

ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ο εκσυγχρονισμός του συστήματος φωτισμού σε ένα υφιστάμενο κτίριο έχει ως στόχο την αύξηση της ποιότητας του φωτεινού αποτελέσματος και την ενσωμάτωση καινοτόμων συστημάτων ελέγχου για τη μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.

Άρθρο του ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΓΚΟΥΡΑΜΑΝΗ, δρ. ηλεκτρολόγου μηχανικού & μηχανικού υπολογιστών

Η γήρανση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων ενός κτιρίου οδηγεί σε αυξημένα ποσοστά βλαβών και υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας. Η κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας ενός κτιρίου για το φωτισμό, ανάλογα με τη χρήση του, μπορεί να αντιστοιχεί μέχρι και στο 50% της συνολικής καταναλισκόμενης ενέργειας. Το συνεχώς αυξανόμενο κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας σε συνδυασμό με τη συνεχή επιβάρυνση της αποτελεσματικότητας ενός πεπαλαιωμένου συστήματος φωτισμού μπορεί να οδηγήσει στην ανάγκη εκσυγχρονισμού της εγκατάστασης.

Βάσει της εμπειρίας και της διεθνούς βιβλιογραφίας, μέσω στοχευμένων παρεμβάσεων, η εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό μπορεί να φτάσει έως και 40%. Η εξοικονόμηση επιτυγχάνεται μέσω της ενσωμάτωσης των δυνατοτήτων που παρέχουν τα καινούρια συστήματα φωτισμού, όπως είναι οι αποδοτικότεροι λαμπτήρες και τα εξελιγμένα συστήματα ελέγχου.

Στο παρόν άρθρο αναλύονται οι καινούριες τεχνολογίες που είναι εμπορικά διαθέσιμες και βελτιώνουν σημαντικά τα συστήματα φωτισμού των κτιρίων. Ακόμη, γίνεται αναφορά στα ισχύοντα πρότυπα, στα προβλήματα που αντιμετωπίζονται κατά τις εργασίες ανακαίνισης, καθώς επίσης και στις δυνατότητες εξοικονόμησης



1 Βασική στόχευση της φωτοτεχνικής μελέτης είναι η δημιουργία ενός συστήματος φωτισμού με βέλτιστα οπτικά χαρακτηριστικά και ταυτόχρονη εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.

2 Φωτιστικό φθορισμού χωρίς την ύπαρξη πλαστικού καλύμματος.

3 Φωτιστικό φθορισμού με την ύπαρξη πλαστικού καλύμματος που έχει φθαρεί με την πάροδο των ετών.

4 Ηλεκτρικός πίνακας που απαιτεί ριζική ανακαίνιση λόγω παλαιότητας.

5 Στάθμη φωτός που προέρχεται μόνο από την είσοδο φυσικού φωτός.

6 Υπερβολικός φωτισμός χώρου λόγω της ταυτόχρονης εισόδου φυσικού φωτός και πλήρους ενεργοποίησης τεχνητού φωτός.

7 Ορθός φωτισμός χώρου με ταυτόχρονη είσοδο φυσικού φωτός και έλεγχο της φωτεινής ροής των γειτονικών φωτιστικών.

8 Αποτέλεσμα ισοσταθμικών καμπυλών φωτεινότητας με τη χρήση λογισμικού φωτοτεχνίας.



ενέργειας, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των υπό ανακαίνιση κτιρίων.

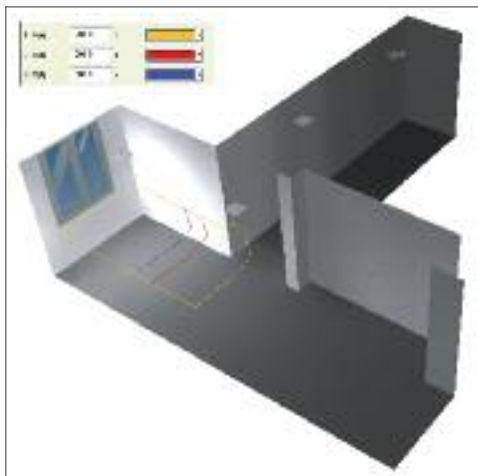
Συνήθης κατάσταση πεπαλαιωμένων συστημάτων φωτισμού κτιρίων

Με εξαίρεση το δευτερογενή τομέα, στον οποίο κατά κανόνα υπάρχουν μόνιμα συνεργεία συντήρησης των εγκαταστάσεων, στις υπόλοιπες εγκαταστάσεις οι εργασίες στα συστήματα φωτισμού πραγματοποιούνται μόνο σε περιπτώσεις βλαβών. Η ελλιπής συντήρηση έχει ως αποτέλεσμα τη συχνή αντιμετώπιση σοβαρών λειτουργικών προβλημάτων.

Η συνήθης εικόνα των συστημάτων φωτισμού σε παλαιά κτίρια είναι η ύπαρξη φωτιστικών σωμάτων χωρίς ανακλαστήρες, με λαμπτήρες T8 ή και παλαιότερους. Τα στραγγαλιστικά πηνία (ballasts) είναι κατά κανόνα ηλεκτρομαγνητικά και λόγω της παλαιότητάς τους είναι συνήθης ο συντονισμός τους σε χαμηλές συχνότητες με την παραγωγή θορύβου. Σύνηθες είναι επίσης το τρεμόπαιγμα της στάθμης φωτισμού φαινόμενο γνωστό με τον όρο "flickering". Τα εγκατεστημένα φωτιστικά σώματα είτε δεν έχουν καθόλου πλαστικά καλύμματα, με αποτέλεσμα να προκαλούν θάμβωση στους χρήστες του χώ-

ρου, είτε αυτά είναι προβληματικά λόγω γήρανσης, με αποτέλεσμα να μειώνεται η φωτεινή στάθμη.

Οι συσφίξεις στις ηλεκτρικές ενώσεις των φωτιστικών σωμάτων, των κυτρίων σύνδεσης του ηλεκτρικού δικτύου και των ηλεκτρικών πινάκων με την πάροδο του χρόνου χαλαρώνουν λόγω των θερμικών καταπονήσεων. Στις περιπτώσεις που δεν γίνονται προγραμματισμένα οι εργασίες συντήρησης, το φαινόμενο των προβληματικών ενώσεων είναι σύνηθες, με αποτέλεσμα να αναπτύσσεται υψηλή θερμοκρασία σ' αυτές και να μειώνεται η διάρκεια ζωής του εξοπλισμού.



5



6



7



Το τελικό αποτέλεσμα της γήρανσης του εξοπλισμού είναι συστήματα φωτισμού, τα οποία, ακόμη και αν βασίζονται σε ορθές φωτοτεχνικές μελέτες, δεν επιτυγχάνουν το απαιτούμενο φωτεινό αποτέλεσμα και καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια δύο και τρεις φορές περισσότερη από τα συστήματα ίδιας ισχύος αλλά νεότερης τεχνολογίας.

Ισχύοντα πρότυπα και κατευθύνσεις εφαρμογής τους

Τα δύο κύρια πρότυπα που καθορίζουν τις απαιτήσεις σχετικά με τη μελέτη και την εγκατάσταση συστημάτων φωτισμού αναλύονται στη συνέχεια:

- **EN 12464-1, Light and lighting - Lighting of work places - Part 1: Indoor work places.** Καθορίζονται οι βασικές έννοιες που προδιαγράφουν ένα σύστημα φωτισμού και οι ελάχιστες απαιτήσεις που θα πρέπει να ικανοποιούνται από τα συστήματα φωτισμού εντός κτιρίων, ανάλογα με τη χρήση τους.
- **PrEN 15193: Energy performance of buildings - Energy requirements for lighting.** Δίνονται κατευθύνσεις σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου, ανάλογα

με τη χρήση του και το σύνολο των χαρακτηριστικών του παραμέτρων. Με τη θεώρηση αυτών των παραμέτρων και κάνοντας χρήση των προδιαγραφών του προτύπου μπορεί να γίνει εκτίμηση της ετήσιας κατανάλωσης ενέργειας από το σύστημα φωτισμού, ανάλογα με τη μέθοδο του ελέγχου που έχει επιλεγεί.

Καινοτόμα συστήματα φωτισμού με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας

Η βασική στόχευση των εταιρειών κατασκευής είναι η δημιουργία φωτιστικών σωμάτων, τα οποία, ταυτόχρονα με την παραγωγή φωτός με βέλτιστα χαρακτηριστικά, να επιτυγχάνουν και εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η στόχευση έχει επιτευχθεί σε σημαντικό βαθμό με την ανάπτυξη πλήθους νέων εφαρμογών, όπως είναι:

- Οι λαμπτήρες νέας τεχνολογίας, αρχικά τύπου φθορισμού T5 και κατόπιν τύπου φωτοδιόδων, προσαρμοσμένοι για κτιριακές εφαρμογές.
- Τα βελτιωμένα κάτοπτρα ανακλαστήρων, που επιτυγχάνουν μεγαλύτερη απόδοση και καλύτερα πολικά διαγράμματα.
- Η εγκατάσταση και βελτίωση των ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών πηνίων είτε σταθερής είτε

ρυθμιζόμενης φωτεινής ροής, τα οποία επιτυγχάνουν εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι και 20% σε σχέση με τα συμβατικά ηλεκτρομαγνητικά. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της αύξησης της φωτεινής ροής του λαμπτήρα κατά 15% και της μείωσης της ιδιοκατανάλωσης κατά 5%.

Επιπροσθέτως, έχουν αναπτυχθεί καινοτόμα συστήματα ελέγχου, τα οποία μειώνουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μέσω της ελαχιστοποίησης των ανατίτων ωρών λειτουργίας των φωτιστικών σωμάτων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ενσωμάτωσης διαφόρων μεθοδολογιών, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά των χώρων:

- Σε χώρους με επαρκές μέγεθος ανοιγμάτων προτείνεται η εγκατάσταση αισθητήρων στάθμης φωτισμού, στόχος των οποίων είναι η αυξομείωση της φωτεινής ροής των φωτιστικών σωμάτων, ανάλογα με το διαθέσιμο φυσικό φωτισμό, έτσι ώστε να διατηρείται σταθερή η στάθμη φωτισμού στο επίπεδο εργασίας.
- Σε χώρους, στους οποίους δεν προβλέπεται η συνεχής παρουσία ατόμων (όπως σε αρχεία, διαδρόμους, κλιμακοστάσια, WC και χώρους στάθμευσης), προτείνεται η εγκατάσταση αισθητήρων κίνησης. Σε περίπτωση απουσίας ατόμων όλα τα φωτιστικά σώματα αυτού του χώρου απενεργοποιούνται.

Το τελικό αποτέλεσμα της γήρανσης του εξοπλισμού είναι συστήματα φωτισμού, τα οποία, ακόμη και αν βασίζονται σε ορθές φωτοτεχνικές μελέτες, δεν επιτυγχάνουν το απαιτούμενο φωτεινό αποτέλεσμα και καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια δύο και τρεις φορές περισσότερη από τα συστήματα ίδιας ισχύος αλλά νεότερης τεχνολογίας.

- 1 Η εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό επιτυγχάνεται μέσω της ενσωμάτωσης νέων συστημάτων, όπως είναι οι αποδοτικότεροι λαμπτήρες και τα συστήματα ελέγχου.
- 2 Προβληματικά στραγγαλιστικά πηνία που απαιτούν αντικατάσταση.
- 3 Παράδειγμα σχηματισμού υποζυγού με ανεξάρτητο μικροαυτόματο και διακόπτη διαφορικού ρεύματος για την τροφοδότηση επί μέρους κυκλωμάτων.
- 4 Όργανο μέτρησης ισοδυναμικών συνδέσεων ηλεκτρικού δικτύου.
- 5 Ανακαινισμένο σύστημα φωτισμού με φωτιστικά υψηλής χρωματικής απόδοσης.
- 6 Η ανακαίνιση υφιστάμενων συστημάτων φωτισμού συνήθως επιφυλάσσει τεχνικές δυσκολίες και σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσει σε πλήρη αποξήλωση και στην εγκατάσταση συστήματος φωτισμού εξαρχής.



1
3



2



4

Λογισμικά υπολογισμού

Βασική προϋπόθεση για τη σχεδίαση και εγκατάσταση ενός συστήματος φωτισμού, το οποίο θα ικανοποιεί τις απαιτήσεις των χρηστών του, είναι η εκπόνηση μελέτης φωτοτεχνίας. Οι μελέτες φωτοτεχνίας υλοποιούνται με τη χρήση λογισμικών φωτοτεχνίας, που κατά κανόνα παρέχονται δωρεάν μέσω του διαδικτύου. Η φωτοτεχνική μελέτη των χώρων πραγματοποιείται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του σχετικού προτύπου ΕΛΟΤ EN 12464-1. Όσο πιο αναλυτική είναι η εισαγωγή των δεδομένων του υπό μελέτη χώρου στο λογισμικό υπολογισμού, τόσο πιο ακριβή είναι και τα αποτελέσματα των μελετών. Οι τελευταίες εκδόσεις των λογισμικών υπολογισμού έχουν ενσωματώσει τις απαιτήσεις του προτύπου EN 15193:2006. Εισάγοντας το προφίλ χρήσης του κτιρίου, τον προσανατολισμό του και τις μεθόδους ελέγχου των κυκλωμάτων φωτισμού, μπορεί να υπολογιστεί η εξοικονόμηση ε-

νέργειας που επιτυγχάνεται σε ετήσια βάση, σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα. Η πλέον βασική παράμετρος υπολογισμού που λαμβάνεται υπόψη είναι η αξιοποίηση του φυσικού φωτός, που προέρχεται από τα ανοίγματα του κάθε χώρου.

Οδηγίες ενσωμάτωσης νέων συστημάτων φωτισμού σε υφιστάμενες εγκαταστάσεις και συνήθη κατασκευαστικά προβλήματα

Η ανακαίνιση υφιστάμενων συστημάτων φωτισμού συνήθως επιφυλάσσει τεχνικές δυσκολίες και σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσει σε χρόνους εγκατάστασης μεγαλύτερους σε σχέση με την εγκατάσταση καινούριων συστημάτων. Για την αποφυγή καθυστερήσεων θα πρέπει να ακολουθούνται συγκεκριμένα βήματα προετοιμασίας των εργασιών, τα οποία προλαμβάνουν τις καθυστερήσεις κατά το δυνατόν. Αρχικά θα πρέπει στα υπό ανακαίνιση συστήματα φωτισμού να αναζητηθούν τα κατασκευαστι-

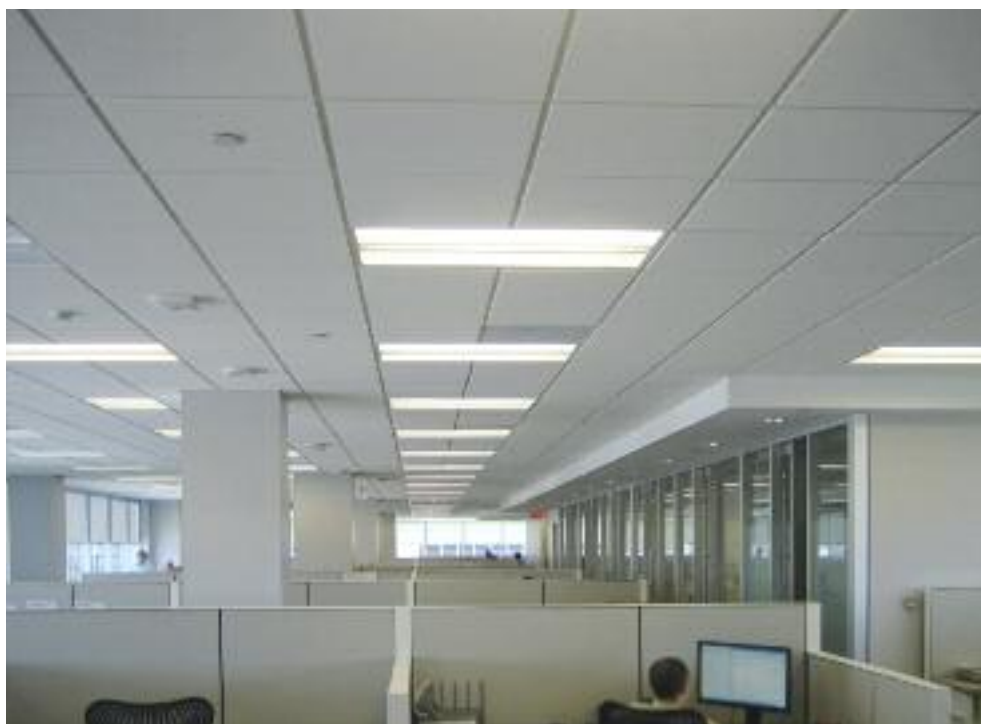
κά σχέδια που περιγράφουν τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε, τις οδεύσεις και το είδος των καλωδιώσεων που εγκαταστάθηκαν, καθώς επίσης και τα μονογραμμικά σχέδια των σχετικών ηλεκτρικών πινάκων. Δυστυχώς, σε περιπτώσεις παλαιών συστημάτων ο εντοπισμός τέτοιων στοιχείων είναι ιδιαίτερα δύσκολος. Σ' αυτή την περίπτωση θα πρέπει να εξεταστεί αν θα γίνει αποτύπωση των παραπάνω στοιχείων του συστήματος φωτισμού ή αν θα αποφασιστεί πλήρης αποξήλωση και εγκατάσταση συστήματος φωτισμού εξ αρχής. Ταυτόχρονα, με την αποτύπωση των στοιχείων του υπό ανακαίνιση συστήματος, θα πρέπει να γίνουν μετρήσεις / δοκιμές που να αξιολογούν την επάρκεια και αξιοπιστία των μερών του εξοπλισμού.

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων θα αξιολογηθούν τα μέρη του συστήματος που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο καινούριο σύστημα φωτισμού (π.χ. καλωδιώσεις τροφοδότησης, διακόπτες διαφορικού ρεύματος, μικροαυτοματισμοί, ρελέ, κτλ.). Οι μετρήσεις που απαιτούνται προδιαγράφονται στο κεφάλαιο 6 «Έλεγχος των εγκαταστάσεων» του προτύπου HD384 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις» και αφορούν:

- Δοκιμή εξακρίβωσης της συνέχειας των αγωγών προστασίας και των αγωγών κύριας και συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης.
- Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης των καλωδίων τροφοδότησης.
- Δοκιμή των διακοπών διαφορικού ρεύματος (αντι-ηλεκτροπληξιακών), οι οποίοι εντάσσονται στις δοκιμές εξακρίβωσης των συνθηκών προστασίας με αυτόματη διακοπή της τροφοδότησης.

Κατόπιν, θα πρέπει να γίνει η σχεδίαση του νέου συστήματος με την ενσωμάτωση των νέων φωτιστικών σωμάτων και των συστημάτων ελέγχου. Στη σχεδίαση προτείνεται η πιθανή εκμετάλλευση δικτύων ή διακοπτικού υλικού που είναι υφιστάμενα και κατά το προηγούμενο στάδιο κρίθηκαν ως λειτουργικά και αξιόπιστα. Μ' αυτό τον τρόπο μπορεί να εξοικονομηθεί κόστος και χρόνος, καθώς αποφεύγεται η αποξήλωση του παλαιού και η προμήθεια και εγκατάσταση νέου εξοπλισμού.

Μία διαφοροποίηση των νέων συστημάτων φωτισμού, σε σχέση με τα παλαιότερα, είναι ο σχηματισμός περισσότερων κυκλωμάτων ελέγχου, καθώς επίσης και ο πλήρης διαχωρισμός ρευματοδοτών και κυκλωμάτων φωτισμού. Αυτό οδηγεί σε διαφοροποίηση της δομής των ηλεκτρικών πινάκων τροφοδότησης. Στο πλαίσιο της ανακαίνισης του συστήματος φωτισμού σε ένα κτίριο, υπάρχει η δυνατότητα είτε μερικής είτε ριζικής ανακαίνισης του ηλεκτρικού πίνακα. Ο βαθμός της ανακαίνισης του πίνακα εξαρτάται από την εφεδρεία ισχύος και χώρο, την κατάσταση των διακοπτικών μέσων προστασίας και την τήρηση των απαιτήσεων σήμανσης και ασφάλειας του ηλεκτρικού πίνακα



5

6



σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προτύπου HD384 και της Οδηγίας 2006/95/EC του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου για τον εξοπλισμό χαμηλής τάσης, που είναι προαπαιτούμενη για την απόδοση σήματος CE.

Στις περιπτώσεις που αποφασίζεται να διατηρηθούν μέρη του υφιστάμενου συστήματος φωτισμού (όπως είναι μέρος του ηλεκτρικού πίνακα, κυτία σύνδεσης, οδεύσεις καλωδιώσεων) θα πρέπει να γίνει επανέλεγχος όλων των συσφίξεων. Μέσω του ελέγχου θα εντοπιστούν ενώσεις εκτός προδιαγραφών, όπως είναι οι ενώσεις με στρίψιμο καλωδίων και ταινία, η αυτοσχέδιες ενώσεις εντός του ηλεκτρικού πίνακα ή επάνω στα φωτιστικά σώματα κτλ. Οι χαλαρές συσφίξεις είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, καθώς είναι σημεία ανάπτυξης θερμότητας λόγω της υψηλής αντίστασης που εμφανίζουν.

Στους καινούριους ή υπό ανακαίνιση ηλεκτρικούς πίνακες θα πρέπει να πραγματοποιείται

διαχωρισμός των κυκλωμάτων φωτισμού από τις υπόλοιπες ηλεκτρικές παροχές. Επιπροσθέτως, προτείνεται η δημιουργία υποζυγών με κυκλώματα φωτισμού, δηλαδή η δημιουργία ομάδων παροχών εντός των πινάκων που τροφοδοτούνται μέσω κοινού μέσου προστασίας - χειρισμού και ενός κοινού διακόπτη διαφορικού ρεύματος. Ο διαχωρισμός των κυκλωμάτων

Μία διαφοροποίηση των νέων συστημάτων φωτισμού, σε σχέση με τα παλαιότερα, είναι ο σχηματισμός περισσότερων κυκλωμάτων ελέγχου, καθώς επίσης και ο πλήρης διαχωρισμός ρευματοδοτών και κυκλωμάτων φωτισμού.

Η φωτοτεχνική μελέτη λαμβάνει υπόψη τη δυνατότητα αξιοποίησης του φυσικού φωτός, που προέρχεται από τα ανοίγματα του κάθε χώρου.



φωτισμού είτε αφορά σε παροχές τροφοδότησης από τον ηλεκτρικό πίνακα είτε αφορά σε κυκλώματα ελέγχου με επίτοιχους διακόπτες, θα πρέπει να πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη:

- τις τοπικές συνθήκες φυσικού φωτισμού με τον ενιαίο έλεγχο των φωτιστικών σωμάτων που βρίσκονται πλησίον των παραθύρων, τα οποία κατά τη διάρκεια της ημέρας δεν απαιτείται να είναι αναμμένα,
- τη χρήση του εκάστοτε χώρου, εξετάζοντας τις θέσεις εργασίας, ώστε να υπάρχει επαρκής φωτισμός, ακόμη και αν δεν απαιτείται να φωτίζεται ολόκληρος ο χώρος,
- την επίτευξη συνθηκών οπτικής άνεσης, ακόμη και σε περιπτώσεις ενεργοποίησης μερικών κυκλωμάτων ενός χώρου.

Προσοχή θα πρέπει να δοθεί κατά το σχεδιασμό των τροποποιήσεων και την επιλογή των φωτιστικών σωμάτων στις απαιτήσεις του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), όπως αυτές ορίζονται στην παράγραφο 3.6.

Η εγκατάσταση συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στο φωτισμό με την ανίχνευση παρουσίας ή τη μέτρηση του φυσικού φωτός για την αυξομείωση της φωτεινής ροής απαιτεί σε όλες τις περιπτώσεις επιπρόσθετο εξοπλισμό. Αυτός ο εξοπλισμός συνήθως είναι:

- Ανιχνευτές παρουσίας και στάθμης φωτός, που εγκαθίστανται σε επίκαιρες θέσεις κάθε χώρου.
- Μονάδες ελέγχου που λαμβάνουν ως δεδομένα τα αποτελέσματα των ανιχνευτών και δίνουν εντολή είτε σε ρελέ είτε στα στραγγαλιστικά πηνία των φωτιστικών σωμάτων. Αυτές οι μονάδες εγκαθίστανται είτε εντός των ψευδοροφών (εάν υπάρχουν) είτε εντός των ηλεκτρικών πινάκων τροφοδότησης.
- Ρελέ ισχύος που απαιτούνται για την ενεργοποίηση / απενεργοποίηση των κυκλωμάτων φωτισμού.

Ο παραπάνω εξοπλισμός απαιτεί την εγκατάσταση επιπρόσθετων καλωδιώσεων ελέγχου, τα οποία οδεύουν παράλληλα και σε σχετική απόσταση από τις καλωδιώσεις ισχύος για την αποφυγή παρεμβολών. ■

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **ΕΛΟΤ HD 384:2004** "Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις".
- **ΕΛΟΤ EN 12464.01-2003** "Light and lighting - Lighting of work places. - Part I: Indoor work places".
- **EN15193:2006** "Energy performance of buildings. - Energy requirements for lighting".
- Dialux v4.9, Manual, DIAL GmbH.
- **Directive 2006/95/EC** of the European Parliament and the Council of 12 December 2006 on the harmonization of the laws of Member States relating to electrical

equipment designed for use within certain voltage limits.

- N.A. Smith, **Lighting for health and safety**, Butterworth-Heinemann, Reed Educational and Professional Publishing Ltd, κεφάλαια 7, 8, 9, 14, 2000.
- Π. Ντοκόπουλος, **Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις καταναλωτών μέσης και χαμηλής τάσης**, Β' έκδοση, εκδόσεις Ζήτη, σ.σ. 312 - 330, 1993.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΔΗΜΟΣΙΕΥΤΕΙ ΣΤΑ ΤΕΥΧΗ "ΚΤΙΡΙΟ"

- Εγκαταστάσεις φωτισμού βιομηχανικών & επαγγελματικών χώρων. Τεύχος 2/2011, σελ. 79.
- Εξοικονόμηση ενέργειας στον τεχνητό φωτισμό. Τεύχος 7/2009, σελ. 134.
- Αφιέρωμα: Σύγχρονες τεχνολογίες στο φωτισμό. Τεύχος 8/2008, σελ. 111.
- Συστήματα αυτοματισμού σε υφιστάμενες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Τεύχος 184, σελ. 69.
- Αφιέρωμα: Φωτισμός επαγγελματικών χώρων. Τεύχος 181, σελ. 83.

ΣΧΕΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

ΜΠΟΡΕΙΤΕ ΝΑ ΒΡΕΙΤΕ ΣΤΗΝ ΕΙΔΙΚΗ ΕΚΔΟΣΗ
Υ - ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ 2012
Επιλογές δομικών υλικών

ή επισκεφθείτε το www.ktirio.gr