

# ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ



**ΚΩΣΤΑΣ Μ. ΚΑΠΟΣ**

Ενεργειακός/Μηχανολόγος Μηχανικός BS, MS/PE  
Σύμβουλος Φωτισμού

Βασ. Ηρακλείου 21, 546 24, Θεσσαλονίκη  
Τηλ. 2310-262 762, Fax. 2310-262 722

E-mail: [kapos@tee.gr](mailto:kapos@tee.gr)

[www.kapos.eu](http://www.kapos.eu)

# ΘΕΜΑΤΑ ΤΗΣ ΕΙΣΗΓΗΣΗΣ

- Τεχνολογίες ηλεκτρικών λαμπτήρων, χαρακτηριστικά τους και πλεονεκτήματα
- Εσωτερικός φωτισμός επαγγελματικών χώρων (γραφείων, καταστημάτων και εκθέσεων), επιλογή κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων
- Φωτισμός αστικών περιοχών (πάρκα, πεζόδρομοι, πλατείες και περιοχές κατοικίας), κριτήρια επιλογής φωτιστικών σωμάτων.
- Αρχιτεκτονικός Φωτισμός αναδείξεως κτιρίων και μνημείων. Κανόνες και μεθοδολογία

# Α. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

- Κύρια είδη λαμπτήρων (πυρακτώσεως, φθορισμού, εκκένωσης υψηλής τάσεως-HID, φωτοδιόδων-LED)
- Απορροφούμενη Ισχύς (Watts)
- Φωτεινή Ροή (Lumen)
- Ειδική Φωτεινή ροή ανά μονάδα ισχύος (lm/W)
- Δείκτης Χρωματικής Απόδοσης (CRI-Color Rendering Index) 0-100%
- Απόχρωση του λευκού (°K)
- Χρόνος ζωής (hrs)



## ΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ

- Απλοί και αλογόνου. Μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια απευθείας σε θερμική, πυρακτώνοντας ένα νημάτιο βολφραμίου (10-2000W)
- Μικρή Ειδική Φωτεινή Ροή (~15 lm/W)
- Βραχύς χρόνος ζωής (~2000 hrs)
- Εξαιρετική χρωματική απόδοση (CRI<sub>≈</sub> 100%) εκπέμπουν στο σύνολο του οπτικού φάσματος
- Δυνατότητα αυξομείωσης φωτεινής ροής (dimming)
- Άμεση έναυση
- Λευκό χρώμα στους 2700-3000°K



# ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ

- Η ροή ηλεκτρονίων μέσα σε ένα σωλήνα με ατμούς υδραργύρου, διεγείρει μια φωσφορούχο επιφάνεια που παράγει φως (4-60W).
- Απαιτείται διάταξη εναύσεως (ballast) μαγνητική ή ηλεκτρονική.
- Υψηλή ειδική φωτεινή ροή (80-90 lm/W)
- Πολύ καλή χρωματική απόδοση (CRI~80-90%)
- Δυνατότητα αυξομείωσης, με ηλεκτρονικό ballast
- Ικανοποιητικός χρόνος ζωής (8000-15000 hrs)
- Απόχρωση λευκού 2700-6500°K
- Διάχυτος, μη σημειακός φωτισμός (αδυναμία συγκεκριμένων δεσμών)

## 3. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ HID

- Υδραργύρου (80-1000W)
- Νατρίου (70-1000W)
- Μεταλλικών αλογονιδίων (50-2000W)



- Απαιτούν διάταξη έναυσης υψηλής τάσεως
- Εάν σβήσουν, χρειάζονται ~10' για επανέναυση
- Αναπτύσσουν πολύ υψηλές θερμοκρασίες
- Χρόνος ζωής ~10.000 hrs

## 3.1 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΥΔΡΑΡΓΥΡΟΥ

- Χαμηλή χρωματική απόδοση (CRI~ 47-58%)
- Θερμοκρασίες λευκού 3400-5000°K
- Μέτρια ειδική φωτεινή ροή (~50lm/W)
- Χρήση σε οδοφωτισμό και βιομηχανία
- Σχετικά χαμηλό κόστος
- Χρόνος ζωής ~16.000 hrs

## 3.2 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΝΑΤΡΙΟΥ

- Χαμηλής και υψηλής πίεσης ατμών Νατρίου
- Πολύ υψηλή ειδική φωτεινή ροή (90-200 lm/W)
- Χαμηλή χρωματική απόδοση (CRI~ 10-60%) με κάποιους λαμπτήρες να έχουν μονοχρωματική πορτοκαλί ακτινοβολία.
- Χρήση σε οδοφωτισμό, βιομηχανία και αστικές περιοχές
- Ο τύπος SDW-T (λευκού νατρίου) είναι ο μόνος που χρησιμοποιείται σε εμπορικές εφαρμογές
- Χρόνος ζωής ~ 15.000 hrs



### 3.3 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΑΛΟΓΟΝΙΔΙΩΝ

- Πολύ καλή χρωματική απόδοση (CRI~80-90%)
- Για αρχιτεκτονικό, αστικό και εμπορικό φωτισμό χρησιμοποιούνται οι τύποι CDM με κεραμικό καυστήρα (3000-4200°K)
- Για αθλητικό φωτισμό και ειδικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται οι τύποι MHN (5000-6500°K)
- Πολύ υψηλή ειδική φωτεινή ροή (90-120 lm/W)
- Χρόνος Ζωής ~10.000 hrs
- Υψηλό κόστος λαμπτήρα (150W = 50€)



## 4. ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ SOLID STATE (LED)

- Πολύ καλή χρωματική απόδοση (CRI~70-90%)
- Απαιτούν τροφοδοτικό λειτουργίας (12 VDC)
- Χρήση σε όλες σχεδόν τις εφαρμογές με πολύ μικρό δείκτη αποχρωματισμού
- Υψηλό σχετικά κόστος που συνεχώς μειώνεται
- Πολύ μεγάλος χρόνος ζωής (50.000-100.000 hrs) που μειώνεται εάν δεν απορρίπτεται η θερμότητα
- Μεγάλη ποικιλία χρωμάτων εκπομπής, με δυνατότητα συνδυασμών RGB με κατάλληλες διατάξεις dimming
- Εξαιρετική ειδική φωτεινή ροή (90-200 lm/W)
- Τείνουν να αντικαταστήσουν σχεδόν όλες τις μορφές λαμπτήρων στο μέλλον

## Β. ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΙ ΧΩΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

1. Κατηγορία χώρου και εμπορεύματος
2. Απαιτήσεις φωτισμού (ένταση φωτισμού, απόχρωση λευκού, ειδικές χρήσεις)
3. Επιλογή φωτιστικών σωμάτων και λαμπτήρων
4. Προσομοίωση με ειδικό λογισμικό (Calculux ©, Relux ©, Dialux ©, 3D-Studio© κλπ)
5. Διατάξεις εξοικονόμησης ενέργειας



# 1. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΑΠΟΧΡΩΣΗΣ ΤΟΥ ΛΕΥΚΟΥ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ

Proper use of fluorescent lamps

Optimal solution

Eventually suitable

	Shop lighting	Warm white					Neutral white				Cool daylight					
		79 1A	29 3	827 1 B	927 1 A	830 1 B	930 1 A	25 2 A	33 2 B	840 1 B	940 1 A	54 2 A	850 1 B	950 1 A	865 1 B	965 1 A
<b>Sales areas</b>																
Groceries			Eventually suitable		Optimal solution				Optimal solution							
Meat	Optimal solution															
Textiles, leather				Optimal solution	Eventually suitable				Eventually suitable	Optimal solution						
Furniture, carpets				Optimal solution												
Sports, games, stationery													Optimal solution			
Photo, clocks and jewellery						Eventually suitable				Eventually suitable						
Cosmetics, hairdressing			Eventually suitable	Optimal solution	Eventually suitable	Optimal solution			Eventually suitable	Optimal solution						
Flowers	Eventually suitable				Eventually suitable	Optimal solution			Eventually suitable	Optimal solution						
Bookshops			Eventually suitable		Optimal solution											
<b>Industry</b>																
Workshops							Eventually suitable		Optimal solution							
Elektro., mechanical assembly																Optimal solution
Textile manufacture																Optimal solution
Printing, graphical trades									Eventually suitable	Optimal solution			Eventually suitable	Optimal solution	Eventually suitable	Optimal solution
Colour testing												Eventually suitable	Optimal solution	Eventually suitable	Optimal solution	Optimal solution
Paintshops												Eventually suitable	Optimal solution	Eventually suitable	Optimal solution	Optimal solution
Stores								Eventually suitable	Optimal solution							
Plant growers										Eventually suitable						
<b>Offices, schools</b>																
Office areas					Optimal solution											
Conference rooms			Eventually suitable						Eventually suitable							
Teaching areas					Optimal solution											
Lobby, corridor			Eventually suitable		Optimal solution											
<b>Others</b>																
Dwellings			Optimal solution	Optimal solution	Eventually suitable	Eventually suitable										
Restaurants			Optimal solution	Optimal solution	Eventually suitable	Eventually suitable										
Museums						Optimal solution				Optimal solution			Eventually suitable		Eventually suitable	
Sport, multipurpose areas					Optimal solution	Optimal solution			Optimal solution							
Hospital bedrooms			Eventually suitable	Optimal solution	Eventually suitable	Optimal solution										
Treatment rooms						Eventually suitable				Optimal solution						

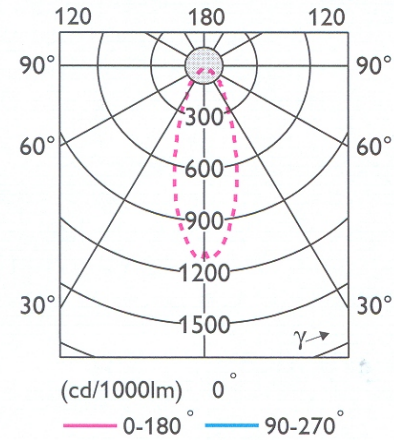


# 3Α. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ

Medium beam (36°)



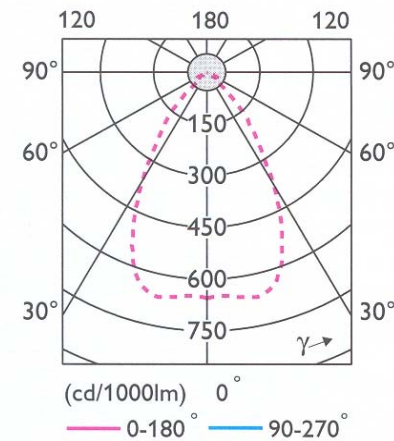
Polar intensity diagram



Wide beam (60°)



Polar intensity diagram

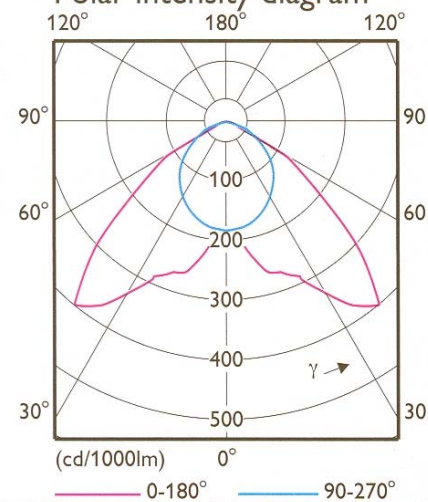


# 3B.ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΥ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ

**M6BD/M2BD**



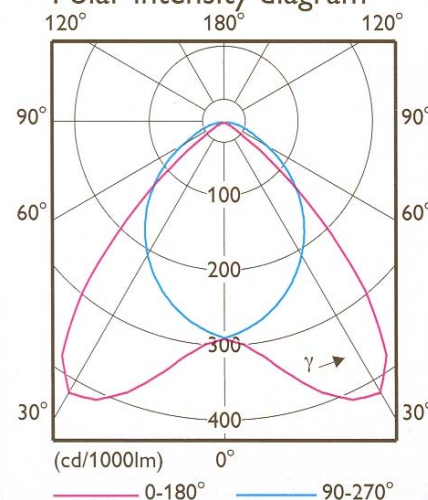
**Polar intensity diagram**



**M2**



**Polar intensity diagram**



# ΧΩΡΟΙ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

- Επιθυμητή μέση ένταση φωτισμού ~500 lux και 200 lux στους βοηθητικούς χώρους
- Δέσμες σε γωνία >50-60° από το οριζόντιο επίπεδο, για αποφυγή θάμβωσης και ανάκλασης σε οθόνες Η/Υ. Επιθυμητός και ο έμμεσος φωτισμός
- Απόχρωση λευκού 2700-4200°K
- Χρήση κυρίως φθορισμού για γενικό φωτισμό, με επιλεκτική χρήση φωτιστικών αλογόνου ή LED για accent lighting
- Ηλεκτρονικά Ballast, ή μαγνητικά με εναλλαγή φάσεων
- Σε μεγάλα γραφεία, 20% του φωτισμού πρέπει να υποστηρίζεται από UPS (10 lux ελάχιστη ένταση)
- Συνιστάται η χρήση αυτοματισμών (occu-sensors και αισθητήρων φυσικού φωτός) σε μεγάλα ανοίγματα.



ΓΡΑΦΕΙΟ ΜΕ ΜΕΣΗ ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ = 400  
lux, ΕΜΜΕΣΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ,  
ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ LED 15W ΕΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟ ΧΩΡΟ  
ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ LED 3W ΓΙΑ ACCENT LIGHTING







# ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΑ

- Χρήση γενικού φωτισμού μέσης εντάσεως 800-1200 lux από φωτιστικά φθορισμού ή μεταλλικών αλογονιδίων (CDM), ή αλογόνου. Πρόβλεψη για φωτισμό καθαρισμού.
- Χρήση τοπικών προβολέων CDM ή LED ή αλογόνου για την ανάδειξη του εμπορεύματος, σε ράγες φωτισμού.
- Ανάλογα με το εμπόρευμα και τα υλικά δόμησης, απόχρωση λευκού 2700-4200°K
- Ο φωτισμός ασφαλείας πρέπει να είναι άμεσης επανέντασης και να υποστηρίζεται από UPS
- Ευνοούνται οι αρχιτεκτονικές σκοτίες με έμμεσο φωτισμό στην οροφή
- Μέριμνα για αποχρωματισμό των εκθεμάτων, με χρήση φίλτρων UV, ιδίως στις βιτρίνες

# ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΚΑΤΑΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕ ΠΟΛΛΑΠΛΕΣ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ





# ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΠΟΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΥ ΥΛΙΚΩΝ

Daylight conditions / light source	Damage factor
Overcast sky – average	1.52
Sunlight – average	0.79
Daylight through 4 mm window glass	0.43 – 0.68
Incandescent lamp	0.08
PAR38	0.11
PAR38 cool beam	0.07
Open halogen lamp	0.17
Closed halogen MASTER line ES	0.10
MASTER Colour CDM	0.22
White SON SDW-T	0.10
Open metal halide lamp	0.50
Closed metal halide lamp	0.25
Fluorescent lamps - colour	
/827	0.19
/830	0.20
/840	0.21
/850	0.22
/865	0.24
/927	0.15
/930	0.15
/940	0.18
/950	0.22
/965	0.24
/29	0.17
/33	0.24
/79	0.22
FR (fading risk) = 0.02 DF x E x T where DF: damage factor E: illuminance, expressed in lux. T: time in hours	

ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΟ ΦΩΤΙΖΟΜΕΝΟ ΥΛΙΚΟ, ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΖΟΥΜΕ ΤΟΝ ΜΕΓΙΣΤΟ ΚΙΝΔΥΝΟ ΑΠΟΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΥ (FADING RISK) ΠΟΥ ΕΙΝΑΙ :

$$FR = 0,02 DF \times E \times T$$

DF = Δείκτης βλάβης (πίνακας)

E = Ενταση φωτισμού σε Lux

T = Χρόνος σε ώρες έκθεσης

Ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος για ακριβό εμπόρευμα και έργα τέχνης

## ΧΩΡΟΙ ΕΚΘΕΣΕΩΝ, ΜΟΥΣΕΙΩΝ, ΓΚΑΛΕΡΙ

- Φωτισμός εκθεμάτων από ράγες φωτισμού στην οροφή
- Αποφυγή υπερφωτισμού. Οι σκιές είναι σημαντικές.
- Προβολείς αλογόνου ή LED, ενώ επιτρέπονται οι CDM
- Επιλογή δεσμών (NB, MB, WB) για καλύτερη ανάδειξη, ανάλογα με την απόσταση. Χρήση "barn doors"
- Γενικός φωτισμός 500 lux που μπορεί να απομονώνεται
- Πρόβλεψη για φωτισμό ασφαλείας και καθαρισμού
- Αποχρώσεις του λευκού 3000-4200°K
- Ιδιαίτερη προσοχή στους κινδύνους αποχρωματισμού
- Χρήση φίλτρων UV σε ευαίσθητα εκθέματα
- Σε εμπορικές εκθέσεις (π.χ. αυτοκινήτων), χρήση CDM

# ΕΚΘΕΣΗ ΓΛΥΠΤΩΝ (ΣΥΛΛΟΓΗ SIMON SPIERER) ΣΤΟΝ ΠΟΛΥΧΩΡΟ "ΑΘΗΝΑΪΣ", 2008 (1)





# ΕΚΘΕΣΗ ΓΛΥΠΤΩΝ (ΣΥΛΛΟΓΗ SIMON SPIERER) ΣΤΟΝ ΠΟΛΥΧΩΡΟ "ΑΘΗΝΑΪΣ", 2008 (2)



# ΕΚΘΕΣΗ BIT-2009, ΜΙΛΑΝΟ





## ΧΩΡΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

- Ο φωτισμός γίνεται κυρίως με "high bay" φωτιστικά (καμπάνες) υδραργύρου, μεταλλικών αλογονιδίων, LED, ή με ράγες σωμάτων φθορισμού.
- Ανάλογα με τη δραστηριότητα, επιλέγεται θερμοκρασία λευκού 4200-5000°K
- Επίπεδα φωτισμού 300-1000 lux(τοπικά)
- Τριφασική διάταξη τροφοδοσίας για αποφυγή στροβοσκοπικών φαινομένων
- Απαραίτητος ο φωτισμός ασφαλείας (10 lux)

# ΧΩΡΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ



# Γ. ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΑΣΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

- Πάρκα, κήποι και άλλοι χώροι πρασίνου
- Πλατείες, συντριβάνια
- Πεζόδρομοι
- Ποδηλατόδρομοι
- Δρόμοι ελαφράς κυκλοφορίας οχημάτων
- Προαστιακές οδοί
- Περιβάλλοντες χώροι εμπορικών κέντρων

CIE 136-2000, "Guide to the Lighting of Urban Areas", οι πεζοί και οι ποδηλάτες πρέπει:

- Να μπορούν να προσανατολίζονται οπτικά μέσα στο περιβάλλον
- Να διακρίνουν εμπόδια στην πορεία τους
- Να αντιλαμβάνονται τις κινήσεις και τις προθέσεις άλλων ανθρώπων
- Να μπορούν να διαβάζουν τη σήμανση των οδών
- Να αναγνωρίζουν διάφορα σημεία αναφοράς, δοχεία απορριμάτων, κράσπεδα, πυροσβεστικούς κρουούς κλπ.
- Να απολαμβάνουν την εμφάνιση του δρόμου και του περιβάλλοντος.
- Ο φωτισμός μέσα σε περιοχές κατοικίας δεν πρέπει (κατά το δυνατόν) να διαχέεται στις προσόψεις των κτιρίων

# ΕΠΙΘΥΜΗΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΓΙΑ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ  
ΠΕΖΩΝ

$E_{H \text{ avg}} = 5 \text{ lx}$ ,  $E_{H \text{ min}} = 2 \text{ lx}$ ,  $E_{SC \text{ min}} = 2 \text{ lx}$ ,  $CRI \geq 80$

ΔΡΟΜΟΙ ΚΑΙ ΠΛΑΤΕΙΕΣ ΥΨΗΛΟΥ ΓΟΗΤΡΟΥ ΚΑΙ ΜΕ  
ΕΝΤΟΝΗ ΝΥΧΤΕΡΙΝΗ ΚΙΝΗΣΗ ΠΕΖΩΝ ΚΑΙ  
ΠΟΔΗΛΑΤΩΝ

$E_{H \text{ avg}} = 10-20 \text{ lx}$ ,  $E_{H \text{ min}} = 3-8 \text{ lx}$ ,  $CRI \geq 80$

- Αποφυγή φαινομένων θάμβωσης και ενόχλησης στην πανίδα της περιοχής.
- Αποφυγή φωτορύπανσης, αν και επιβάλλεται ένας μικρός βαθμός διάχυσης του φωτός για αίσθημα ασφάλειας.

## ΕΠΙΛΟΓΗ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

- Ενδεικνυόμενοι λαμπτήρες CDM 70, 100 και 150W, ή LED 35, 50 ή 100W για ιστούς ύψους 3-6 μ. σε απόσταση 12-20 μ. μεταξύ τους. Περιορισμένη χρήση λαμπτήρων CFL σε στυλίσκους φωτισμού και για άμεση επανέναυση.
- Φωτιστικά σώματα χαμηλής θάμβωσης και φωτορύπανσης, με κατάλληλους ανακλαστήρες δέσμης. ΑΠΑΓΟΡΕΥΟΝΤΑΙ ΟΙ "ΜΠΑΛΛΕΣ"
- Χρήση φωτιστικών στυλίσκων (bollards) με λαμπτήρα CFL 25W, ανά ~6 μ. σε μονοπάτια ή περιοχές με έντονη βλάστηση
- Ενδοδαπέδιοι προβολείς CDM 35W ή LED 20W για φωτισμό φυλλωμάτων δένδρων.















