



**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**Μελέτη φωτισμού συγκροτήματος  
γραφείων με τεχνολογία LED**

Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωαννίδης Γεώργιος

Σπουδαστής: Ζάρδας Δημήτριος

Μάιος 2014

# Σκοπός της εργασίας

- Ανάλυση υπάρχουσας φωτιστικής εγκατάστασης σε χώρους γραφείων και εξαγωγή συμπερασμάτων
- Εκπόνηση φωτιστικής μελέτης χρησιμοποιώντας φωτιστικά νέας τεχνολογίας Led, με τη βοήθεια του λογισμικού σχεδίασης Dialux
- Συμμόρφωση με το ευρωπαϊκό πρότυπο εσωτερικών χώρων EN 12464-1 και τις φωτιστικές προδιαγραφές που αυτό ορίζει
- Εκπόνηση σχεδίου συντήρησης και αξιολόγηση ενέργειας εγκατάστασης
- Εξαγωγή συμπερασμάτων και σύγκριση με την υπάρχουσα φωτιστική εγκατάσταση

# Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Ημιαγωγοί - Δίοδοι

- Ημιαγωγοί: Κατασκευή και χαρακτηριστικά
- Δίοδοι: Ιδιότητες, είδη διόδων, χαρακτηριστική καμπύλη

Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Δίοδος φωτοεκπομπής

- Αρχή λειτουργίας, ιστορική αναδρομή, τύποι διόδου φωτοεκπομπής
- Τρόποι χρησιμοποίησης, πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα

# Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup>: Προδιαγραφές μελέτης φωτισμού – Πρότυπο EN 12464

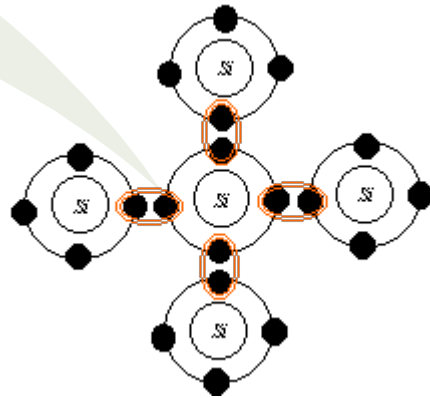
- Ανάλυση προδιαγραφών μελέτης φωτισμού και φωτιστικών μεγεθών
- Συμμόρφωση με το πρότυπο EN 12464
- Παρουσίαση χώρων μελέτης

Κεφάλαιο 4<sup>ο</sup>: Μελέτη με το Dialux

- Ανάλυση φωτιστικών και ενεργειακών χαρακτηριστικών υπάρχουσας φωτιστικής εγκατάστασης
- Εκπόνηση νέας φωτιστικής μελέτης με φωτιστικά τεχνολογίας Led
- Σύγκριση με την υπάρχουσα φωτιστική εγκατάσταση και εξαγωγή συμπερασμάτων.

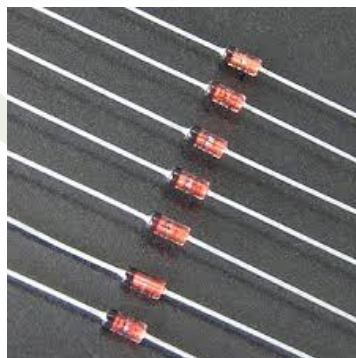
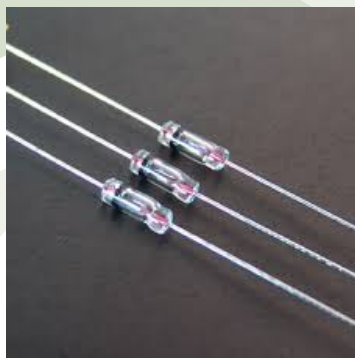
# Κεφάλαιο 1<sup>ο</sup>: Ημιαγωγοί - Δίοδοι

Οι ημιαγωγοί είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος. Κατασκευάζονται συνήθως από γερμάνιο ή πυρίτιο, με διάφορες προσμίξεις ώστε να ελέγχεται η ειδική αντίστασή τους. Διατάσσονται σε μια επαναλαμβανόμενη κρυσταλλική μορφή, όπου δύο γειτονικά άτομα μοιράζονται ένα ζεύγος ηλεκτρονίων, δημιουργώντας ομοιοπολικούς δεσμούς, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα με το παράδειγμα του πυριτίου.



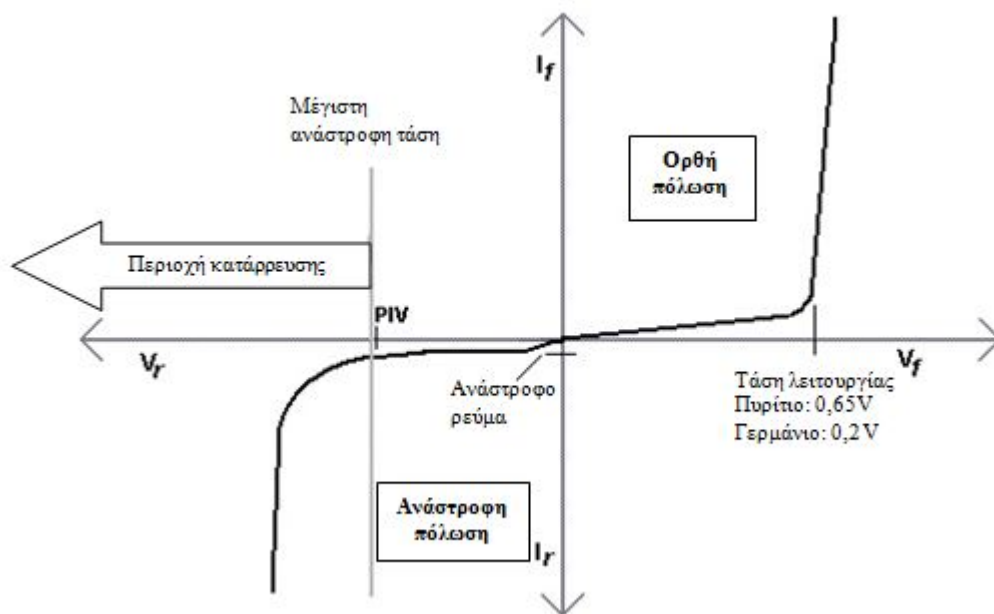
Κρυσταλλική δομή πυριτίου. Με πορτοκαλί σημειώνονται οι ομοιοπολικοί δεσμοί.

Μια δίοδος σχηματίζεται όταν σε έναν ημιαγωγό δημιουργηθούν με τις κατάλληλες προσμίξεις δύο περιοχές στα άκρα του: μία τύπου N και μία τύπου P. Χρησιμοποιείται σε ηλεκτρονικά κυκλώματα, αλλά υπάρχουν και δίοδοι ισχύος.



Σχηματική αναπαράσταση και πραγματικές μορφές διόδου

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά των διόδων, είναι ότι λειτουργούν σαν διακόπτες (ανάλογα την πολικότητα της πηγής που θα συνδεθεί στα άκρα μια διόδου), αλλά είναι και ένα εργαλείο ανόρθωσης του εναλλασσομένου ρεύματος. Το άκρο P μιας διόδου είναι η άνοδος και το άκρο N, η κάθοδος.



Χαρακτηριστική καμπύλη διόδου.

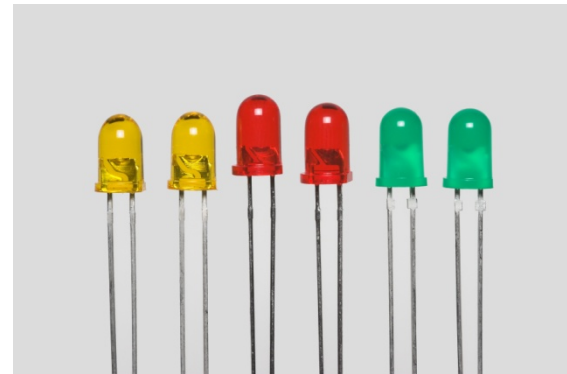
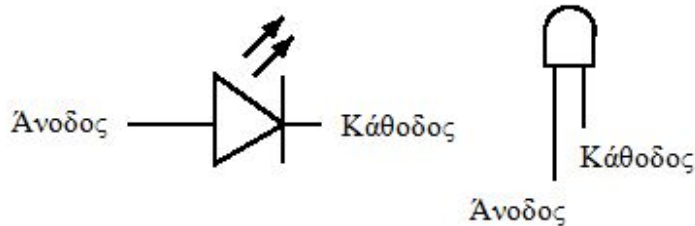
## Είδη διόδων:

- Δίοδος επαφής: Επαφή P-N, οι διαστάσεις της οποίας καθορίζουν τα χαρακτηριστικά της.
- Δίοδος ακίδας: Μικρή παρασιτική χωρητικότητα, ανόρθωση μικρών ρευμάτων.
- Δίοδος Zener: σταθεροποιητής τάσης, δεν καταστρέφεται με ανάστροφη πόλωση.
- Δίοδος σήραγγας: πολύ μικρό πλάτος επαφής, ενισχυτής και ταλαντωτής.
- Δίοδος μεταβλητής χωρητικότητας: αντικαθιστά πυκνωτές μεταβλητής χωρητικότητας λόγω του ηλεκτρονικού ελέγχου της.
- Φωτοδίοδος: η φωτεινή ενέργεια, διασπά τους ομοιοπολικούς δεσμούς, οπότε και δημιουργεί κίνηση ηλεκτρικών φορέων
- Δίοδος εκπομπής φωτός: όταν πολωθεί ορθά, εκπέμπει φως














# Κεφάλαιο 2<sup>ο</sup>: Δίοδος Φωτοεκπομπής

Όταν μία δίοδος φωτοεκπομπής (led), πολωθεί ορθά, εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία. Η πρώτη αναφορά συμπαγούς διόδου εκπομπής φωτός γίνεται στις αρχές του περασμένου αιώνα, με το led να μην αναπτύσσεται για πολλά χρόνια καθώς δεν υπάρχει πρακτική εφαρμογή, αλλά να έχει κυριέψει σε αρκετές εφαρμογές τις τελευταίες δεκαετίες, έχοντας ραγδαία ανάπτυξη και μεγάλη πρακτική εφαρμογή.



Σχηματική αναπαράσταση και πραγματική μορφή led

Τα led προσφέρονται σε διάφορα είδη και χρώματα. Το χρώμα που εκπέμπεται εξαρτάται τόσο από τη χημική σύσταση του ημιαγωγού, όσο και από τα ίδια τα υλικά του ημιαγωγού. Μπορούν να εκπέμψουν ορατό, υπεριώδες ή υπέρυθρο φως.

	<b>Χρώμα/ Ακτινοβολία</b>	<b>Μήκος κύματος λ (nm)</b>
	Υπέρυθρη	$\lambda > 760$
	Κόκκινο	$610 < \lambda < 760$
	Πορτοκαλί	$590 < \lambda < 610$
	Κίτρινο	$570 < \lambda < 590$
	Πράσινο	$500 < \lambda < 570$
	Μπλε	$450 < \lambda < 500$
	Ιώδες	$400 < \lambda < 450$
	Μωβ	Διάφορα μήκη κύματος
	Υπεριώδης	$\lambda < 400$
	Ροζ	Διάφορα μήκη κύματος
	Λευκό	Ευρύ φάσμα

Χρώματα και μήκη κύματος των led

Τα led προσφέρονται στους ακόλουθους τύπους:



Μικρά: κυρίως μονοχρωματικά, κυκλικά με κυρτή ή επίπεδη κορυφή, διάφανα ή χρωματιστά, από 3 έως 8 mm σε διάμετρο, ενώ μπορούν να διαπεραστούν από 1 έως 20 mA ρεύματος.



Μεσαία: αποτελούνται από δύο ανόδους και δύο καθόδους, ώστε να γίνεται καλή απαγωγή της θερμότητας που δημιουργείται λόγω του αυξημένης έντασης του ρεύματος που καλούνται να διαχειριστούν (έως 100 mA)



Υψηλής ισχύος: μπορούν να εκπέμψουν ακόμη και πάνω από 1000 lumens, αλλά έχουν ενσωματωμένες ή εξωτερικές ψήκτρες, για την απαγωγή της αυξημένης θερμότητας.

## Εφαρμογές Led:

- Ορατού φωτός: λόγω της μικρής κατανάλωσης και συντήρησης, χρησιμοποιούνται ως δείκτες και σηματοδότες από απλούς φακούς χειρός και φανάρια δρόμων, έως οθόνες σταδίων και πίνακες ανακοινώσεων δρομολογίων σε σταθμούς και αεροδρόμια.
- Φωταγωγή – Φωτισμός: τα led υψηλής ισχύος και η συνεχής εξέλιξή τους, αντικατέστησαν σε πολλές εφαρμογές τους συμβατικούς λαμπτήρες, οπότε και χρησιμοποιούνται ως λαμπτήρες αντικατάστασης σε οικιακές εφαρμογές, έως επαγγελματικός φωτισμός σε συναυλίες και θέατρα.
- Μη ορατό φως: οι εφαρμογές για τέτοιου είδους led ξεκινούν από το απλό τηλεκοντρόλ που όλοι έχουμε σπίτι μας, στις τηλεπικοινωνίες, σε συσκευές ανίχνευσης και φτάνουν σε εφαρμογές όπου αντικαθιστούν το ηλιακό φως σε θερμοκήπια.

## Πλεονεκτήματα led

- Μεγαλύτερη φωτεινή ροή ανά watt ισχύος σε σχέση με κλασικούς λαμπτήρες
- Μεγάλος χρόνος ζωής (έως 50.000 ώρες)
- Μικρότερο κόστος λειτουργίας σε σχέση με τους συμβατικούς λαμπτήρες
- Μικρότερη έως μηδενική πιθανότητα βλάβης του λαμπτήρα
- Μικρές διαστάσεις, εύκολη τοποθέτηση σε συσκευές, κυκλώματα κλπ.
- Μεγάλη μηχανική αντοχή
- Εκπέμπουν συγκεκριμένο χρώμα χωρίς τη χρησιμοποίηση φίλτρων που μειώνουν τη φωτεινή ροή
- Μπορούν να φτιαχτούν ώστε να εκπέμπουν το φως προς μία κατεύθυνση αλλά και διάχυτα
- Δεν εκπέμπουν θερμότητα και υπέρυθη ακτινοβολία κατά τη λειτουργία τους
- Μπορούν να ντιμαριστούν
- Έχουν άμεση απόκριση, άμεσο άναμμα

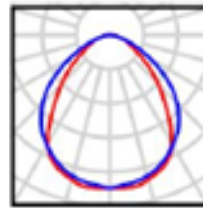
## Μειονεκτήματα led

- Υψηλό κόστος κατασκευής
- Εξαρτώνται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και οι ακραίες θερμοκρασίες θα πρέπει να αποφεύγονται
- Χρειάζεται να ενσωματωθεί κύκλωμα οδήγησης του led εάν πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε εναλλασσόμενη τάση, προσθέτοντας σε πολυπλοκότητα και κόστος
- Ευαίσθητα σε διακυμάνσεις τάσης και υπερτάσεις
- Εκπέμπουν περισσότερο μπλε φως σε σχέση με τους συμβατικούς λαμπτήρες

# Παραδείγματα φωτιστικών Led εσωτερικών χώρων

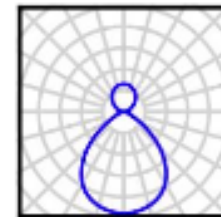
PHILIPS RC120B 1xLED25S/830 W60L60

Αρ. είδους:  
Φωτεινή ροή (Φωτιστικό): 2500 lm  
Φωτεινή ροή (Λάμπες): 2500 lm  
Ισχύς φωτιστικού: 31.0 W  
Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 100  
Κωδικός ροής CIE: 59 87 97 100 100  
Εξοπλισμός: 1 x LED25S/830/- (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



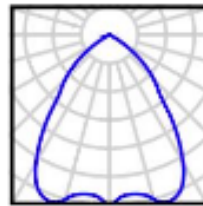
PHILIPS SP522P 2xLED20S/840

Αρ. είδους:  
Φωτεινή ροή (Φωτιστικό): 4000 lm  
Φωτεινή ροή (Λάμπες): 4000 lm  
Ισχύς φωτιστικού: 38.0 W  
Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 74  
Κωδικός ροής CIE: 66 94 99 74 100  
Εξοπλισμός: 2 x LED20S/840/- (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



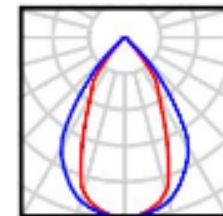
PHILIPS DN450B 1xDLM2000/840

Αρ. είδους:  
Φωτεινή ροή (Φωτιστικό): 2000 lm  
Φωτεινή ροή (Λάμπες): 2000 lm  
Ισχύς φωτιστικού: 25.0 W  
Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 100  
Κωδικός ροής CIE: 78 99 100 100 100  
Εξοπλισμός: 1 x DLM2000/840/- (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



PHILIPS WT480C L700 1xLED23S/840 NB

Αρ. είδους:  
Φωτεινή ροή (Φωτιστικό): 2300 lm  
Φωτεινή ροή (Λάμπες): 2300 lm  
Ισχύς φωτιστικού: 21.0 W  
Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 100  
Κωδικός ροής CIE: 90 97 99 100 100  
Εξοπλισμός: 1 x LED23S/840/- (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



# Κεφάλαιο 3ο: Προδιαγραφές μελέτης φωτισμού – Πρότυπο EN 12464

Η φωτιστική μελέτη θα διεξαχθεί σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464 και θα καλύπτει όλες τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Θα μελετηθούν οι περιοχές εργασίας και οι περιβάλλουσες περιοχές αυτών. Θα αναλυθούν τα φωτιστικά χαρακτηριστικά των περιοχών αυτών, λαμβάνοντας υπ'όψιν τα ακόλουθα: ένταση φωτισμού περιοχής εργασίας και περιβάλλουσας περιοχής, ομοιομορφία φωτισμού, θάμβωση, λόγος μοντελοποίησης.

Περιοχή ή τύπος εργασίας	Μέση ένταση φωτισμού (lx) (περιοχή εργασίας)	Μέση ένταση φωτισμού (lx) (περιβάλλουσα περιοχή)	Όριο θάμβωσης	Ομοιομορφία
Διάβασμα, δακτυλογράφηση, γραφή, επεξεργασία δεδομένων	500	300	19	0,60
Τεχνικός σχεδιασμός	750	500	16	0,70
Αίθουσες συναντήσεων	500	300	19	0,60

Στον πίνακα βλέπουμε τις προδιαγραφές φωτισμού κατά το πρότυπο EN 12464.

Για να διεξαχθεί επιτυχώς η μελέτη, θα πρέπει να καθοριστούν και τα παρακάτω σημεία:

- Καθορισμός πλέγματος υπολογισμού της έντασης φωτισμού: αποτελείται από νοητά κελιά τετραγωνικού σχήματος, ο λόγος των πλευρών τους θα πρέπει να είναι από 0,5 έως 2 και μέσα σε αυτά θα γίνουν οι υπολογισμοί των φωτιστικών δεδομένων
- Ένταση κυλινδρικού και οριζόντιου φωτισμού: για να βρεθεί ο λόγος μοντελοποίησης, θα υπολογιστούν και οι παραπάνω εντάσεις φωτισμού. Είναι η ισορροπία μεταξύ του κατευθυνόμενου και διάχυτου φωτισμού και θα πρέπει κατά το πρότυπο να είναι από 0,3 έως 0,6
- Συντελεστής και σχέδιο συντήρησης: οι υπολογισμένες τιμές της φωτεινότητας βασίζονται σε μια τιμή όταν οι λαμπτήρες είναι καινούριοι, συν μια τιμή συντήρησης, έτσι ώστε να διατηρηθεί η ποσότητα του διαθέσιμου φωτός και να μην μειωθεί λόγω γήρανσης. Το ανάλογο σχέδιο συντήρησης θα πρέπει να ακολουθείται.



## Παρουσίαση χώρων μελέτης

### Χώρος γραφείου

Δωμάτιο διαστάσεων ΜxΠxΥ=3,8m x 4,1m x 2,62m, με τρεις θέσεις εργασίας, ανοιχτόχρωμους τοίχους και συντελεστές ανακλάσεως για οροφή 0,7, τοίχους 0,5 και δάπεδο 0,2. Οι προδιαγραφές φωτισμού σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464 είναι:

- 500lx στο επίπεδο εργασίας
- 300lx στην περιβάλλουσα περιοχή
- όριο θάμβωσης το 19
- ομοιομορφία πάνω από 0,6
- ελάχιστη κυλινδρική ένταση φωτισμού τα 150lx



## Γραφείο σχεδιασμού προϊόντων

Δωμάτιο διαστάσεων  $Mx\Pi x Y=3,8m \times 5,7m \times 2,62m$ , με τέσσερις θέσεις εργασίας, ανοιχτόχρωμους τοίχους και συντελεστές ανακλάσεως για οροφή 0,7, τοίχους 0,5 και δάπεδο 0,2. Οι προδιαγραφές φωτισμού σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464 είναι:

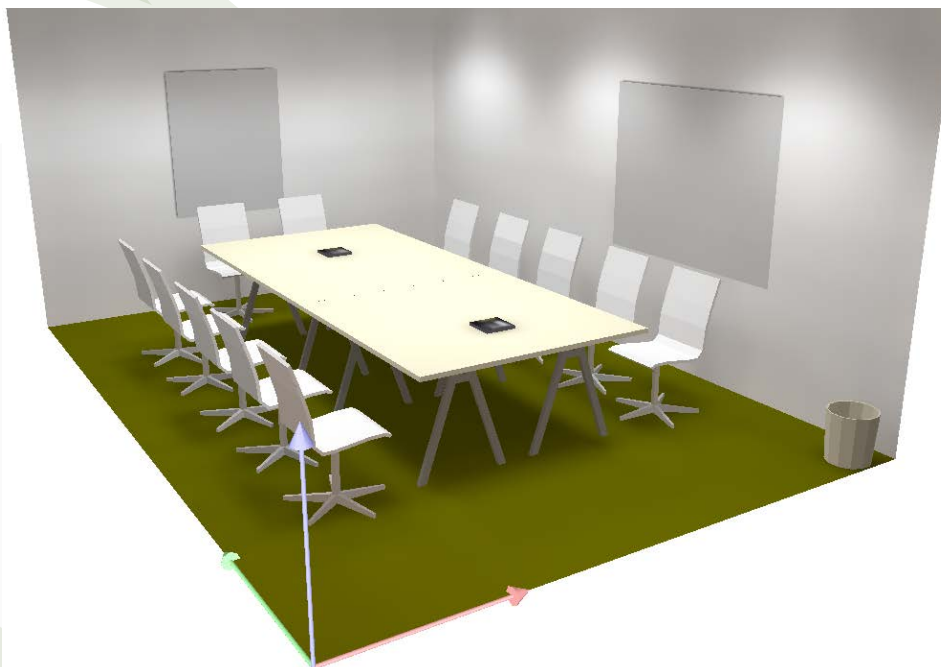
- 750lx στο επίπεδο εργασίας
- 500lx στην περιβάλλουσα περιοχή
- όριο θάμβωσης το 16
- ομοιομορφία πάνω από 0,7
- ελάχιστη κυλινδρική ένταση φωτισμού τα 150lx



## Αίθουσα συνεδριάσεων

Δωμάτιο διαστάσεων  $M \times \Pi \times \Upsilon = 3,8m \times 5,5m \times 2,62m$ , με τραπέζι περιβαλλόμενο από καρέκλες, ανοιχτόχρωμους τοίχους και συντελεστές ανακλάσεως για οροφή 0,7, τοίχους 0,5 και δάπεδο 0,2. Οι προδιαγραφές φωτισμού σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464 είναι:

- 500lx στο επίπεδο εργασίας
- 300lx στην περιβάλλουσα περιοχή
- όριο θάμβωσης το 19
- ομοιομορφία πάνω από 0,6
- ελάχιστη κυλινδρική ένταση φωτισμού τα 150lx



# Μεθοδολογία

- Σχεδιασμός χώρων στο λογισμικό Dialux
- Εισαγωγή υπαρχόντων φωτιστικών και διάταξης αυτών
- Εξαγωγή αποτελεσμάτων (φωτιστικών και ενεργειακών χαρακτηριστικών) και συμπερασμάτων
- Επιλογή κατάλληλων φωτιστικών με τεχνολογία led και εισαγωγή τους στους χώρους
- Παραμετροποίηση της μελέτης όσον αφορά τον αριθμό, τη διάταξη και τον συντελεστή συντήρησης των φωτιστικών, ώστε να καλυφθούν οι φωτιστικές προδιαγραφές κατά το πρότυπο EN 12464
- Εξαγωγή αποτελεσμάτων (φωτιστικών και ενεργειακών χαρακτηριστικών) και συμπερασμάτων
- Σύγκριση αποτελεσμάτων με την υπάρχουσα και τη νέα προτεινόμενη φωτιστική εγκατάσταση

# Αποτελέσματα υπάρχουσας εγκατάστασης με λαμπτήρες φθορισμού

Philips TBS160 4xTL-D18W HFP C6-1000

Αρ. είδους:

Φωτεινή ροή (Φωτιστικό): 3726 lm

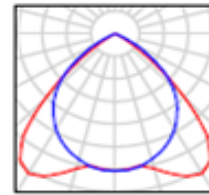
Φωτεινή ροή (Λάμπες): 5400 lm

Ισχύς φωτιστικού: 69.5 W

Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 100

Κωδικός ροής CIE: 68 100 100 99 69

Εξοπλισμός: 4 x TL-D18W/840 (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



		Γραφείο	Γραφείο σχ. προϊόντων	Αίθουσα συνεδριάσεων
<b>Em (ζώνη εργασίας) (lx)</b>		618 (500)	493 (750)	769 (500)
<b>Em (περιβάλλουσα) (lx)</b>		498 (300)	408 (500)	620 (300)
<b>Emin/ Em</b>		0,694 (0,6)	0,378 (0,7)	0,861 (0,6)
<b>UGR</b>	<b>0°</b>	18 (19)	19 (16)	17 (19)
	<b>90°</b>	18 (19)	19 (16)	17 (19)
	<b>180°</b>	18 (19)	17 (16)	17 (19)
	<b>270°</b>	17 (19)	19 (16)	17 (19)
<b>Λόγος μοντελοποίησης</b>	<b>1,2 m</b>	0,374 (0,3-0,6)	0,392 (0,3-0,6)	0,384 (0,3-0,6)
	<b>1,6 m</b>		0.400 (0,3-0,6)	
<b>Lm/W λαμπτήρων</b>		70,63		
<b>Βαθμός απόδοσης φωτιστικού</b>		0,69		
<b>Ειδικό φορτίο σύνδεσης (W/m<sup>2</sup>)/ (W/m<sup>2</sup>/100lx)</b>	<b>Γραφείο</b>	17.84/ 3,43		
	<b>Γρ. Σχεδ.</b>	12.83/ 3,15		
	<b>Αιθ. Συν.</b>	19.95/ 3,43		
<b>Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W)</b>		1070		
<b>Ενέργεια/ χρόνο (kWh)</b>		2670		

Σημειώνεται ότι οι προτεινόμενες τιμές κατά το ευρωπαϊκό πρότυπο φωτισμού εσωτερικών χώρων.

## Αποτελέσματα υπάρχουσας εγκατάστασης με λαμπτήρες φθορισμού

- Μετά από οικονομοτεχνική μελέτη, το αρχικό κόστος για αυτή την εγκατάσταση, ανέρχεται στα 3485 €
- Ο συντελεστής συντήρησης για αυτούς τους χώρους και αυτά τα φωτιστικά, με διάστημα συντήρησης του χώρου τα 3 έτη και των φωτιστικών το ένα έτος (CIE 97:2005), είναι 0,68
- Η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων είναι 6 χρόνια

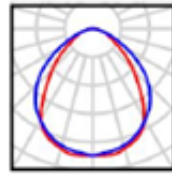
## Συμπεράσματα

- Οι μέσες εντάσεις φωτισμού για το γραφείο και την αίθουσα συνεδριάσεων ήταν κατά πολύ μεγαλύτερες από το απαιτούμενο, οπότε και κρίνονται αντιοικονομικές.
- Η μέση ένταση φωτισμού για το γραφείο σχεδιασμού προϊόντων ήταν πολύ κατώτερη του απαιτούμενου, σε συνδυασμό με αυξημένα επίπεδα θάμβωσης και κακής ομοιομορφίας.
- Αυξημένη κατανάλωση ενέργειας, καθώς στην κατανάλωση των λαμπτήρων, προστίθενται και οι απώλειες του μηχανισμού οδήγησής τους.

# Αποτελέσματα νέας εγκατάστασης με λαμπτήρες led

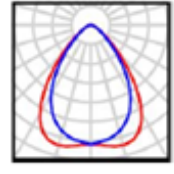
PHILIPS RC120B 1xLED25S/830 W60L60

Αρ. είδους:  
Φωτεινή ροή (Φωτιστικό): 2500 lm  
Φωτεινή ροή (Λάμπες): 2500 lm  
Ισχύς φωτιστικού: 31.0 W  
Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 100  
Κωδικός ροής CIE: 59 87 97 100 100  
Εξοπλισμός: 1 x LED25S/830/- (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



PHILIPS RC120B 1xLED27S/840 W60L60 VAR-PC

Αρ. είδους:  
Φωτεινή ροή (Φωτιστικό): 2700 lm  
Φωτεινή ροή (Λάμπες): 2700 lm  
Ισχύς φωτιστικού: 27.5 W  
Ταξινόμηση φωτιστικών σύμφωνα προς CIE: 100  
Κωδικός ροής CIE: 75 94 99 100 100  
Εξοπλισμός: 1 x LED27S/840/- (Συντελεστής διόρθωσης 1.000).



		Γραφείο	Γραφείο σχ. προϊόντων	Αίθουσα συνεδριάσεων
<b>Em (ζώνη εργασίας) (lx)</b>		525 (500)	787 (750)	534 (500)
<b>Em (περιβάλλουσα) (lx)</b>		468 (300)	682 (500)	472 (300)
<b>Emin/ Em</b>		0,844 (0,6)	0,799 (0,7)	0,874 (0,6)
<b>UGR</b>	<b>0°</b>	18 (19)	16 (16)	17 (19)
	<b>90°</b>	17 (19)	16 (16)	19 (19)
	<b>180°</b>	18 (19)	16 (16)	17 (19)
	<b>270°</b>	16 (19)	16 (16)	19 (19)
<b>Λόγος μοντελοποίησης</b>	<b>1,2 m</b>	0,335 (0,3-0,6)	0,382 (0,3-0,6)	0,380 (0,3-0,6)
	<b>1,6 m</b>		0.437 (0,3-0,6)	
<b>Lm/W λαμπτήρων</b>		<b>Led 25S: 80.64, Led 27S: 98.18</b>		
<b>Βαθμός απόδοσης φωτιστικού</b>		1.00		
<b>Ειδικό φορτίο σύνδεσης (W/m²)/ (W/m²/100lx)</b>	<b>Γραφείο</b>	7.06 /1.58		
	<b>Γρ. Σχεδ.</b>	10.16/ 1.54		
	<b>Αιθ. Συν.</b>	8.9/ 2.06		
<b>Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W)</b>		516		
<b>Ενέργεια/ χρόνο (kWh)</b>		1287		

Σημείωση: Μέσα στις παρενθέσεις αναφέρονται οι προτεινόμενες τιμές κατά το ευρωπαϊκό πρότυπο φωτισμού εσωτερικών χώρων.

## Αποτελέσματα νέας εγκατάστασης με λαμπτήρες led

- Μετά από οικονομοτεχνική μελέτη, το αρχικό κόστος για αυτή την εγκατάσταση, ανέρχεται στα 5285 €
- Ο συντελεστής συντήρησης για αυτούς τους χώρους και αυτά τα φωτιστικά, με διάστημα συντήρησης του χώρου τα 3 έτη και των φωτιστικών το ένα έτος (CIE 97:2005), είναι 0,77
- Η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων είναι 12 χρόνια

### Σύγκριση με τα φωτιστικά φθορισμού

	Φωτιστικά φθορισμού	Φωτιστικά LED
Εγκατεστημένη ισχύς φωτισμού (W)	1070	516
Ενέργεια/ χρόνο (kWh)	2670	1287
Ενδεικτικό κόστος ενέργειας (€)	416	200
Lm/W λαμπτήρων	70.63	<b>25S:</b> 80.64, <b>27S:</b> 98.18
Βαθμός απόδοσης φωτιστικού	0.69	1.00
Ενδεικτικό αρχικό κόστος εγκατάστασης (€)	3485	5285
Συντελεστής συντήρησης	0,68	0,77
Διάρκεια ζωής λαμπτήρων (έτη)	6	12
Ειδικό φορτίο σύνδεσης (W/m <sup>2</sup> ) / (W/m <sup>2</sup> /100lx)	Γραφείο	17.84/ 3,43
	Γραφείο Σχεδ. Προϊόντων	12.83/ 3,15
	Δίθροισα Συνεδριάσεων	19.95/ 3.43
		7.06/1.58
		10.16/ 1.54
		8.9/ 2.06



## Συμπεράσματα

- Τα φωτιστικά led, αποτελούν αξιόπιστη εναλλακτική λύση στα κλασσικά φωτιστικά φθορισμού για χώρους γραφείων
- Έχουν εξελιχθεί τεχνολογικά, ώστε να καλύπτουν τις φωτιστικές προδιαγραφές που θέτει το πρότυπο EN 12464
- Με μια λύση φωτισμού με φωτιστικά led, μπορεί να επιτευχθεί μείωση της κατανάλωσης ενέργειας που μπορεί να υπερβεί το 50% των λειτουργικών δαπανών
- Με τα φωτιστικά led επιτυγχάνεται μείωση του κόστους συντήρησης της εγκατάστασης
- Τα φωτιστικά led έχουν πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε σχέση με αυτά του φθορισμού
- Λόγω της μειωμένης κατανάλωσης ενέργειας, οδηγούν σε γρήγορη απόσβεση του αρχικού κόστους εγκατάστασης
- Υπάρχει ικανός αριθμός φωτιστικών led στην αγορά τώρα πια, ώστε να καλύψει τις ανάγκες φωτισμού στις περισσότερες περιπτώσεις

# Ερωτήσεις