. Εάν η πραγματική ισχύς του φορητού φωτισμού δεν είναι γνωστή κατά την διάρκεια της αδειοδότησης, τότε απαιτείται ότι μια πρόσθετη ισχύς φωτισμού 2 W/m^2 περιληφθεί στον καθορισμό της πραγματικής πυκνότητας ισχύος φωτισμού. Οι εσωκλειόμενοι χώροι γραφείου με εμβαδό ίσο με ή μικρότερο από 25m^2 που εσωκλείονται με μόνιμα διαχωριστικά πλήρους ύψους, απαλλάσσονται αυτής της απαίτησης. Σημειώστε ότι η απαίτηση του φορητού φωτισμού ισχύει για όλους τους χώρους γραφείου ανεξάρτητα από την κύρια λειτουργία του κτιρίου. Αυτή η απαίτηση θα ισχύσει για τα περισσότερα κτίρια με διάταξη ανοικτών γραφείων. Εντούτοις, μόλις εγκατασταθούν τα φορητά συστήματα φωτισμού στο χώρο, ο διαχειριστής του κτιρίου μπορεί να απαιτήσει να επαναμετρηθεί η πραγματική ισχύς φωτισμού του χώρου, λαμβάνοντας υπόψη την πραγματική ισχύ των εγκατεστημένων φορητών συστημάτων.

Εάν ο φορητός φωτισμός παρουσιάζεται στα σχέδια, η τεκμηρίωση πρέπει να περιλάβει τις πληροφορίες για το σχεδιάγραμμα συσκευών φωτισμού (που συνοδεύεται από το σχεδιάγραμμα επίπλων συμπεριλαμβανομένων των διαχωριστικών τοίχων, των ραφιών και των επίπλων γραφείων), τη θέση, τον κατασκευαστή, το μοντέλο, και τα χαρακτηριστικά απόδοσης όλων των συσκευών φωτισμού στο χώρο. Ο σχεδιαστής είναι αρμόδιος για την παροχή όλων των πληροφοριών που μπορεί να κριθούν απαραίτητες για τη σαφή αιτιολόγηση της χρήσης λιγότερης ισχύος από 2 W/m^2 για τον φορητό φωτισμό.

5.3 Καθορισμός της καταναλισκόμενης ισχύος των φωτιστικών

Για τους περισσότερους τύπους φωτιστικών, ο καθορισμός της ισχύος που καταναλώνουν είναι απλός. Υπάρχουν, εντούτοις, κάποιοι τύποι, οι οποίοι απαιτούν ειδική εκτίμηση. Ο κανονισμός καθορίζει όπως η καταναλισκόμενη ισχύς για τον εσωτερικό φωτισμό να υπολογίζεται με βάση τους λαμπτήρες, τα ballast και τον τύπο φωτιστικού.

Οδηγός για τον υπολογισμό της πραγματικής καταναλισκόμενης ισχύος πρέπει να αποτελεί ο κανονισμός EN60598:Luminaires.

5.3.1 Medium Screw Base Sockets

Η ισχύς των φωτιστικών με λαμπτήρες πυρακτώσεως ή λαμπτήρες αλογόνου με medium screw base sockets (κατά βάση λαμπτήρες E27) που δεν έχουν μόνιμα εγκατεστημένο ballast θα πρέπει είναι η μέγιστη ισχύς της συσκευής φωτισμού αν σε αυτή τοποθετηθούν λαμπτήρες μέγιστης ισχύος (maximum relamping rated wattage), όπως απαριθμείται σε μια μόνιμη ετικέτα, που τοποθετείται από τον κατασκευαστή. Οι medium screw base sockets βρίσκονται συνήθως σε φωτιστικά που απαιτούν βιδωτούς λαμπτήρες. Αποτελούν τις συνηθέστερες βάσεις λαμπτήρων για τους λαμπτήρες πυρακτώσεως (κατ' επέκταση και για τους συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού). Αυτές οι βάσεις χρησιμοποιούνται για ένα ευρύ φάσμα ισχύος λαμπτήρων. Αυτά τα φωτιστικά παρουσιάζουν μια ειδική κατάσταση κατά τον υπολογισμό της πραγματικής ισχύος φωτισμού, επειδή η ισχύς των λαμπτήρων μπορεί να αλλάξει εύκολα οποιαδήποτε στιγμή. Για φωτιστικά που επιτρέπουν την εναλλαγή μεταξύ βιδωτών λαμπτήρων (screw based) και pin based λαμπτήρων χωρίς την αλλαγή του φωτιστικού ή της καλωδίωσης, θα υποτίθεται ότι θα χρησιμοποιείται ένας λαμπτήρας πυρακτώσεως του μέγιστου relamping wattage διαθέσιμου να χρησιμοποιηθεί για εκείνο το σύστημα. Τα σχέδια πρέπει να διευκρινίζουν τη μέγιστη ισχύ φωτισμού για κάθε συσκευή φωτισμού έτσι ώστε να γίνεται εύκολα αντιληπτό από τους τεχνικούς, που θα εγκαταστήσουν τα φωτιστικά, για να μην εγκατασταθούν οι συσκευές φωτισμού με τις υψηλότερες εκτιμήσεις.

5.3.2 Φωτιστικά με μόνιμα ή φορητά ballasts

Η ισχύς των φωτιστικών με μόνιμα ή φορητά ballasts θα πρέπει να είναι η ισχύς λειτουργίας του εκτιμημένου συνδυασμού λαμπτήρων/ballast βασισμένου στις τιμές που δημοσιεύονται στους καταλόγους του κατασκευαστή, από τις ανεξάρτητες εκθέσεις διαπιστευμένων εργαστηρίων (accredited laboratories). Για φωτιστικά με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού με μόνιμα εγκατεστημένο ballast που έχουν την ικανότητα να λειτουργούν με μια σειρά από λαμπτήρες διαφορετικής ισχύος, η υψηλότερη τιμή ισχύος του εκτιμημένου συνδυασμού λαμπτήρα/ballast πρέπει να χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της ισχύος του φωτιστικού.

5.4 Πιστώσεις από αυτόματες συσκευές ελέγχου φωτισμού

Η ελεγχόμενη ισχύς του συνδεδεμένου φωτισμού μέσα στο κτίριο μπορεί να ρυθμιστεί για να πάρει την πίστωση από αναλογεί από τη χρήση ορισμένων τύπων συσκευών αυτομάτου ελέγχου φωτισμού. Ένας κατάλογος τέτοιων συσκευών ελέγχου που είναι κατάλληλοι για αυτές τις πιστώσεις παρουσιάζεται στον πίνακα 8.

Οι πιστώσεις ελέγχου φωτισμού καθορίζουν τους παράγοντες ρύθμισης ισχύος (PAF). Αυτοί είναι πολλαπλασιαστές που επιτρέπουν στην πραγματική ισχύ φωτισμού να μειωθεί, δίνοντας μια χαμηλότερα ρυθμισμένη ισχύ φωτισμού. Αυτό το καθιστά ευκολότερο να καλύψει την απαίτηση ισχύος. Μια πίστωση επιτρέπεται μόνο όταν χρησιμοποιούνται οι τύποι συσκευών ελέγχου που υποδεικνύονται στον πίνακα 8.

Προκειμένου να είναι κατάλληλο για τη ρύθμιση εξοικονόμησης ισχύος, το σύστημα ελέγχου ή η συσκευή πρέπει να πιστοποιηθεί (δείτε πιστοποίηση εξοπλισμού στην παράγραφο §2.2), και πρέπει να ελέγχει όλα τα φωτιστικά για τα οποία ζητείται πίστωση, μια και μόνο οι ελεγχόμενες συσκευές φωτισμού είναι επιλέξιμες για την πίστωση ελέγχου φωτισμού. Ο φωτισμός σε διαδρόμους εξόδων, σε εξόδους διαφυγής για έκτακτη ανάγκη ή άλλα συστήματα φωτισμού που βρίσκονται σε ένα ξεχωριστή γραμμή και δεν ελέγχονται από μια συσκευή ελέγχου, δεν είναι επιλέξιμοι για αυτές τις πιστώσεις.

Τουλάχιστον το 50% της ισχύος εξόδου της ελεγχόμενης συσκευής φωτισμού πρέπει να εμπίπτει στον τύπο διαστήματος που απαριθμείται στον πίνακα 8. Επιπλέον, οι

πιστώσεις δεν μπορούν να συνδυαστούν, με εξαίρεση εκείνους που απαριθμούνται ως συνδυασμένοι έλεγχοι στον πίνακα 8.

5.4.1 Αισθητήρες Παρουσίας

Ένας αισθητήρας παρουσίας που χρησιμοποιείται σε μερικά διαστήματα μπορεί να είναι κατάλληλος για τον παράγοντα ρύθμισης ισχύος (PAF). Τα επιλέξιμα διαστήματα περιλαμβάνουν οποιοδήποτε χώρο που είναι μικρότερος από 25 τετραγωνικά μέτρα που εσωκλείονται από διαχωριστικά πλήρους ύψους, οποιουδήποτε μεγέθους αίθουσες διδασκαλίας, διαδρόμους, αίθουσες συνεδρίων ή αίθουσες αναμονής. Ο αισθητήρας παρουσίας θα καλύψει τις πολλαπλών στάθμων απαιτήσεις ελέγχου φωτισμού όπως περιγράφεται στη §2.4.1:

- Ο αισθητήρας θα πρέπει να έχει μια λειτουργία αυτόματης απενεργοποίησης (automatic OFF function) που να θέτει εκτός λειτουργίας το σύνολο του φωτισμού.
- Ο αισθητήρας θα πρέπει να έχει είτε αυτόματη είτε χειροκίνητη λειτουργία ενεργοποίησης (automatic or manual ON function).
- Ο αισθητήρας θα πρέπει να έχει τέτοιες ικανότητες καλωδίωσης έτσι ώστε κάθε λειτουργία χειρισμού να έχει τη δυνατότητα ενεργοποιεί ξεχωριστό κομμάτι του φωτισμού.
- Ένα βήμα ελέγχου πρέπει να μπορεί να ενεργοποιήσει μεταξύ 50-70% της σχεδιασμένης ισχύος φωτισμού, και ένα βήμα πρέπει να μπορεί να ενεργοποιήσει λιγότερο από το 35% της σχεδιασμένης ισχύος φωτισμού σχεδίου. Ο πολλαπλών στάθμων έλεγχος μπορεί να ολοκληρωθεί από τους διακόπτες «downstream» του αισθητήρα παρουσίας.
- Ο φωτισμός θα πρέπει να επιτυγχάνει ένα εύλογα ομοιόμορφο επίπεδο έντασης φωτισμού.

Επιπλέον, ο αισθητήρας παρουσίας πρέπει να καλύψει τις απαιτήσεις «στοιχείων κυκλώματος πολλαπλών στάθμων» που περιγράφονται πιο κάτω.

Αισθητήρες Παρουσίας με στοιχεία κυκλώματος πολλαπλών στάθμων

Ένας αισθητήρας παρουσίας που χρησιμοποιείται σε ένα μικρό γραφείο (μικρότερο ή ίσο προς 25m²) θα πρέπει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά γνωρίσματα:

- Κατά την είσοδο στο δωμάτιο, μια πρώτη φάση του ελέγχου ενεργοποιεί μεταξύ 50-70% του φωτισμού στο χώρο αυτόματα ή με χειροκίνητο άνοιγμα διακόπτη.

Αφότου συμβεί εκείνη η δράση, οι ακόλουθες ενέργειες πρέπει να είναι σε θέση να εφαρμοστούν με χειροκίνητο χειρισμό:

- Ενεργοποίηση του εναλλακτικού φωτισμού (δηλαδή του 30-50%) και ταυτόχρονη απενεργοποίηση του αρχικού 50-70%.
- Ενεργοποίηση του 100% του φωτισμού.
- Απενεργοποίηση του 100% του φωτισμού.

Όταν το δωμάτιο είναι άδειο, τότε το σύνολο του φωτισμού πρέπει να απενεργοποιείται.

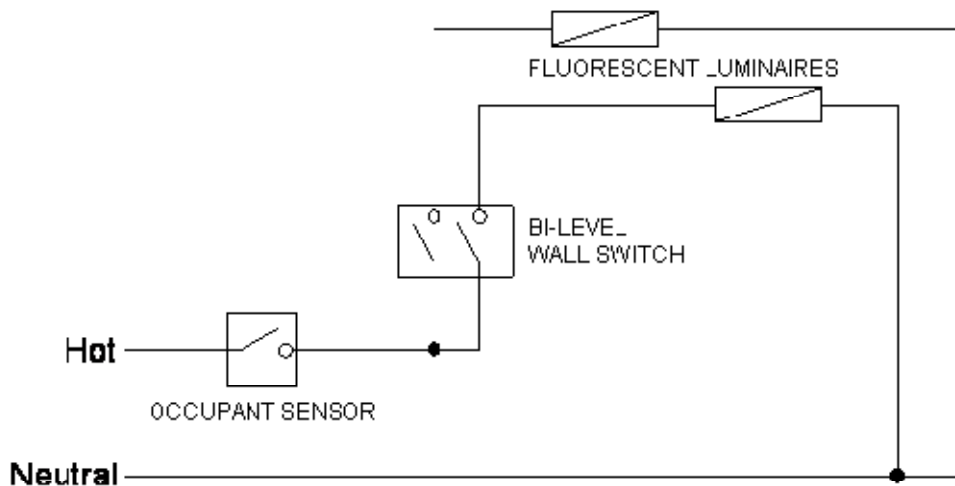
Όταν το δωμάτιο ανακαταλαμβάνεται, δεν μπορεί να ενεργοποιηθεί εκ νέου περισσότερο από 70% του φωτισμού αυτόματα ή με το πάτημα ενός κουμπιού. Αυτό αποτρέπει διακόπτες που βρίσκονται σε γραμμές κανονικής τάσης να πραγματοποιούν αυτό τον τύπο ελέγχου. Ο έλεγχος μπορεί να ολοκληρωθεί από ειδικούς αισθητήρες παρουσίας δυο επιπέδων (bi-level) ή με την χρήση ενός αισθητήρα παρουσίας και ενός διακόπτη sentry (sentry switch) που επαναθέτει στη κατάσταση μη λειτουργίας όταν απενεργοποιηθεί.

Ακατάλληλο κύκλωμα για πίστωση από αισθητήρα παρουσίας

Το σχήμα 16 παρουσιάζει αισθητήρα παρουσίας που συνδέεται σε σειρά με έναν συμβατικό διπλό διακόπτη τοίχου. Αυτό το κύκλωμα καλύπτει τις υποχρεωτικές απαιτήσεις ελέγχου φωτισμού συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου πολλαπλών στάθμων και των συστημάτων απενεργοποίησης που περιγράφονται στο §2.4.1. Αλλά αυτό το κύκλωμα δεν είναι κατάλληλο για πιστώσεις ελέγχου για έναν αισθητήρα παρουσίας με «στοιχεία κυκλώματος πολλαπλών στάθμων» όπως περιγράφονται πιο πάνω επειδή εάν ο κάτοχος

φεύγοντας αφήσει το δωμάτιο με όλα τα φώτα ανοιχτά, την επόμενη φορά που θα εισέλθει κάποιος στο δωμάτιο ο αισθητήρας παρουσίας θα ενεργοποιήσει όλα τα φώτα. Η απαίτηση που περιγράφηκε πιο πάνω αναφέρει ότι το πρώτο επίπεδο φωτισμού για εκ νέου ενεργοποίηση πρέπει να είναι μεταξύ 50%-70%.

Εάν οι συμβατικοί διακόπτες αντικαταστάθηκαν με τους διακόπτες sentry που επιστρέφουν και τα δύο κουμπιά του διακόπτη στη θέση OFF κάθε φορά που γίνεται απενεργοποίηση για εκτεταμένες χρονικές περιόδους, τότε αυτό θα κριθεί κατάλληλο για πίστωση για τους αισθητήρες κατοχής με τα «στοιχεία κυκλώματος πολλαπλών στάθμων» όπως περιγράφηκαν.

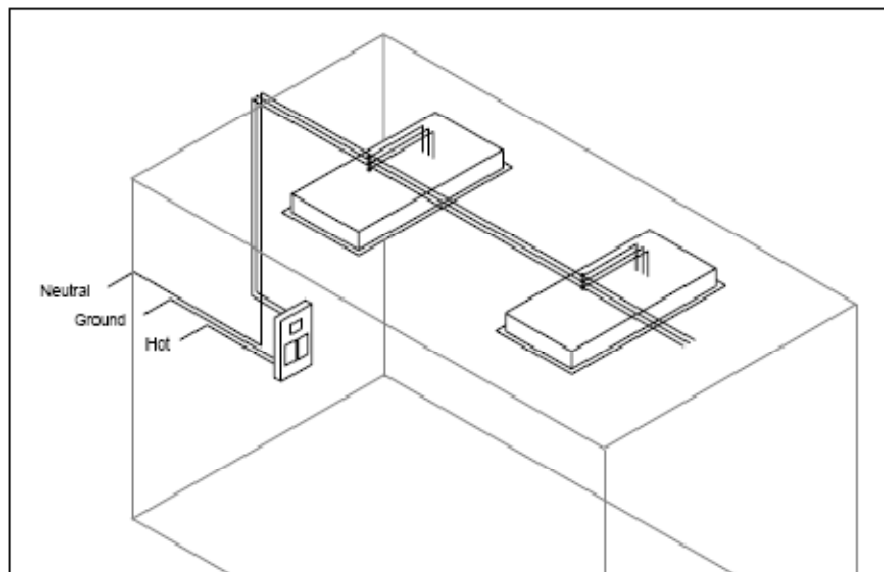


Σχήμα 16-Αισθητήρας παρουσίας με χειροκίνητο διακόπτη πολλαπλών στάθμων

Παράδειγμα μεμονωμένου γραφείου με αισθητήρα παρουσίας και έλεγχο πολλαπλών στάθμων

Η σχηματική αναπαράσταση στο σχήμα 17 παρουσιάζει ένα μεμονωμένο γραφείο με έναν αισθητήρα παρουσίας και έλεγχο πολλαπλών στάθμων. Ο φωτισμός παραμένει απενεργοποιημένος εκτός αν κάποιος τον θέσει σε λειτουργία χειροκίνητα είτε αυτόματα μεταξύ 50-70% της σχεδιασμένης ισχύος φωτισμού και απενεργοποιείται αυτόματα αμέσως μόλις ο κάτοχος εγκαταλείψει το χώρο. Αυτή το διάστημα καθυστέρησης μπορεί να ποικίλει

αλλά δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 30 λεπτά. Ο αισθητήρας παρουσίας είναι ενσωματωμένος στο διακόπτη. Ένας διπλός διακόπτης απαιτείται, για να επιτρέψει το χειρισμό κάθε κυκλώματος χωριστά. Κάθε συσκευή φωτισμού έχει τρεις λαμπτήρες που τροφοδοτούνται από δυο ballast με «εσωτερική/ εξωτερική» (inboard/outboard) ρύθμιση και το σύστημα ελέγχου παρέχει κάθε συσκευή φωτισμού με δύο καλώδια φάσης, που έχουν δυνατότητα χειρισμού, και έναν ουδέτερο. Αυτό το σύστημα είναι κατάλληλο για έναν παράγοντα ρύθμισης ισχύος 0.20. Τα συστήματα με αισθητήρες παρουσίας πρέπει να τίθενται στο manual-on όπου είναι δυνατόν για να μεγιστοποιείται η εξοικονόμηση ενέργειας.



Σχήμα 17-Αισθητήρας παρουσίας με συσκευή ελέγχου πολλαπλών στάθμων με inboard/outboard ρύθμιση

5.4.2 Άλλες πιστώσεις ελέγχου

Ο πίνακας 8 παρέχει επίσης τις πιστώσεις ελέγχου για τις ακόλουθες τεχνολογίες και διαστήματα:

- Αισθητήρας παρουσίας που ελέγχει διακόπτες πολλαπλών στάθμων ή συστήματα αυξομείωσης που μειώνουν την ισχύ φωτισμού τουλάχιστον κατά 50% σε διαδρόμους ξενοδοχείων, εμπορικών και βιομηχανικών χώρων αποθήκευσης (μέγιστο δύο διάδρομοι ανά αισθητήρα), και ραφιών βιβλιοθηκών (μέγιστοι δύο διάδρομοι ανά αισθητήρα). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση του

μισού φωτισμού της περιοχής σε έναν αισθητήρα παρουσίας και το υπόλοιπο σε ένα χειροκίνητο διακόπτη. Μόνο το κομμάτι του φωτισμού που είναι στον αισθητήρα παρουσίας είναι κατάλληλο για την πίστωση.

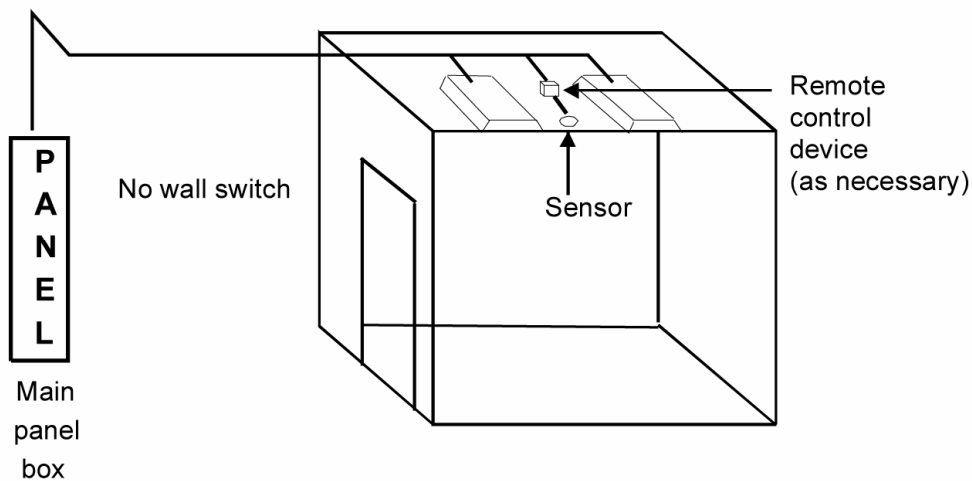
- Συστήματα αυξομείωσης έντασης (dimming systems) συμπεριλαμβανομένων χειροκίνητων και προγραμματιζόμενων συστημάτων σε ξενοδοχεία, εστιατόρια, αίθουσες συνεδριάσεων, και θέατρα.
- Χειροκίνητη αυξομείωση με συσκευή αυτομάτου ελέγχου φορτίου για ηλεκτρονικό dimmable ballast σε όλους τους τύπους κτιρίων. Αυτό το σύστημα ελέγχου επιτρέπει το σκόρπισμα φορτίων (φωτισμός με αυξομείωση) σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτρικής ενέργειας. Για να είναι κατάλληλο για αυτήν την πίστωση το σύστημα αυξομείωσης έντασης φωτισμού (dimming) στο κτίριο πρέπει να έχει ένα σύστημα ελέγχου που είναι έτοιμο να αποκριθεί σε μια περικοπή φορτίων ή σήματος τιμής πραγματικού χρόνου. Ένα τέτοιο σύστημα επιτρέπεται για να αυξομειώνει την ένταση όλου του φωτισμού εισπράττοντας την πίστωση ελέγχου κάτω από μια σταθερή ρύθμιση ή σε ένα μέρος του φωτισμού, τη στιγμή που λαμβάνεται το σήμα.
- Συνδυασμός συσκευών ελέγχου (είτε ένας αισθητήρας παρουσίας με έλεγχο φυσικού φωτισμού είτε ένας αισθητήρας παρουσίας με χειροκίνητη αυξομείωση) για οποιοδήποτε διάστημα με εμβαδό μικρότερο ή ίσο προς 25m² μέσα σε μια ζώνη φυσικού φωτισμού, η οποία εσωκλείεται από διαχωριστικά πλήρους ύψους, ή σε οποιοδήποτε μεγέθους αίθουσα διδασκαλίας, διάδρομο, αίθουσα συνεδριάσεων ή αίθουσα αναμονής.

Οι παράγοντες ρύθμισης ισχύος (PAF) στον πίνακα 8 δεν μπορούν να συνδυαστούν, με εξαίρεση εκείνους που επιτρέπονται στο πλαίσιο του τμήματος «συνδυασμού συσκευών ελέγχου».

Παράδειγμα διαδρόμου ξενοδοχείου με αισθητήρα παρουσίας και έλεγχο πολλαπλών στάθμων

Η σχηματική αναπαράσταση στο σχήμα 18 παρουσιάζει διάδρομο ξενοδοχείου με αισθητήρες παρουσίας και συσκευές ελέγχου πολλαπλών στάθμων. Οι διάδρομοι ξενοδοχείων είναι επιλέξιμοι για τις πιστώσεις ελέγχου ισχύος φωτισμού εάν είναι

εξοπλισμένοι με αισθητήρες παρουσίας πολλαπλών στάθμων διακόπτες κατόχων ή τα εξασθενίζοντας συστήματα που μειώνουν την ισχύ φωτισμού τουλάχιστον κατά 50% όταν κανένας άνθρωπος δε βρίσκεται στο χώρο. Τα φωτιστικά καλωδιώνονται σε διαφορετικές γραμμές φορτίου έτσι ώστε το μισό φορτίο να παραμένει μόνιμα ενεργοποιημένο και το άλλο μισό να ενεργοποιείται αυτόματα όταν ανιχνεύεται παρουσία στο χώρο. Δύο αισθητήρες παρουσίας τοποθετούνται στις αντίθετες γωνίες στην οροφή και λειτουργούν σε χαμηλή τάση που παρέχεται από ένα κουτί ισχύος πίσω από το γείσο διακοπών. Οι αισθητήρες παρουσίας συνδέονται, ώστε να εξασφαλίζεται ότι το σύστημα μπορεί να ανιχνεύσει τους φιλοξενούμενους του ξενοδοχείου, που εισέρχονται στο διάδρομο, σε οποιαδήποτε από τις δυο άκρες του διαδρόμου. Το σύστημα ελέγχου παρέχει σε κάθε φωτιστικό ένα καλώδιο φάσης και ένα ουδέτερο. Ένας διπλός διακόπτης τοίχου μπορεί να τοποθετηθεί, αν και δε θεωρείται απαραίτητος σε κοινόχρηστους χώρους (§2.4.1). Αυτό το σύστημα είναι κατάλληλο για έναν παράγοντα ρύθμισης ισχύος (PAF) ίσο με 0.25. Σημειώστε ότι οι εξωτερικές σκάλες και οι διάδρομοι είναι ταξινομούνται ως υπαίθριος φωτισμός και έτσι πρέπει για να ελέγχονται από ένα φωτοηλεκτρικό διακόπτη ή από ένα χρονοδιακόπτη.



Σχήμα 18-Αισθητήρας παρουσίας με συσκευή ελέγχου πολλαπλών στάθμων εναλλακτική σύνδεση φωτιστικών

5.4.3 Πιστώσεις ελέγχου φυσικού φωτισμού

Οι πιστώσεις ελέγχου όπως καθορίζονται από την παρούσα ενότητα (§5.4) επιτρέπει μείωση της υπολογισμένης ισχύος φωτισμού σε ένα κτίριο, βασιζόμενη στα πρόσθετα επιδόματα για την εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου, τα οποία εξοικονομούν περισσότερη ενέργεια από τους βασικούς υποχρεωτικούς ελέγχους που απαιτούνται. Αυτές οι πιστώσεις είναι βασισμένες στους παράγοντες ρύθμισης ισχύος (PAFs) που όταν πολλαπλασιάζονται με την ισχύ του ελεγχόμενου φωτισμού, αφαιρούνται από την εγκατεστημένη ισχύ φωτισμού για να ευρεθεί η υπολογισμένη ισχύς. Ένα σύστημα φωτισμού συμμορφώνεται καθοδηγητικά όταν είναι η υπολογισμένη ισχύς φωτισμού είναι μικρότερη ή ίση προς την επιτρεπόμενη ισχύ φωτισμού εσωτερικών χώρων.

Οι αυτόματες πιστώσεις ελέγχου φυσικού φωτισμού για τον δευτερεύων φωτισμό και τους φεγγίτες, πίνακας 8, ΔΕΝ είναι διαθέσιμες όταν εγκαθίστανται αυτόματες συσκευές ελέγχου φυσικού φωτισμού ως αποτέλεσμα των υποχρεωτικών απαιτήσεων, της καθοδηγητικής προσέγγισης ή της συμμόρφωσης με την αποδοτική προσέγγιση. Αυτές οι πιστώσεις είναι μόνο διαθέσιμες στα διαστήματα όπου συστήματα ελέγχου φυσικού φωτισμού δεν απαιτούνται από τις υποχρεωτικές απαιτήσεις είτε της καθοδηγητικής προσέγγισης είτε της συμμόρφωσης με την αποδοτική προσέγγιση. Παραδείγματος χάριν, εάν η αποδοτική προσέγγιση χρησιμοποιείται για να εγκαταστήσει τους φεγγίτες πέρα από αυτό που καθοδηγητικά απαιτείται και η ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) είναι μεγαλύτερη από 250 τετραγωνικά μέτρα, οι πιστώσεις ελέγχου δεν είναι διαθέσιμες για τις αυτόματες συσκευές ελέγχου φυσικού φωτισμού που συνδέονται με τους πρόσθετους φεγγίτες δεδομένου ότι υπάρχουν υποχρεωτικές απαιτήσεις για αυτές τις συσκευές ελέγχου.

Οι αυτόματες συσκευές ελέγχου φυσικού φωτισμού περιλαμβάνουν συσκευές με συνεχή αυξομείωση της έντασης φωτισμού (continuous dimming), με σταθμική αυξομείωση της έντασης (stepped dimming), ή με σταθμικό χειρισμό.

Η εγκατάσταση συσκευών ελέγχου που έχουν παράγοντα ρύθμισης ισχύος (PAF) αυξάνει την αποδοτικότητα του συστήματος φωτισμού και αυτή η αποδοτικότητα λαμβάνεται και στην καθοδηγητική και την αποδοτική τεκμηρίωση της ισχύος των συστημάτων φωτισμού. Οι πιστώσεις ελέγχου μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν

απαιτείται περισσότερη εγκατεστημένη ικανότητα, ή για την υπέρβαση των απαιτήσεων του ενεργειακού κανονισμού.

Για τον ελεγχόμενο φωτισμό για να λάβει μείωση της υπολογισμένης ισχύος του από έναν παράγοντα ρύθμισης ισχύος συσκευής ελέγχου φυσικού φωτισμού, πρέπει να είναι στην ζώνη φυσικού φωτισμού (daylit zone) και να συμμορφώνεται με τους περιορισμούς που συνδέονται με τον ειδικό παράγοντα ρύθμισης ισχύος.

Για τον αυτόματο έλεγχο φυσικού φωτισμού από παράθυρα, το PAF είναι μια λειτουργία αυξομείωσης έντασης (dimming) εναντίον των διακοπών, της τοποθέτησης υαλοπινάκων VLT και του συντελεστής αναλογίας παραθύρου τοίχων (WWR-window wall ratio) [ενότητα §2.5.1].

Για τις συσκευές αυτόματου ελέγχου πολλαπλών στάθμων φυσικού φωτισμού από φεγγίτες, οι παράγοντες ρύθμισης ισχύος (PAF) εφαρμόζονται μόνο στον ελεγχόμενο γενικό φωτισμό στην ζώνη φυσικού φωτισμού κάτω από τους φεγγίτες. Για να είναι κατάλληλος για τις πιστώσεις ρύθμισης ισχύος, ο έλεγχος πρέπει να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις των αυτομάτων αισθητήρων φυσικού φωτισμού πολλαπλών στάθμων §2.3.5.

Οι παράγοντες ρύθμισης ισχύος για τους αυτόματοι αισθητήρες φυσικού φωτισμού πολλαπλών στάθμων σε φεγγίτες είναι μια λειτουργία του αποτελεσματικού ανοίγματος, EA, και της πυκνότητας ισχύος φωτισμού του ελεγχόμενου φωτισμού, LPD, όπως δίνονται από την ακόλουθη εξίσωση:

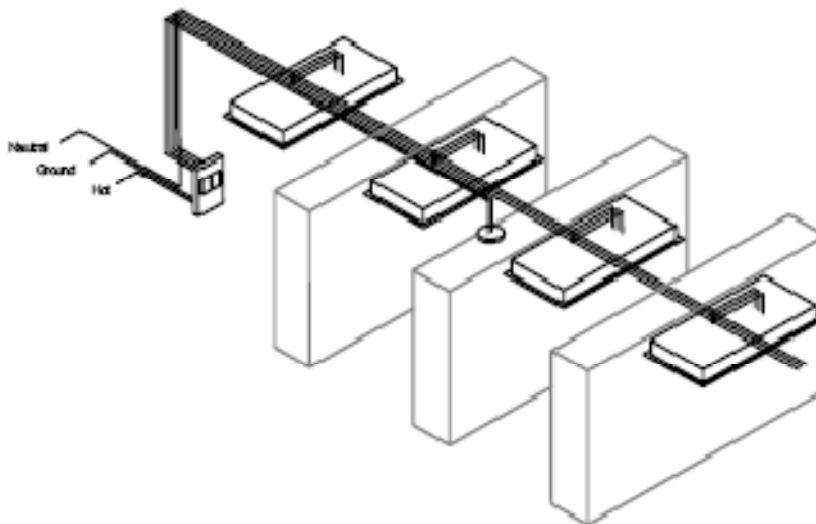
$$PAF = 10 \times EA - (LPD/10) + 0.2$$

Ο υπολογισμός του EA περιγράφεται στην ενότητα §2.5.1

Οι πιστώσεις ελέγχου φυσικού φωτισμού είναι διαθέσιμες μόνο για τις συσκευές φωτισμού μέσα στις ζώνες φυσικού φωτισμού, όπως καθορίζονται στην ενότητα §2.5. Το σύστημα ελέγχου φυσικού φωτισμού θα πρέπει να συμμορφώνεται με §2.3.3 και §2.3.7. Ο παράγοντας ρύθμισης ισχύος είναι μια λειτουργία της πυκνότητας ισχύος φωτισμού του γενικού φωτισμού στο διάστημα, και του αποτελεσματικού ανοίγματος των παραθύρων ή των φεγγιτών.

Αυξομείωση έντασης σε περιοχή με ράφια βιβλίων με αυτόματο σύστημα ελέγχου φυσικού φωτισμού

Η σχηματική αναπαράσταση στο σχήμα 19 παρουσιάζει περιοχή βιβλιοθήκης με ράφια βιβλίων με αυτόματο σύστημα ελέγχου φυσικού φωτισμού με δυνατότητα αυξομείωσης έντασης. Τα φωτιστικά παραμένουν απενεργοποιημένα όταν υπάρχει επαρκής φυσικός φωτισμός και αυξάνουν την ένταση τους προοδευτικά όταν το επίπεδο φυσικού φωτισμού γίνεται, για οποιοδήποτε λόγο, χαμηλό. Το φωτοκύτταρο τοποθετείται στην οροφή, με κατεύθυνση έξω από το παράθυρο για να παρέχει έλεγχο ανοιχτού βρόχου. Κάθε ένα φωτιστικό έχει ballast με δυνατότητα dimming. Το σύστημα ελέγχου παρέχει σε κάθε φωτιστικό ένα καλώδιο φάσης, ένα καλώδιο ουδετέρου και ένα καλώδιο ελέγχου (που αποτελείται καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους χαμηλής τάσης). Ένας διπλός διακόπτης τοίχου μπορεί να τοποθετηθεί, αν και δε θεωρείται απαραίτητος σε κοινόχρηστους χώρους (§2.4.1). Αυτό το σύστημα εγκαθίσταται σε ένα δωμάτιο με συντελεστής αναλογίας παραθύρου τοίχων (WWR-window wall ratio) 30% και διπλά παράθυρα με 65% μετάδοση ορατού φωτός. Επομένως είναι κατάλληλο για το μέγιστο παράγοντα ρύθμισης ισχύος (PAF) 0.40.



Σχήμα 19-Σύστημα ελέγχου φυσικού φωτισμού με dimming

Τύπος συσκευής ελέγχου	Τύπος διαστήματος	PAF	
Αισθητήρας παρουσίας με «χειροκίνητο ON» ή «αυτόματο ON» δύο στάθμων συνδυασμένο με κύκλωμα και χειρισμό πολλαπλών στάθμων.	Οποιοσδήποτε χώρος $\leq 25\text{m}^2$ εσώκλειστος με διαχωριστικά πλήρους ύψους, οποιουδήποτε μεγέθους αίθουσα διδασκαλίας, διάδρομος, αίθουσα συνεδριάσεων ή χώρος αναμονής.	0,20	
Αισθητήρας παρουσίας ελεγχόμενος από συσκευή χειρισμού ή dimmer πολλαπλών στάθμων, ο οποίος μειώνει την ισχύ σε 50% κατ' ελάχιστο όταν δεν υπάρχει παρουσία στο χώρο.	Διάδρομοι ξενοδοχείων Εμπορικοί και βιομηχανικοί αποθηκευτικοί χώροι με ράφια (max 2 διάδρομοι ανά αισθητήρα) Ράφια βιβλιοθηκών (max 2 διάδρομοι ανά αισθητήρα)	0,25 0,15 0,15	
Dimming system			
Χειροκίνητο	Ξενοδοχεία, εστιατόρια, αίθουσες	0,10	
Πολυζωνικό-προγραμματιζόμενο	εκδηλώσεων, θέατρα	0,20	
Χειροκίνητο dimming με αυτόματο ρυθμιστή φορτίου για dimmable ηλεκτρονικά ballasts.	Όλοι οι τύποι κτιρίων	0,25	
Συνδυασμοί συσκευών:			
Αισθητήρας παρουσίας με «χειροκίνητο ON» ή «αυτόματο ON» δύο στάθμων συνδυασμένο με κύκλωμα και χειρισμό πολλαπλών στάθμων σε συνδυασμό με αισθητήρα φυσικού φωτισμού	Οποιοσδήποτε χώρος $\leq 25\text{m}^2$ σε ζώνη φυσικού φωτισμού εσώκλειστος με διαχωριστικά πλήρους ύψους, οποιουδήποτε μεγέθους αίθουσα διδασκαλίας, διάδρομος, αίθουσα συνεδριάσεων ή χώρος αναμονής.	0,10 (μπορεί να προστεθεί στην πίστωση φυσικού φωτισμού)	
Χειροκίνητο dimming για dimmable ηλεκτρονικά ballasts και αισθητήρα παρουσίας με «χειροκίνητο ON» ή «αυτόματο ON» σε λιγότερο από 50% της ισχύος.	Οποιοσδήποτε χώρος $\leq 25\text{m}^2$ εσώκλειστος με διαχωριστικά πλήρους ύψους, οποιουδήποτε μεγέθους αίθουσα διδασκαλίας, διάδρομος, αίθουσα συνεδριάσεων ή χώρος αναμονής.	0,25	
Αυτόματες συσκευές ελέγχου φυσικού φωτισμού σε παράθυρα (βηματικός χειρισμός ή βηματικό/συνεχές dimming) (Οι τιμές αριστερά της καθέτου αφορούν βηματικό χειρισμό ή βηματικό dimming και οι τιμές δεξιά συνεχές dimming)			
	Παράθυρα-Window Wall Ratio (WWR)		
Τύπος υαλοπίνακα	<20%	20%-40%	>40%
VLT \geq 60%	0,20/0,30	0,30/0,40	0,40/0,40
35% \leq VLT<60%	0/0	0,20/0,30	0,30/0,40
VLT<35%	0/0	0/0	0,20/0,40
Αυτόματες συσκευές ελέγχου φυσικού φωτισμού πολλαπλών στάθμων σε φεγγίτες			
Τύπος υαλοπίνακα-φεγγίτη	PAF		
Υλικό υαλοπίνακα ή διασκορπιστή με ASTM D1003 θολότητα >90%	10x Effective Aperture-(Lighting Power Density/10)+0,2 Όπου LPD του γενικού φωτισμού		

Πίνακας 8-Παράγοντες ρύθμισης ισχύος φωτισμού (PAF)

6. Επιπρόσθετες Παράμετροι

6.1 Φωτισμός διαδρόμων εξόδου και φωτεινών επιγραφών εκτάκτου ανάγκης

Ο φωτισμός που απαιτείται για φωτεινές επιγραφές εξόδου σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και οι οποίες έχουν ισχύ μικρότερη ή ίση με 5W/m^2 καθώς και ο φωτισμός για τους διαδρόμους εξόδου και εκκένωσης, ο οποίος είναι υπό κανονικές συνθήκες απενεργοποιημένος εξαιρούνται από τους υπολογισμούς της ισχύος φωτισμού. Ο φωτισμός για να μπορεί να υπάγεται σε αυτή την κατηγορία πρέπει να πληροί και τους εξής περιορισμούς:

- Τα συστήματα εκτάκτου ανάγκης είναι εκείνα τα συστήματα που απαιτούνται εκ του νόμου και που ταξινομούνται ως τέτοια.
- Αυτά τα συστήματα προορίζονται να παρέχουν αυτόματα φωτισμό στις οριζόμενες περιοχές σε περίπτωση αποτυχίας της κανονικής παροχής ηλεκτρικού ρεύματος.
- Αυτά τα συστήματα πρέπει να μπορούν να χειρίζονται χωριστά από τα γενικό σύστημα φωτισμού.
- Αυτά τα συστήματα θα πρέπει να διευθετηθεί ώστε μόνο εξουσιοδοτημένα πρόσωπα να έχουν πρόσβαση στον έλεγχο του φωτισμού έκτακτης ανάγκης.
- Αυτά τα συστήματα έχουν ανεξάρτητη παροχή ενέργειας εκτάκτου ανάγκης από τη γενική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος φωτισμού, ή να είναι εξοπλισμένα με εναλλακτική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος (μπαταρίες ή γεννήτρια), ώστε να παρέχει ικανοποιητικό ρεύμα για λόγους φωτισμού έκτακτης ανάγκης.

Όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα §2.4.1 ο φωτισμός περιοχών ενός κτιρίου που πρέπει να φωτίζονται συνεχώς για λόγους ασφάλειας ή περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης απαλλάσσεται των απαιτήσεων χειρισμού για ένα μέγιστο 5 W ανά τετραγωνικό μέτρο κατά μήκος της πορείας της εξόδου. Αυτός ο φωτισμός πρέπει να εγκατασταθεί στις περιοχές που υποδεικνύονται ως περιοχές εξόδου ασφάλειας ή έκτακτης ανάγκης στα σχέδια, και πρέπει να ελέγχονται από διακόπτες προσβάσιμους μόνο στο εξουσιοδοτημένο προσωπικό. Ο υπόλοιπος φωτισμός στην περιοχή, εντούτοις, υπόκειται ακόμα στους περιορισμούς της συγκεκριμένης περιοχής, όπως ορίζονται από τον κανονισμό.

Επίσης εξαιρέσεις από τις γενικές απαιτήσεις για το φωτισμό, όσον αφορά ειδικά το φωτισμό διαδρόμων εξόδου και το φωτισμό εκτάκτου ανάγκης γίνεται αναφορά στην ενότητα §5.1.

Για περαιτέρω λεπτομέρειες όσον αφορά το φωτισμό που κατατάσσεται σε αυτή την κατηγορία, συνίσταται παραπομπή στον ευρωπαϊκό κανονισμό EN1838: Lighting Applications-Emergency lighting.

Κατά εφαρμογή των παραγόντων ρύθμισης ισχύος (PAF) φωτισμού στις συσκευές φωτισμού σε ένα διάστημα, διάδρομο εξόδου, ή έξοδο εκτάκτου ανάγκης, τα συστήματα φωτισμού εξόδου που είναι σε ένα χωριστό κύκλωμα και δεν ελέγχονται από μια κατάλληλη συσκευή ελέγχου, δεν είναι επιλέξιμα για αυτές τις πιστώσεις.

6.2. Ιστορικά και διατηρητέα κτίρια

Ιστορικά και διατηρητέα κτίρια που χαρακτηρίζονται ως τέτοια με απόφαση της αρμόδιας υπηρεσίας του Υπουργείου Πολιτισμού εξαιρούνται των απαιτήσεων του παρόντος κανονισμού.

Εντούτοις μη ιστορικά κομμάτια, όπως καινούριος εξοπλισμός ή αντικατάσταση εξοπλισμού, καθώς επίσης και καινούριες προσθήκες, νέες πτέρυγες κλπ θα πρέπει να εναρμονίζονται με τις απαιτήσεις του παρόντος κανονισμού.

6.3 Κοινά συστήματα φωτισμού

Σε αυτή την ενότητα περιγράφεται μια απλουστευμένη εφαρμογή της μεθόδου κατηγορίας περιοχής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εναρμόνιση με τον κανονισμό. Αυτή η μέθοδος μπορεί μόνο να χρησιμοποιηθεί για τις περιοχές λειτουργίας μεθόδου κατηγορίας περιοχής για τις οποίες οι πυκνότητες ισχύος φωτισμού είναι $10\text{W}/\text{m}^2$ ή υψηλότερες. Αυτή η εύκολη μέθοδος επιτρέπει $10\text{W}/\text{m}^2$ ή λιγότερο για την εγκατάσταση των κοινών συστημάτων φωτισμού όπως εκείνα που περιγράφονται στον πίνακα 9. Ο σχεδιασμός των συστημάτων με αυτές τις προδιαγραφές θα οδηγήσει σε ένα σύστημα που χρησιμοποιεί λιγότερο από $10\text{W}/\text{m}^2$.

6.3.1 Ένας τύπος φωτιστικών

Τα φωτιστικά πρέπει να αποτελούνται από οποιοδήποτε, αλλά μοναδικό τύπο φωτιστικού, χωρίς να λαμβάνουμε υπ' όψιν τα φωτιστικά που αφορούν των φωτισμό εξόδου και εκτάκτου ανάγκης, και να εγκατασταθούν όπως περιγράφεται στον πίνακα 9. Οι αποστάσεις μεταξύ των φωτιστικών λαμβάνονται από το κέντρο του φωτιστικού όπως αυτά κατανέμονται στα σχέδια. Τα φωτιστικά πρέπει να τοποθετηθούν τουλάχιστον στο 1/3 της ενδεδειγμένης απόστασης από οποιοδήποτε διαχωριστικό πλήρους ύψους.

6.3.2 Περισσότεροι από ένας τύποι φωτιστικών

Εάν υπάρχουν περισσότεροι από ένας τύποι συσκευής φωτισμού, χωρίς να λαμβάνουμε υπ' όψιν τα φωτιστικά που αφορούν των φωτισμό εξόδου και εκτάκτου ανάγκης, που βρίσκονται μέσα σε ένα διάστημα που εσωκλείεται με διαχωριστικά πλήρους ύψους, η απόσταση μεταξύ διαφορετικών φωτιστικών πρέπει να είναι η μεγαλύτερη εκ των απαιτούμενων απόσταση για τα δύο φωτιστικά στον πίνακα 9.

Αυτή η μέθοδος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί εάν οποιοσδήποτε από τους ακόλουθους τύπους φωτιστικών υπάρχει εγκατεστημένος στο κτίριο:

- Φωτιστικά που έχουν υποδοχές για βιδωτούς λαμπτήρες (τύπου Edison).
- Φωτιστικά η ισχύς των οποίων υπερβαίνει τα 75W σχεδιασμένα για λαμπτήρες χαμηλής τάσης, πυρακτώσεως ή αλογόνου.
- Φωτιστικά σε ράγες ή άλλα εύκαμπτα συστήματα φωτισμού που επιτρέπουν την προσθήκη ή τη μετακίνηση φωτισμού χωρίς αλλαγή της καλωδίωσης του συστήματος οποιοδήποτε είδους ή τάσης.
- Φωτιστικά με σποτ (spotlights ή monopoints) που επιτρέπει την εγκατάσταση φωτιστικών σε ράγες.

Ο υπό κανονικές συνθήκες απενεργοποιημένος φωτισμός εκτάκτου ανάγκης, που απαιτείται και που δεν χρησιμοποιούνται εκτός από περιπτώσεις διακοπής ρεύματος ή σε καταστάσεις εκτάκτου ανάγκης δεν συμπεριλαμβάνονται στους υπολογισμούς επιδόματος ισχύος.

Μέχρι 5% του συνόλου των φωτιστικών του έργου (αριθμημένα) μπορεί να είναι φωτιστικά οποιουδήποτε τύπου (εκτός από φωτιστικά σε ράγες, τα οποία δεν είναι κατάλληλα) με εκτιμώμενη ισχύ όχι μεγαλύτερη από 150 W.

Για φωτιστικά με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού με μόνιμα εγκατεστημένο ballast που είναι σε θέση να λειτουργούν με λαμπτήρες διαφορετικής ισχύος, η μεγαλύτερη τιμή ισχύος του συνδυασμού λαμπτήρα/ballast πρέπει να χρησιμοποιηθεί για τον καθορισμό της ισχύος του φωτιστικού.

Για φωτιστικά με δυνατότητα επιλογής λαμπτήρα μεταξύ λαμπτήρων (screw based) και pin based λαμπτήρων χωρίς την αλλαγή του φωτιστικού ή της καλωδίωσης, θα θεωρούμε ότι το φωτιστικό λειτουργεί με λαμπτήρα πυρακτώσεως με τη μέγιστη ισχύ που μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

6.3.3 Μόνιμος φωτισμός

Συνίσταται η εγκατάσταση ενός πλήρους και μόνιμου συστήματος φωτισμού. Ο πρόσθετος φωτισμός, όπως ο φωτισμός μέσα σε έπιπλα, δεν πρέπει να εγκατασταθεί στο διάστημα. Ο κρυφός φωτισμός επιτρέπεται, εντούτοις, όταν τοποθετείται πρέπει να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις για τον κρυφό φωτισμό στον πίνακα 9.

Τύπος φωτιστικού	Max. Watts (Watts λαμπτήρα εκτός αν αναφέρεται διαφορετικά)	Απόσταση μεταξύ φωτιστικών στα σχέδια (o.c.=on centers)
Με ένα λαμπτήρα φθορισμού και ηλεκτρονικό ballast	35W (περιλαμβανομένων του ballast και των απωλειών M/Σ)	Ένα φωτιστικό σε μικρούς χώρους
Με δυο λαμπτήρες φθορισμού και ηλεκτρονικό ballast	60W (περιλαμβανομένων του ballast και των απωλειών M/Σ)	Ένα φωτιστικό ανά καθρέφτη τουαλέτας ή ανά πλατύσκαλο
troffer, wraparound, strip φωτιστικά φθορισμού με ηλεκτρονικά ballast ονομαστικού μεγέθους 1,20m	60W (περιλαμβανομένων του ballast και των απωλειών M/Σ)	Όχι μικρότερη από 2,40m o.c
fluorescent uprights, industrials, wraparounds, strip lights αποτελούμενα από τμήματα συνεχόμενων σειρών ονομαστικού μήκους 1,20m με ηλεκτρονικά ballast	1 ή 2 λαμπτήρες συνολικής ισχύος 64W ή μικρότερης	Συνεχόμενες σειρές όχι πλησιέστερα από 4,5m η μια από την άλλη
Λαμπτήρες εκκένωσης υψηλής έντασης ή φωτιστικά συστήματα με λαμπτήρες επαγωγής (ή συστήματα πολλαπλών συμπαγών λαμπτήρων φθορισμού με ηλεκτρονικά ballasts)	1 λαμπτήρας 100W ή λιγότερα 1 λαμπτήρας 150W ή λιγότερα 1 λαμπτήρας 250W ή λιγότερα 1 λαμπτήρας 400W ή λιγότερα	Όχι μικρότερη από 3,60m o.c Όχι μικρότερη από 4,50m o.c Όχι μικρότερη από 5,40m o.c Όχι μικρότερη από 6,60m o.c
Με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού (περιλαμβανομένων των διπλού	1 λαμπτήρας 40W ή λιγότερα 1 λαμπτήρας 60W ή λιγότερα	Όχι μικρότερη από 1,80m o.c Όχι μικρότερη από 2,40m o.c

σωλήνα) ή metal halide downlights, wallwashers, monopoints και παρόμοια κατευθυντικά φωτιστικά	1 λαμπτήρας 80W ή λιγότερα 1 λαμπτήρας 100W ή λιγότερα	Όχι μικρότερη από 3,00m ο.σ Όχι μικρότερη από 3,60m ο.σ
Hardwired undercabinet or undershelf φωτιστικά με λαμπτήρες φθορισμού ονομαστικού μήκους 0,6m 0,9m ή 1,2m με ηλεκτρονικό ballast	Όχι περισσότερα από 27,9W/m του φωτιστικού	
Low-voltage downlights, accent lights or monopoint lights με ενσωματωμένο μ/σ	50W	Όχι μικρότερη από 2,40m ο.σ
Απλίκες ή πλαφονιέρες ή άλλα διακοσμητικά φωτιστικά με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, metal halide ή λαμπτήρες φθορισμού και ηλεκτρονικά ballasts	Σύνολο όλων των λαμπτήρων 90W Σύνολο όλων των λαμπτήρων 175W	Όχι μικρότερη από 3,00m ο.σ Όχι μικρότερη από 4,50m ο.σ
Επιγραφές εξόδου	5W	Όπως απαιτείται
Σημειώσεις: Η ο.σ απόσταση εφαρμόζεται και στις δυο κατευθύνσεις. Τα φωτιστικά πρέπει να τοποθετούνται κατ' ελάχιστο στο 1/3 της προσδιοριζόμενης απόστασης τοποθέτησης από οποιοδήποτε διαχωριστικό πλήρους ύψους.		

Πίνακας 9-Κοινά συστήματα φωτισμού

6.4 Φωτιστικά με ικανοποιητική ενεργειακή επάρκεια

Ένα φωτιστικό για να μπορεί να χαρακτηριστεί ως ενεργειακά επαρκές πρέπει να περιέχει λαμπτήρες ενεργειακά επαρκείς και δεν πρέπει να περιέχει ένα συμβατικό βιδωτό λαμπτήρα. Συνήθως, τα ενεργειακά επαρκή φωτιστικά περιέχουν pin-based λαμπτήρες, όπως τις συμπαγείς ή γραμμικούς λαμπτήρες φθορισμού, αν και άλλοι τύποι λαμπτήρων που λογίζονται ως βιδωτοί, όπως οι λαμπτήρες εκκένωσης υψηλής έντασης (όπως π.χ οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων) μπορούν επίσης να είναι επιλέξιμοι για εξωτερική χρήση. Για φωτιστικά με δυνατότητα επιλογής λαμπτήρα μεταξύ λαμπτήρων (screw based) και pin based λαμπτήρων χωρίς την αλλαγή του φωτιστικού ή της καλωδίωσης δεν μπορούν να θεωρηθούν ως ενεργειακά επαρκή. Αυτές οι απαιτήσεις αποτρέπουν την τοποθέτηση λαμπτήρων χαμηλής ενεργειακής απόδοσης σε φωτιστικά υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Επίσης, τα φωτιστικά με συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού με μόνιμα εγκατεστημένο ballast που έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούν μια σειρά από λαμπτήρων διαφορετικής ισχύος, θα πρέπει να θεωρείται ότι χρησιμοποιεί την υψηλότερη ισχύ του συνδυασμού λαμπτήρων/ballast για τον προσδιορισμό της ισχύος του φωτιστικού.

Υπάρχουν δύο υποχρεωτικές απαιτήσεις, που πρέπει να πληρούν τα φωτιστικά, για να μπορούν να χαρακτηριστούν ενεργειακά αποδοτικά: ότι τα Lumens ανά Watt του

λαμπτήρα είναι πάνω από ένα συγκεκριμένο κατώτατο όριο και ότι σε συγκεκριμένες συσκευές χρησιμοποιείται ηλεκτρονικό ballast.

6.4.1 Lumens ανά Watt

Τα lumen είναι η μονάδα του ορατού φωτός. Για να εκτιμηθεί ως ενεργειακά αποδοτικός, ένας λαμπτήρας πρέπει να παραγάγει ορισμένες μονάδες lumens για κάθε Watt της ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνει. Η αποδοτικότητα επομένως μετρείται σε μονάδες lumens ανά Watt.

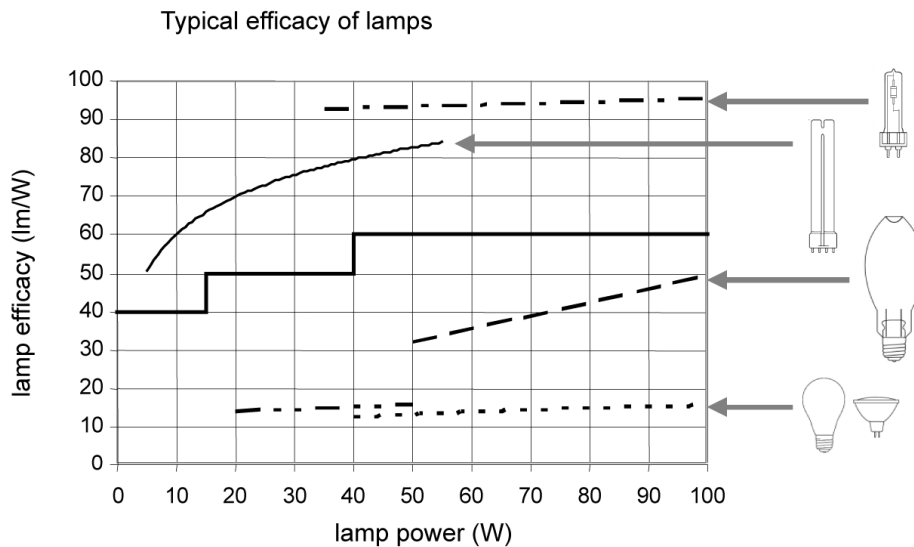
Σχεδόν όλοι οι λαμπτήρες φθορισμού που εξοπλίζονται με ηλεκτρονικό ballast μπορούν να θεωρηθούν ως ενεργειακά αποδοτικοί. Αντίθετα οι λαμπτήρες πυρακτώσεως δεν μπορούν σε καμία περίπτωση να θεωρηθούν ως τέτοιοι. Για να ταξινομηθεί ως υψηλής ενεργειακής αποδοτικότητας, ένας λαμπτήρας πρέπει να καλύψει τις απαιτήσεις που απαριθμούνται στον πίνακα 10.

Ισχύς λαμπτήρα	Ελάχιστη αποδοτικότητα λαμπτήρα
15W ή μικρότερη	40 Lumens/W
15-40W	50 Lumens/W
Μεγαλύτερη από 40W	60 Lumens/W

Πίνακας 10-Επιθυμητή αποδοτικότητα λαμπτήρα σύμφωνα με την ισχύ του

Οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου δεν καλύπτουν συνήθως τις απαιτήσεις. Οι λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων ή οι συμπαγείς φθορισμού λαμπτήρες (CFLs) είναι καλά υποκατάστατα. Για άλλους τύπους λαμπτήρων όπως LEDs πρέπει να ελεγχθεί με τον κατασκευαστή λαμπτήρων και να αποδεικνύεται εγγράφως ότι ο λαμπτήρας καλύπτει τις απαιτήσεις.

Για να υπολογιστεί η αποδοτικότητα ενός λαμπτήρα, πρέπει να βρεθούν από τον κατασκευαστή πόσες μονάδες lumen παράγει και κατόπιν να διαιρεθούν με την εκτιμημένη ισχύ κατανάλωσης του λαμπτήρα. Στον υπολογισμό δεν περιλαμβάνεται η ισχύς που καταναλώνει το ballast. Περισσότερα για τον υπολογισμό της αποδοτικότητας και της ενεργειακής κατηγορίας του λαμπτήρα περιγράφονται από την οδηγία 98/11/ΕΚ, που αφορά την ένδειξη κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών λαμπτήρων.



Lamp types:	— · — · — · — · — · — · — ·	Metal halide lamp (T-6)
	—————	Compact fluorescent lamp
	—————	Minimum requirement
	-----	Mercury vapor lamp
	Incandescent lamp
	— · — · — · — · — · — · — ·	Halogen MR16 lamp

Σχήμα 20-Ενεργειακή αποδοτικότητα λαμπτήρων

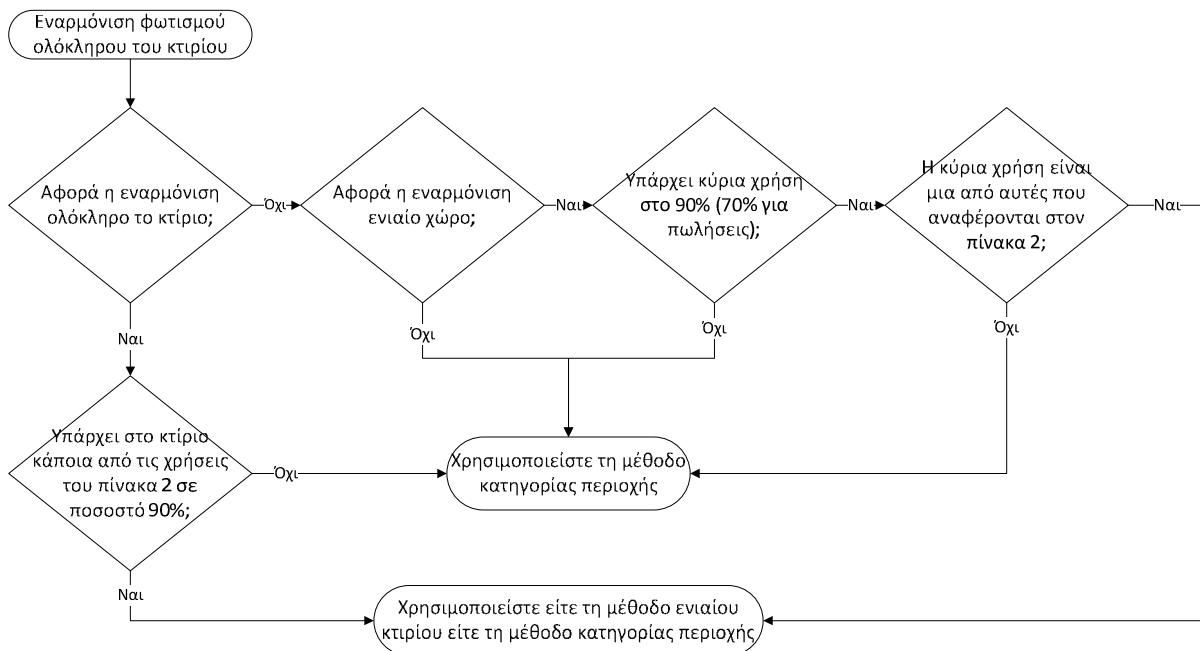
6.4.2 Ηλεκτρονικά ballasts

Επιπλέον, οι λαμπτήρες φθορισμού με εκτιμώμενη ισχύ 13W ή περισσότερα θα πρέπει να έχουν ένα ηλεκτρονικό ballast που να λειτουργεί το λαμπτήρα σε συχνότητα του 20kHz ή μεγαλύτερη. Όλα συνήθως τα διαθέσιμα ηλεκτρονικά ballast καλύπτουν αυτή την απαίτηση.

6.5 Απλοποίηση για μισθωμένους χώρους

Σαν επιλογή, ένας ενιαίος μισθωμένος χώρος μπορεί να χρησιμοποιήσει τη μέθοδο ενιαίου κτιρίου όταν τουλάχιστον 82% του εμβαδού του χώρου προς αδειοδότηση, έχει σαν πρωτεύουσα λειτουργία μια από αυτές που απαριθμούνται στον πίνακα 3 (δείτε το σχήμα 21).

Ένας μισθωμένος χώρος ορίζεται ως μέρος ενός κτιρίου που μισθώνεται ή που χρησιμοποιείται από τον ίδιο μισθωτή και το οποίο χωρίζεται από τους άλλους χώρους του κτιρίου με μόνιμο τρόπο, αποτελεί δηλαδή ξεχωριστό ακίνητο.



Σχήμα 21-Διάγραμμα υπολογισμού πυκνότητας ισχύος φωτισμού για απλοποιημένους μισθωμένους χώρους

- Η συμμόρφωση φωτισμού μπορεί επίσης να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας την προσαρμοσμένη μέθοδο ή την αποδοτική προσέγγιση. Η ισχύς φωτισμού που αναλογεί βάσει της αποδοτικής προσέγγισης καθορίζεται με την επιλογή της κατάλληλης χρήσης λειτουργίας από τη μέθοδο ενιαίου κτιρίου ή κατηγορίας περιοχής, σύμφωνα με τους κανόνες διαμόρφωσης που παρουσιάζονται στο διάγραμμα ροής ανωτέρω. Η προσαρμοσμένη μέθοδος μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να προσδιοριστεί η επιτρεπόμενη ισχύς φωτισμού της αποδοτικής προσέγγισης.
- Ένας μισθωμένος χώρος είναι ένα μέρος του κτιρίου που μισθώνεται ή που χρησιμοποιείται από τον ίδιο μισθωτή και είναι μόνιμα χωρισμένο από τους

υπόλοιπους χώρους του κτιρίου. Η μέθοδος ενιαίου κτιρίου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αδειοδότηση μεμονωμένου μέρους κάποιου μισθωμένου χώρου. Πολλαπλοί μισθωμένοι χώροι στο ίδιο κτίριο, που όμως δεν αποτελούν το σύνολο του κτιρίου αλλά πρόκειται να αδειοδοτηθούν μαζί, μπορούν να χρησιμοποιήσουν κάθε ένα τη μέθοδο ενιαίου κτιρίου εφόσον αποδεικνύεται ότι ΚΑΘΕ χώρος καλύπτει τις απαιτήσεις της μεθόδου ενιαίου κτιρίου.

- Κύρια λειτουργία χρήσης περιοχής (Primary Function Area-PFA). Όλες οι κύριες λειτουργίες χρήσης περιοχής παρατίθενται στον πίνακα 3. Η «κυρίαρχη» PFA αναφέρεται στην περιοχή λειτουργίας με το μεγαλύτερο εμβαδό μεταξύ όλων των περιοχών λειτουργίας που περιλαμβάνονται μέσα στο μισθωμένο χώρο.
- Ο τύπος χρήσης (Type of Use-TOU) ορίζεται ως ένας ενιαίος τύπος χρήσης, όπως χρησιμοποιείται σε αυτό το εγχειρίδιο και απαριθμείται στον πίνακα 2. Για να καθορίσουν την ΠΕΡΙΟΧΗ του ΤΟΥ, οι ακόλουθες περιοχές θα πρέπει να περιληφθούν, εάν υπάρχουν για να εξυπηρετούν την κύρια λειτουργία χρήσης: Λόμπι, διάδρομοι, και τουαλέτες.
- Κατά χρησιμοποίηση της μεθόδου κατηγορίας περιοχής, πρέπει να γίνει χωρισμός των περιοχών ανάλογα με την λειτουργία χρήσης που εξυπηρετούν σε χωριστές κατηγορίες περιοχής, όπως η λειτουργία χρήσης λιανικών πωλήσεων, ο διάδρομος, οι τουαλέτες, και η εμπορική αποθήκευση λειτουργούν.

6.6 Ελάχιστες απαιτήσεις για φεγγίτες σε εσώκλειστους χώρους μεγάλου εμβαδού

Η ελάχιστη περιοχή φεγγιτών για εσώκλειστους χώρους μεγάλου εμβαδού αφορά χώρους που έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Μεγαλύτερος από 2500m²
- Άμεσα κάτω από μια στέγη
- Ύψος οροφής μεγαλύτερο από 4,5m
- Πυκνότητα ισχύος φωτισμού για το γενικό φωτισμό ίση με ή μεγαλύτερη από 5W/m²

Γενική πυκνότητα φωτισμού στις ζώνες φυσικού φωτισμού (LPD)	Ελάχιστος λόγος εμβαδού φεγγιτών προς εμβαδό ζώνης φυσικού φωτισμού	Ελάχιστο αποτελεσματικό άνοιγμα (EA)
$14\text{W/m}^2 \leq \text{LPD}$	3,6%	1,2%
$10\text{W/m}^2 \leq \text{LPD} < 14 \text{W/m}^2$	3,3%	1,1%
$5\text{W/m}^2 \leq \text{LPD} < 10 \text{W/m}^2$	3,0%	1,0%

Πίνακας 11-Ελάχιστο εμβαδό φεγγίτη για χώρους με εμβαδό >2500m²

Επιπλέον στοιχεία για τις ζώνες φυσικού φωτισμού (daylit zones) αναφέρονται στις ενότητες §2.5 και §6.7.

Αν και απαιτείται τουλάχιστον το μισό από το εμβαδό του χώρου να είναι ζώνη φυσικού φωτισμού και ότι η αναλογία του εμβαδού φεγγιτών στη ζώνη φυσικού φωτισμού είναι 3%, υπάρχουν μέγιστα όρια για το εμβαδό φεγγιτών, όταν οι φεγγίτες βρίσκονται πάνω από κλιματιζόμενους χώρους (conditioned space).

Το εμβαδό φεγγιτών πρέπει να περιορίζεται στο 5% του μικτού εμβαδού της οροφής στις περισσότερες περιπτώσεις και σε 10% του εμβαδού της οροφής για αίθρια με ύψος πάνω από 16 μέτρα.

6.7 Απαιτήσεις έγκρισης

Οι δοκιμές έγκρισης χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν ότι οι συσκευές ελέγχου φωτισμού έχουν εγκατασταθεί και ρυθμιστεί σωστά. Αυτές οι δοκιμές απαιτούν ένα αρμόδιο άτομο πιστοποιεί ότι οι συσκευές ελέγχου είναι εγκατεστημένες και κατάλληλα ρυθμισμένες. Αυτό το αρμόδιο άτομο είναι συνήθως ο ανάδοχος που εγκατέστησε τις συσκευές ελέγχου φωτισμού. Για να ελέγξει ότι είναι ρυθμισμένοι κατάλληλα, πρέπει να κάνει δοκιμές και τροποποιήσεις στις συσκευές ελέγχου έως ότου αυτές περάσουν τις δοκιμές. Αυτή η διαδικασία πρέπει να πραγματοποιηθεί πριν την τελική έγκριση.

Οι απαιτήσεις δοκιμής έγκρισης αφορούν:

- Χειροκίνητες συσκευές ελέγχου φυσικού φωτισμού
- Αυτόματες συσκευές ελέγχου φυσικού φωτισμού
- Αισθητήρες παρουσίας
- Αυτόματους χρονοδιακόπτες

Συμπεράσματα και Προτάσεις

Συμπεράσματα

Η υιοθέτηση ενός ενεργειακού κανονισμού για τον εσωτερικό φωτισμό κτιρίων, σε πρώτη φάση για κτίρια επαγγελματικής χρήσης και σε μεταγενέστερο στάδιο στο σύνολο των κτιρίων συμπεριλαμβανομένων αυτών οικιστικής χρήσης, όπως φαίνεται από τις διάφορες παραμέτρους που αναλύονται στο παρόν σύγγραμμα μπορεί να προσδώσει τεράστια εξοικονόμηση ενέργειας.

Η εγκατάσταση αυτόματων συσκευών ελέγχου για τον φωτισμό, είτε αυτές είναι συσκευές ελέγχου του φυσικού φωτισμού με αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού έναντι του ηλεκτρικού, είτε με απενεργοποίηση του φωτισμού όταν παραμένει-κυρίως εκ παραδρομής- σε άσκοπη λειτουργία, είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος για την εξοικονόμηση ενέργειας από το φωτισμό.

Επιπλέον, αν η εγκατάσταση συσκευών αυτομάτου ελέγχου του φωτισμού με διάφορους τρόπους, συνδυαστεί με ένα γενικευμένο περιορισμό της συνολικής επιτρεπόμενης ισχύος για τον φωτισμό του κτιρίου, όπως περιγράφεται με τις τρεις μεθόδους που αναλύονται πιο πάνω ή με κάποιο κατάλληλο λογισμικό μέσω της αποδοτικής προσέγγισης, η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό θα περιοριστεί στα ελάχιστα δυνατά επίπεδα, χωρίς όμως να γίνεται οποιαδήποτε έκπτωση στην ποιότητα του φωτισμού.

Η εξοικονόμηση ενέργειας από τον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας για το φωτισμό είναι μεν ένα πρώτο βήμα για την γενικότερη εξοικονόμηση ενέργειας από τον τομέα των κτιρίων, που όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή αποτελεί έναν σημαντικό, αν όχι τον σημαντικότερο, τομέα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην Ε.Ε, αλλά σύμφωνα και με την οδηγία ΕΚ 91/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ε.Ε για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, απαιτείται μια γενικότερη προσπάθεια όλων των παραγόντων που εμπλέκονται στην κατασκευή των κτιρίων. Σε αυτούς περιλαμβάνονται η θερμομόνωση, ο ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, το HVAC (Heating-Ventilation-Air-conditioning) (Θέρμανση-Εξαερισμός-Κλιματισμός) και ο φωτισμός.

Προτάσεις

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, τα οφέλη από την αξιοποίηση του παρόντος κανονισμού θα μεγιστοποιηθούν, ως προς την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας αλλά και ενέργειας γενικότερα, από την εφαρμογή του κανονισμού σε συνδυασμό με ανάλογους κανονισμούς που να καλύπτουν το σύνολο των κατασκευαστικών χαρακτηριστικών ενός κτιρίου, θερμομόνωση, μηχανολογικός εξοπλισμός, εξαερισμός, ψύξη, θέρμανση (HVAC).

Φυσικά πέρα από την πρακτική εφαρμογή ενός τέτοιου κανονισμού με τις αναγκαίες τροποποιήσεις, υπάρχει και η ανάγκη για την ανάπτυξη ενός νομικού πλαισίου, μιας αναβαθμισμένης Ενεργειακής Επιτροπής και των αναγκαίων τεχνικών επιτροπών που θα υποστηρίζουν τη δράση της.

Αναλυτικά, προτείνεται η ανάθεση και σύνταξη ενός ολοκληρωμένου ενεργειακού κανονισμού και η θέσπιση του ανάλογου νομικού πλαισίου, που θα διέπει και θα διασφαλίζει την σωστή εφαρμογή του. Επίσης, το νομικό πλαίσιο θα προβλέπει τις διαδικασίες για την υποβολή των αιτήσεων και σχεδίων, την εξέταση και την έγκρισή τους, καθώς και τα απαραίτητα δικαιολογητικά.

Επιπλέον, η σύσταση μιας αναβαθμισμένης Ενεργειακής Επιτροπής, που θα αποτελείται από τεχνοκράτες και ακαδημαϊκούς από όλους τους κλάδους που εμπλέκονται στις κατασκευές κτιρίων, η οποία θα έχει το γενικό έλεγχο και την ευθύνη για την υιοθέτηση του κανονισμού και τη σωστή εφαρμογή του. Ακόμα, η σύσταση των απαραίτητων τεχνικών επιτροπών που θα ασχολούνται με τις επί μέρους κατασκευαστικές παραμέτρους ανάλογα με τον τομέα, θα επιθεωρούν, θα ελέγχουν και θα εγκρίνουν υλικά και εξοπλισμό, που πληρούν τα κριτήρια να θεωρηθούν ενεργειακά επαρκή.

Βιβλιογραφία

1. Non Residential Compliance Manual for California's Energy Efficiency Standards, State of California, April 2005 (CEC-400-2005-006-CMF).
2. IESNA Lighting Handbook, Ninth Edition, December 2000.
3. prEN 15193: Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting, CEN/TC 169, July 2006.
4. EN 12665: Light and Lighting - Basic terms and criteria for specifying lighting requirements, CEN/TC 169, May 2002.
5. EN 12464-1: Light and Lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places, CEN/TC 169, November 2002.
6. EN 1838: Lighting applications - Emergency lighting, CEN/TC 169, October 1998.
7. Φωτοτεχνία, Φ.Β.Τοπαλής.
8. Οδηγία 2002/91/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.
9. Οδηγία 98/11/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 27ης Ιανουαρίου 1998, για την εφαρμογή της οδηγίας 92/75/ΕΟΚ του Συμβουλίου όσον αφορά την ένδειξη κατανάλωσης ενέργειας των οικιακών λαμπτήρων.
10. EPBD (Energy Performance of Building Directive) Building Platform, <http://www.buildingsplatform.eu/cms/>
11. OSRAM AG, <http://www.osram.com/>
12. Philips lighting, <http://www.lighting.philips.com>
13. GE lighting, http://www.ge.com/products_services/lighting.html