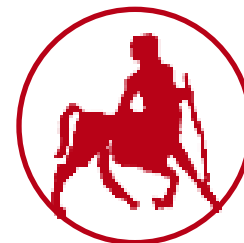


ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΠΗΓΕΣ

Α. Τσαγκρασούλης
Τμ. Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας



ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ

Πυράκτωσης

Απλές

Αλογόνου

Εκκένωσης

Νεον

Φθορισμού

Γραμμικές
Κυκλικές
Συμπαγείς

Ψυχρής καθόδου

Επαγωγής

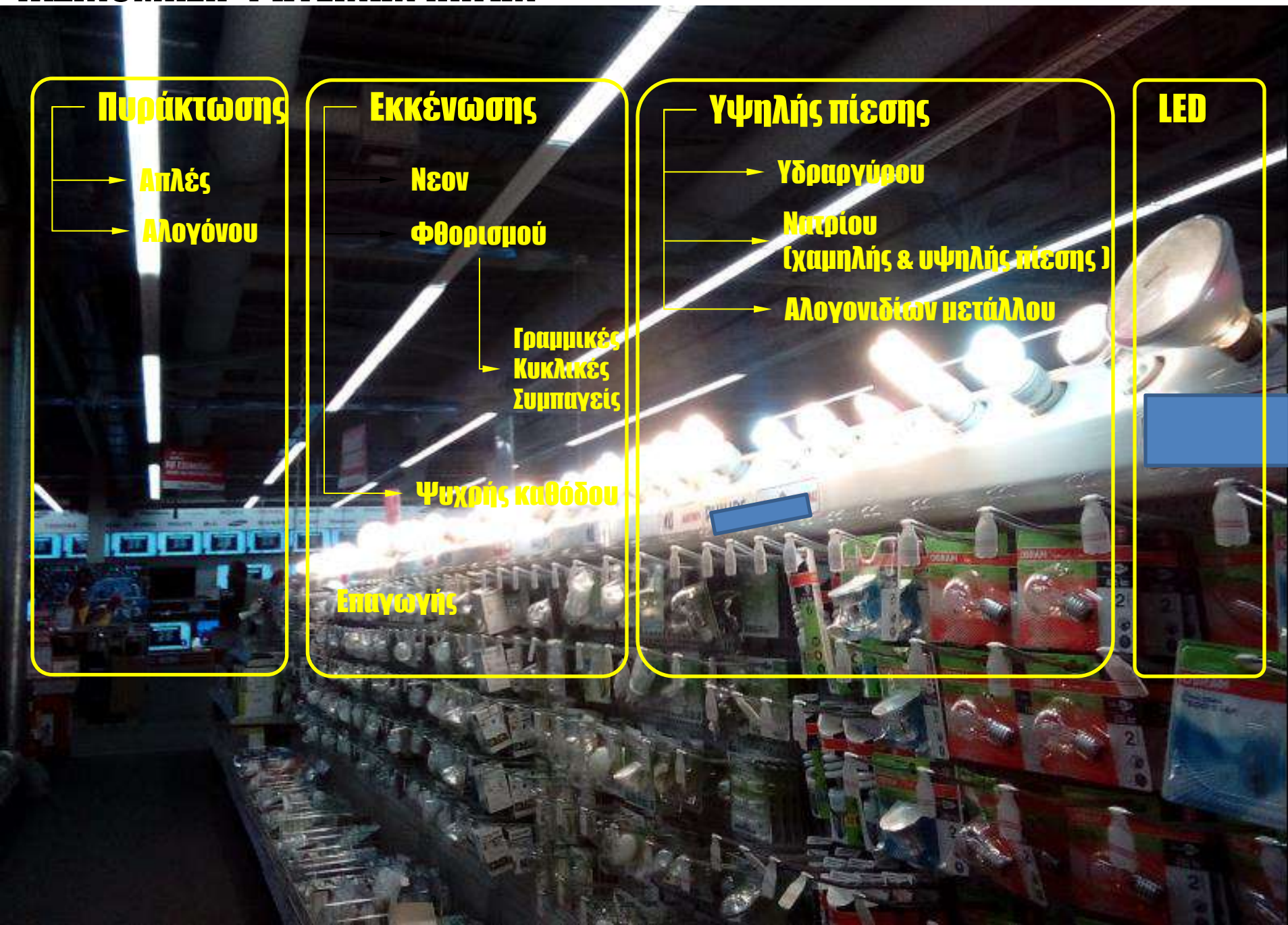
Υψηλής πίεσης

Υδραργύρου

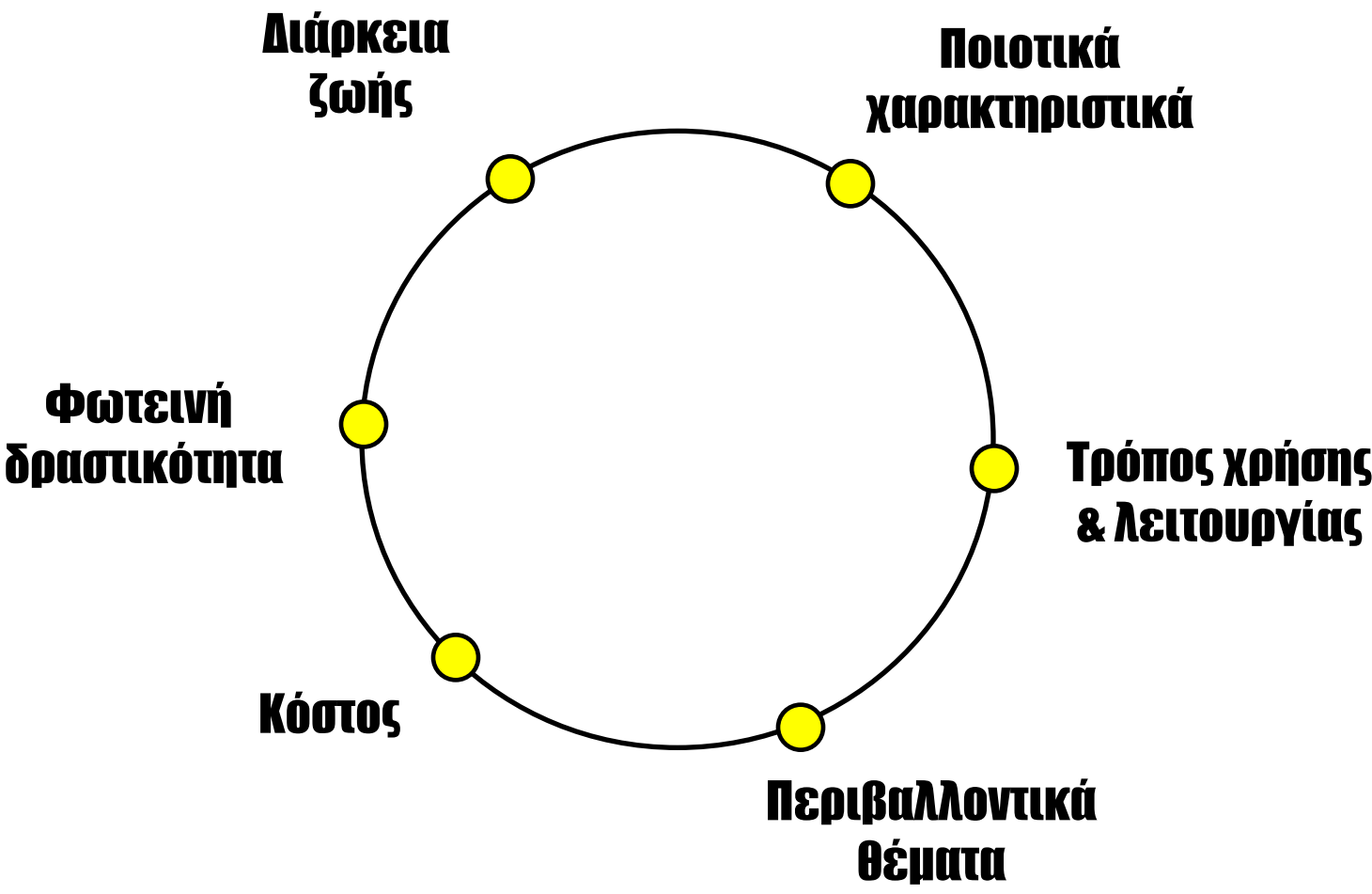
Νατρίου
(χαμηλής & υψηλής πίεσης)

Αλογονιδίων μετάλλου

LED



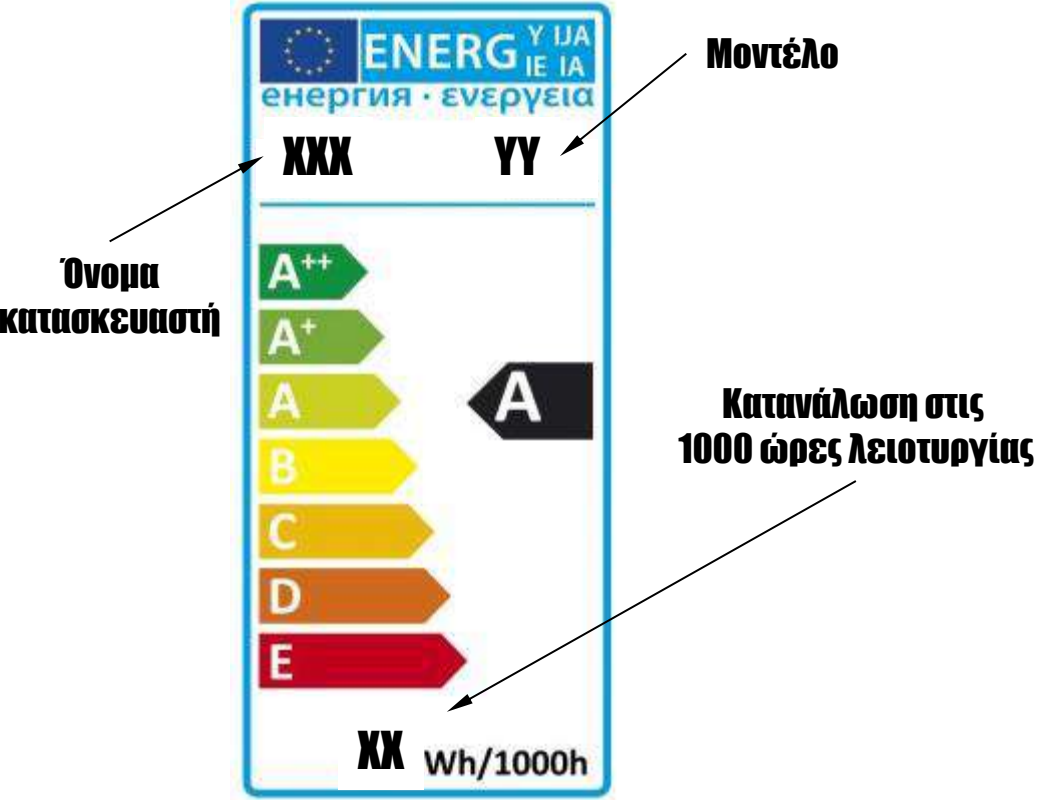
ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ



Προφανώς η κυκλοφορία μιας πηγής φωτισμού στο εμπόριο προϋποθέτει την ικανοποίηση ενός αριθμού τεχνικών οδηγιών (CE marking).

ΠΙΕΣΗ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Σημαντική δράση στην προσπάθεια μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας στο κτηριακό περιβάλλον είναι η αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας των συσκευών και συνεπώς των πηγών φωτισμού. Σε νομοθετικό επίπεδο έχει ξεκινήσει απο το 2007 και όσον αφορά τις πηγές φωτισμού για κατοικίες η ημερομηνία έναρξης της σταδιακής κατάργησης των μη αποδοτικών, διαφοροποιείται ανάλογα με τη χώρα. Στην Ευρώπη άρχισε το Σεπτέμβριο του 2009 και συνεχίζεται καταργώντας με την πάροδο του χρόνου μη αποδοτικές πηγές. Η ταξινόμηση των πηγών σε κατηγορίες βασίζεται στον δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (EEI).



Κλάση	EEI (όχι λαμπτήρες spot)
A++	$EEI \leq 0.11$
A+	$0.11 < EEI \leq 0.17$
A	$0.17 < EEI \leq 0.24$
B	$0.24 < EEI \leq 0.6$
C	$0.6 < EEI \leq 0.8$
D	$0.8 < EEI \leq 0.95$
E	$0.95 < EEI$

Ο EEI υπολογίζεται με διαίρεση της ισχύος του λαμπτήρα προς μια ισχύ αναφοράς

ΠΙΕΣΗ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Φυσικά δεν ενδιαφέρει μόνο η κατανάλωση ενέργειας κατά τη διάρκεια λειτουργίας της πηγής αλλά και η ενέργεια που χρειάζεται για τον πλήρη κύκλο της ζωής της (από την κατασκευή, μεταφορά, χρήση μέχρι την ανακύκλωση). Η ενέργεια για την λειτουργία έχει σαφώς το μεγαλύτερο ποσοστό ιδίως στους λαμπτήρες πυράκτωσης (απλούς είτε αλογόνου, ~90%).

Ετσι μέχρι το 2012* η κατανάλωση ενέργειας στον κύκλο ζωής ήταν περίπου ίδια για λαμπτήρες LED και CFL (και 4 φορές μικρότερη από αυτή των πυράκτωσης) ενώ αναμενόταν από το 2015 η κατανάλωση των LED να μειωθεί περίπου στο μισό.

Ενδιαφέρον επίσης έχει η παρουσίαση των επιπτώσεων στο περιβάλλον (πρώτες ύλες, αέρα, νερό και έδαφος) με την βοήθεια της ανάλυσης του κύκλου ζωής των λαμπτήρων. Η καλύτερη επίδοση ήταν αυτή των LED's.

US Dept. of Energy, Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of LED Lighting Products, Part I: Review of the Life-Cycle Energy Consumption of Incandescent, Compact Fluorescent, and LED Lamps

Part 2: LED Manufacturing and Performance (June 2012) New LCA that provided more detail on the LED manufacturing process and evaluated a variety of environmental impacts in addition to energy use.

Part 3: LED Environmental Testing (March 2013) Disassembled and chemically tested product samples to determine whether potentially toxic elements are present in concentrations that exceed regulatory thresholds for hazardous waste.

ΠΙΕΣΗ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Η σταδιακή κατάργηση μη ενεργειακά αποδοτικών προϊόντων αφορούν και άλλους τύπους λαμπτήρων (π.χ. Γραμμικούς φθορισμού, για χρήση σε εξωτερικούς χώρους (υδραργύρου)) καθώς και επίσης των μαγνητικών στραγγαλιστικών πηνίων.

Πρόσφατα (17/4/2015) αποφασίσθηκε η καθυστέρηση της απόσυρσης λαμπτήρων κατηγορίας D (αλογόνου) από την 1/9/2016 στις 1/9/2018 προσδοκώντας μείωση κόστους και βελτίωση τεχνικών χαρακτηριστικών των LEDs. Άλλες προτάσεις:

- Απο το 2010 έχει καταργηθεί η χρήση γραμμικών φθορισμού T8 με επίστρωση halo-phosphate.**
- Απο το 2017 επιτρέπει μόνο η χρήση ηλεκτρονικών διατάξεων έναυσης.**
- Απο 13/4/2015 αποσύρονται οι γενικά σε κοινή χρήση σε φωτιστικά εξωτερικών χώρων (πλατείες κλπ) λαμπτήρες υδραργύρου (245-2009 (ErP) / 2011/65-RoHS). Με τους ίδιους κανονισμούς υιοθετούνται αυστηρότερα κριτήρια απόδοσης για λαμπτήρες εκκένωσης υψηλής πίεσης.**

Τα μέτρα ενεργειακής αποδοτικότητας πρέπει να ξεπεράσουν συγκεκριμένα εμπόδια όπως

- 1. Οι νέες τεχνολογίες συνοδεύονται απο αυξημένο κόστος αγοράς**
- 2. Αργή υιοθέτηση στην κατασκευαστική πρακτική**
- 3. Ο μεγάλος αριθμός προϊόντων διευρύνει και τα χαρακτηριστικά τους. Συνεπώς το μικρότερο κόστος μπορεί να οδηγεί σε χαρακτηριστικά που δεν είναι αποδεκτά απο τους χρήστες. Π.χ. Ο χρόνος έναυσης ή η χρωματική απόδοση είναι μερικά απο αυτά.**

ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΟΔΗΓΙΩΝ

- Η οδηγία για τον περιορισμό της χρήσης επικύνδινων ουσιών (RoHS) 2002/95 / ΕΚ τέθηκε σε ισχύ την 1η Ιουλίου 2006. Προτείνει τον συνεχή περιορισμό (αυστηροποίηση με τον χρόνο) της χρήση των ακόλουθων έξι ουσιών: μόλυβδος, υδράργυρος, κάδμιο, εξασθενές χρώμιο, πολυβρωμοδιφαινύλια (PBB) και πολυβρωμοδιφαινύλια (PBDE).



- Η οδηγία για τα απόβλητα ειδών ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού (WEEE) 2002/96 / ΕΚ, καθορίζει στόχους για τη συλλογή, την ανακύκλωση και την ανάκτηση των ηλεκτρικών ειδών και αποτελεί μέρος μιας νομοθετικής πρωτοβουλίας για την αντιμετώπιση του διλήμματος των τοξικών ηλεκτρονικών αποβλήτων.



ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι πηγές φωτισμού εκπέμπουν ακτινοβολία από το τμήμα της υπεριώδους μέχρι υπέρυθρη. Συνεπώς ενδιαφέρει η έκθεση των ιστών σε αυτή. Η βιολογική απόκριση σε αυτή την έκθεση γενικά κατηγοριοποιείται είτε ως φωτοχημική (μικρά μήκη κύματος 300-700 nm) ή θερμική (μεγάλα 380-1400 nm)

Έτσι για τις πηγές φωτισμού ισχύουν τα πρότυπα :

- **IEC 62471 (International)**
- **EN 62471 (EU)**
- **ANSI/IESNA RP-27 (USA)**

Τα πρότυπα κατηγοριοποιούν τις πηγές ανάλογα με τον κίνδυνο βλάβης (φωτοχημικό/θερμικό) χρησιμοποιώντας την χρονική έκθεση, το φάσμα και είτε την ένταση ακτινοβολίας είτε την ενεργό ακτινοβολήση.

ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΟΔΗΓΙΩΝ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΕ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Κατηγοριοποίηση σύμφωνα με EN 62471

Risk Group		Safety massage		Exposure periods to determinate	
				Retinal Photochemical Hazard	Retinal Thermal Hazard
RG0 “excmpt”	No photobiological Hazard			10000 sec	10 sec
RG1 “low risk”	No hazard due to normal behavioral limitations on exposure			100 sec	10 sec
RG2 “moderate risk”	No hazard due to the aversion response to very bright light sources or due to thermal discomfort			0.25 sec	0.25 sec

Φυσικά ορίζονται και τα όρια για την εκπομπή ακτινοβολίας σε κάθε κατηγορία

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ

Πριν παρουσιασθούν διάφορες τεχνολογίες πρέπει να αναλυθεί η παράμετρος της διάρκειας ζωής. Για τους λαμπτήρες γενικά (εκτός των LEDs) η μέση διάρκεια ζωής ορίζεται ως ο χρόνος που χρειάζεται:

για να έχει απομείνει το 50% των λαμπτήρων σε λειτουργία

Η βιομηχανία μετρά την παραπάνω διάρκεια σε ένα πλήθος απο λαμπτήρες με συγκεκριμένο χρονοπρόγραμμα λειτουργίας. Π.χ για τυς λαμπτήρες φθορισμού είναι 3 ώρες σε λειτουργία και 20 λεπτα σβηστοί ενώ για τους εκκένωσης υψηλής πίεσης είναι 11 ώρες σε λειτουργία και στη συνέχεια 1 ώρα σβηστοί. Προφανώς αν υιοθετηθεί διαφορετικό πρόγραμμα λειτουργίας η διάρκεια ζωής είναι διαφορετική.

Π.χ. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού σε διάδρομο πολυκατοικίας;

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ



ΣΤΗΝ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ

ΔΕΝ

ΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ ΥΠΟΨΗ

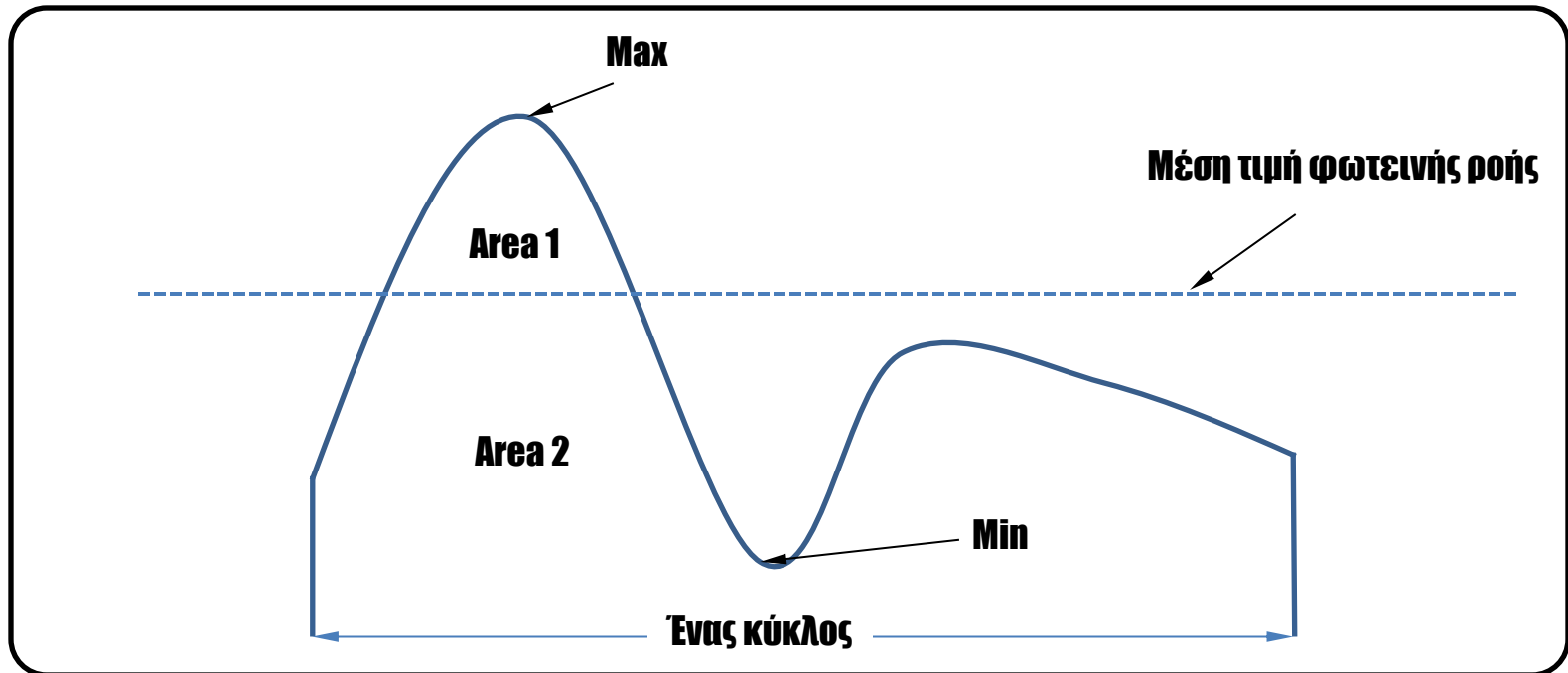
Η ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΡΟΗΣ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ Ή

Η ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

FLICKER (Φωτεινή μαρμαρυγή)

Σχεδόν όλες οι πηγές φωτισμού που χρησιμοποιούν εναλλασσόμενο ρεύμα για τη λειτουργία τους παρουσιάζουν σε κάποιο ποσοστό φωτεινή μαρμαρυγή. Δύο παράμετροι χρησιμοποιούνται για την εκτίμησή της :

1. **Percent Flicker** = $100\% \times (\max - \min) / (\max + \min)$
2. **Flicker index** = $\text{Area 1} / (\text{Area 1} + \text{Area 2})$



Στα LEDs δεν είναι η ίδια η επαφή που δημιουργεί την μαρμαρυγή (δουλεύουν σε συνεχές ρεύμα) αλλά το ηλ. κύκλωμα που υποστηρίζει την λειτουργία τους (driver).

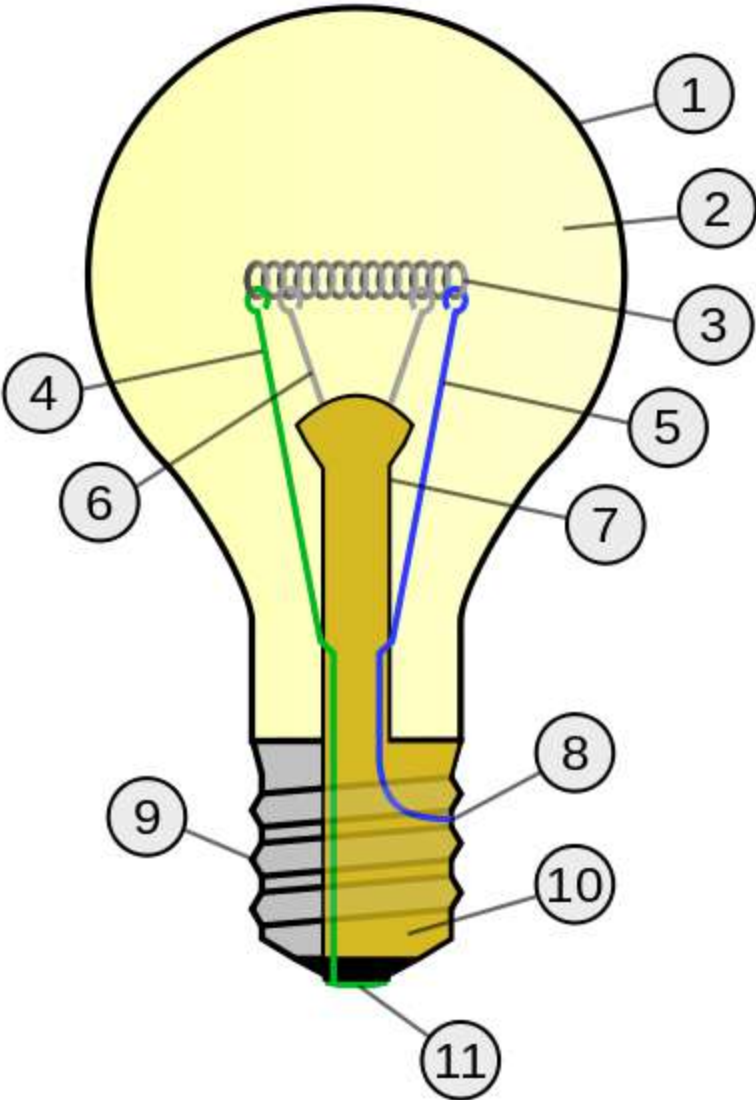
FLICKER (Φωτεινή μαρμαρυγή)

Γενικά η αίσθηση επηρεάζεται απο την συχνότητα, το εύρος της διακύμανσης, την ένταση, το μήκος κύματος, το σημείο στον αμφιβληστροειδή και το βαθμό προσαρμογής του οπτικού συστήματος. Μερικές τυπικές τιμές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Τύπος λαμπτήρα	Percent flicker	Flicker Index
Πυράκτωσης (A19)	13.4	0.04
Πυράκτωσης (R30)	6.6	0.02
Οικονομίας με ηλ. Ballast CFL A19)	5.1	0.01
Οικονομίας τεσσάρων σωλήνων με ηλ. ballast	1.8	0.00
LEDs	0.4-97.2	0.00-0.39

Παρατηρείστε το εύρος των τιμών για τους λαμπτήρες που μετρήθηκαν

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ



- Αν και η πατέντα για την λάμπα πυράκτωσης απο τον T. Edison δόθηκε το 1879 , το φαινόμενο είχε παρατηρηθεί απο τον A. de la Rive (πυράκτωση νήματος Pt στο κενό).
- Η θεωρητική βάση της λειτουργίας αναπτύχθηκε το 1900 (Plank)
- Το 1911 /1912 άρχισε να χρησιμοποιείται σαν αέριο ένα μίγμα αργού και αζώτου και για νήμα το βολφράμιο.
- Το 1960 άρχισε να χρησιμοποιείται η τεχνολογία αλογόνου.

- 1 Γυάλινος κώδωνας
- 2 Αδρανές αέριο (π.χ. τυπικά 20% Ar/ 80% N₂)
- 3 Νήμα βολφράμιου (W). Το βολφράμιο έχει χαμηλή πίεση ατμών και υψηλό σημείο τήξης (3410 °C) Σε σχέση με τα υπόλοιπα μέταλλα που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν.

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ



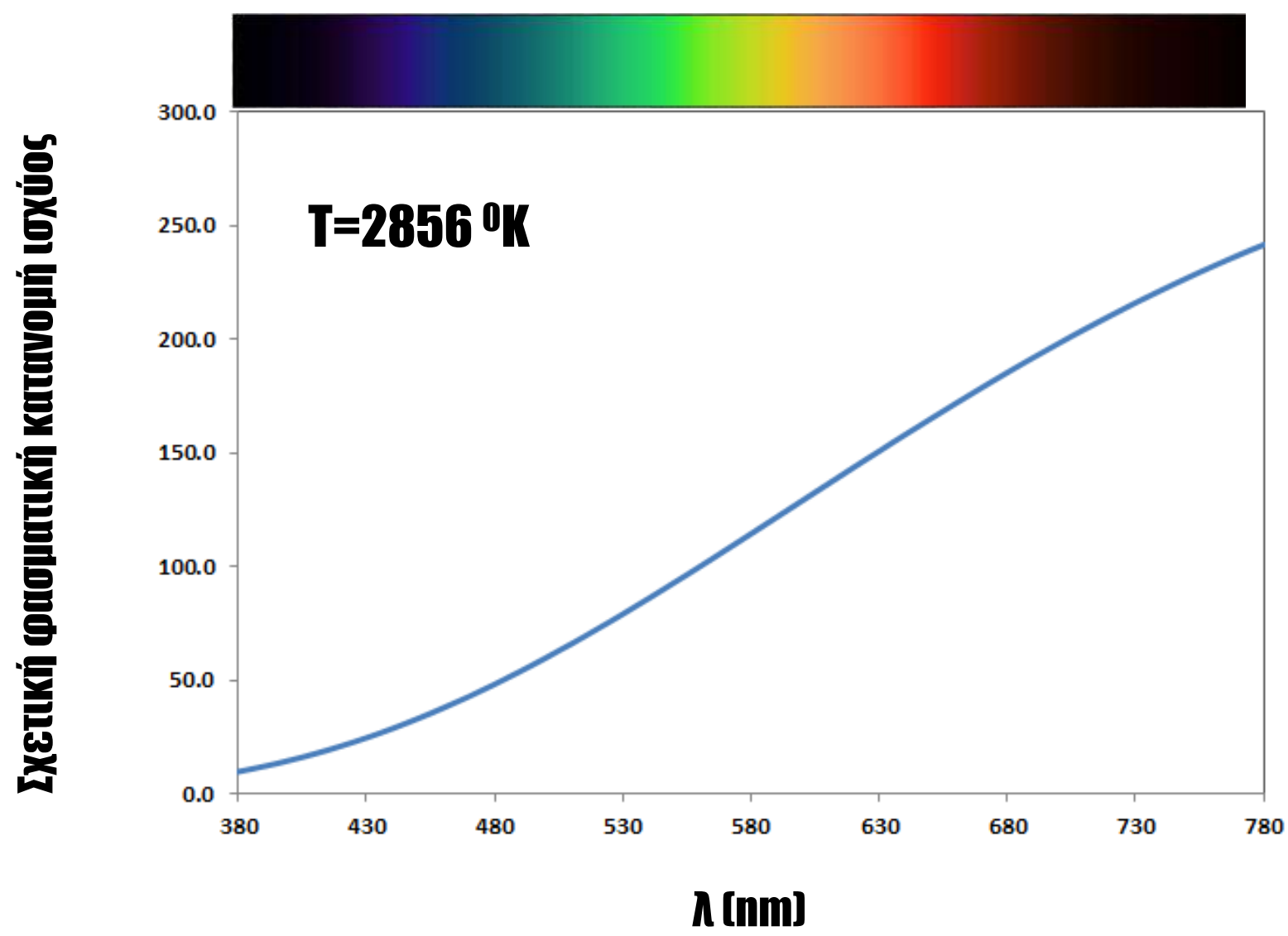
Η εξάχνωση του βολφράμιου απο το νήμα αρχικά και η συμπύκνωση του στον κώδωνα, τον «μαυρίζει».

Ο μηχανισμός καταστροφής του λαμπτήρα εδράζεται στην λέπτυνση του νήματος σε κάποιο σημείο , η οποία οδηγεί στην αύξηση της θερμοκρασίας και στην καταστροφή του.

Ο τρόπος λειτουργίας επηρεάζει και την απόδοση και την διάρκεια ζωής. Αύξηση της τάσης λειτουργίας οδηγεί στην αύξηση της φωτεινής ροής που εκπέμπεται, στη μείωση της διάρκεια ζωής και αύξηση της θερμοκρασίας χρώματος. Τα αντίθετα προφανώς συμβαίνουν όταν η τάση μειώνεται.

Τυπική τιμή (λειτουργία στην ονομαστική τάση) για την φωτεινή δραστητικότητα ~13 lm/W, ενώ για τη διάρκεια ζωής ~1000 ώρες

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΥΡΑΚΤΩΣΗΣ



Η συγκεκριμένη φασματική κατανομή αντιστοιχεί σε μια πρότυπη πηγή (standard Illuminant A) πυράκτωσης θερμοκρασίας 2856 °K

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ



Κύκλος αλογόνου

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ



Η επίδραση του κύκλου αλογόνου έχει σαν αποτέλεσμα :

- 1. Να μπορεί να μειωθούν οι διαστάσεις της λάμπας**
- 2. Να αυξηθεί η πίεση του αερίου στον κώδωνα, με συνέπεια μικρότερο βαθμό εξάχνωσης του βολφράμιου. Δηλ. αυξάνεται η απόδοση και η διάρκεια ζωής (τυπική τιμή 22 lm/W (3000 °K))**

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ



Λυχνιολαβή E27

Οι λαμπτήρες αλογόνου σε τάση 230 V έχουν μεγαλύτερα και λεπτότερα νήματα, λειτουργώντας σε μικρότερη θερμοκρασία (μικρότερη δραστικότητα). Η ύπαρξη εξωτερικού κώδωνα προστατεύει χρήστη και λάμπα

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ

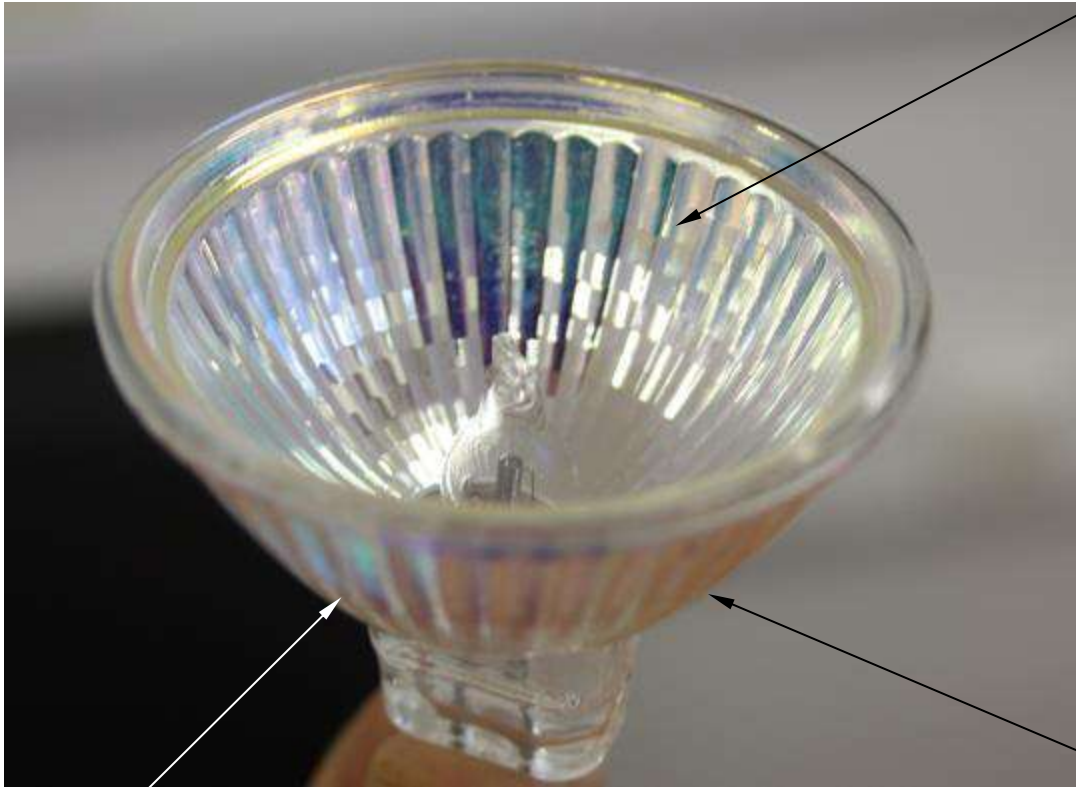


**Λυχνιολαβή GU 5.3
12V**

Λυχνιολαβή R7

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ

Μπορεί να υπάρχει γυάλινο κάλυμα
με σκοπό της απορρόφηση της υπεριώδους
Ακτινοβολίας (σημαντικό για μουσεία, cool beam).



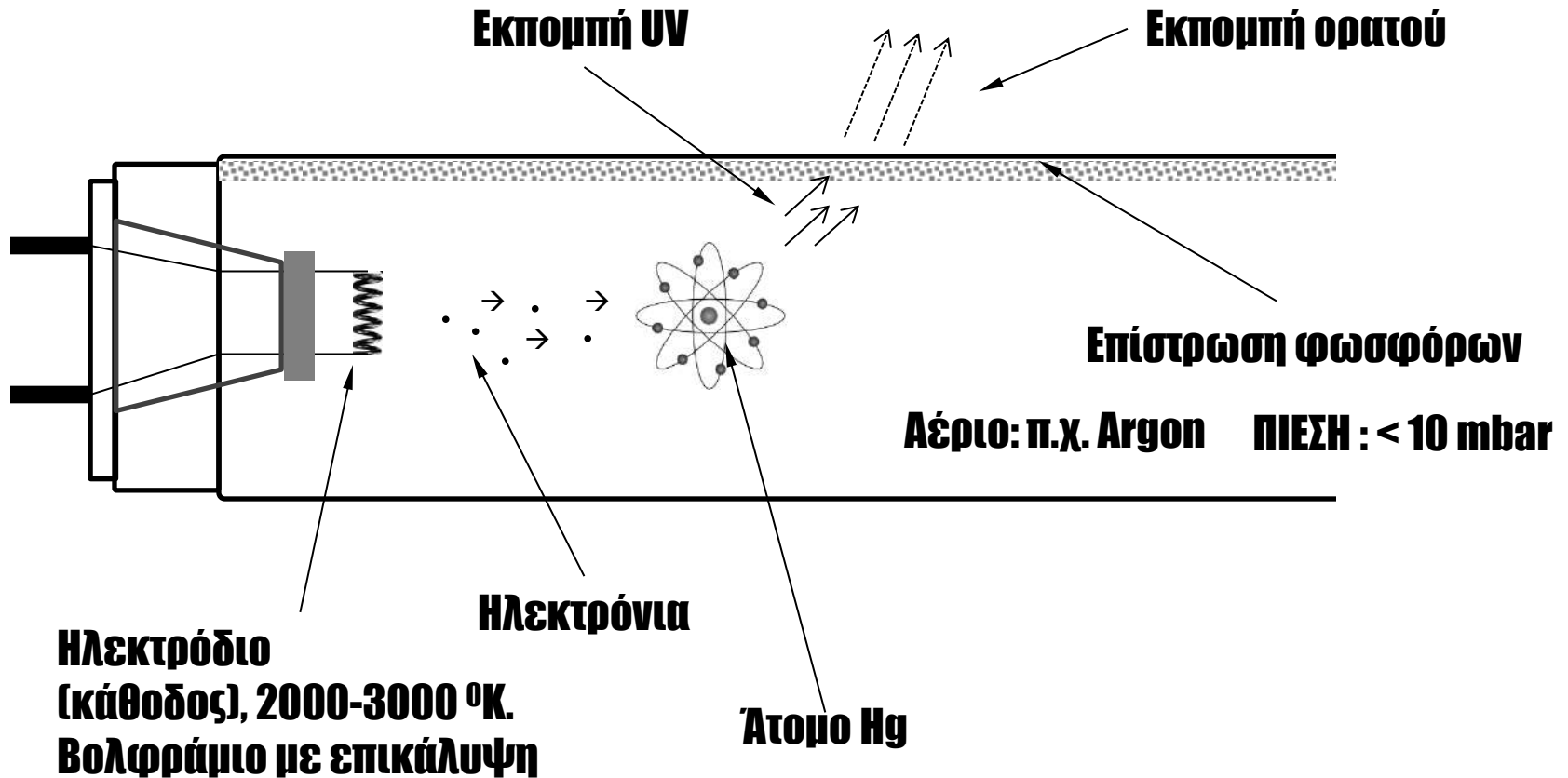
Επειδή οι διαστάσεις του νήματος είναι μικρές,
Ο ανακλαστήρας μπορεί να λειτουργεί αποδοτικά
(βλ. Παρουσίαση για ανακλαστήρες).
Ο συγκεκριμένος λαμπτήρας διατίθεται σε μια
ποικιλία ισχύος και δεσμών

Ο ανακλαστήρας
Με επίστρωση αλουμινίου ή
Διχρωμικού υμένιου. Στην τελευταία
Περίπτωση το ορατό τμήμα ανακλάται
Το υπέρυθρο όμως φιλτραρεται.

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΟΥ - ΒΕΛΤΙΩΣΕΙΣ

Τροποποίηση του νήματος (photonic band structure via 3D-structuring). Προσμίξεις στον γυάλινο κώδωνα (απο διαφανή τετηγμένο χαλαζία) μπορούν να τροποποιήσουν το φάσμα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, π.χ. με οξείδιο του νεοδύμιου)

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)



- Θερμιονική εκπομπή ηλεκτρονίων απο τα ηλεκτρόδια.
- Σύγκρουση των εκπεμπόμενων ηλεκτρονίων με τα άτομα υδραργύρου (ιονισμός)
- Εκπομπή υπεριώδους ακτινοβολίας
- Μετατροπή της υπεριώδους σε ορατή στην επίστρωση φωσφόρων του σωλήνα

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ

Ποσότητα υδράργυρου. Με την θέρμανση εξατμίζεται με σκοπό τον ιονισμό των ατόμων του απο τη σύγκρουση με τα ηλεκτρόνια. Έχει σημασία στο σχεδιασμό των λαμπτήρων να εκτιμηθεί ποια σημεία έχουν χαμηλή θερμοκρασία ώστε αυτή να μπορέσει να διατηρηθεί σε επιτρεπτά όρια (αποφυγή συμπύκνωσης).



Τα ηλεκτρόδια (βολφράμιου) επικαλύπτονται οξείδια στρόντιου, ασβεστίου, βαρίου με σκοπό την εύκολη εκπομπή ηλεκτρονίων όταν θερμαίνονται

Η πίεση είναι πολύ μικρή (~0.003 atm).

Αδρανές αέριο (π.χ. Ar, Kr, Ne, Xe)

Η ύπαρξη αυτού μειώνει τη τάση έναυσης, προστατεύει τα ηλεκτρόδια και βελτιστοποιεί την εκπομπή της υπεριώδους ακτινοβολίας

Επίστρωση με μίγμα ουσιών με διαφορετικές ιδότητες φθορισμού. Π.χ. Ένας συνδυασμός με επίστρώσεις που εμφανίζουν κύρια εκπομπή στη μπλέ, πράσινη και κόκκινη περιοχή του ορατού φάσματος (π.χ.

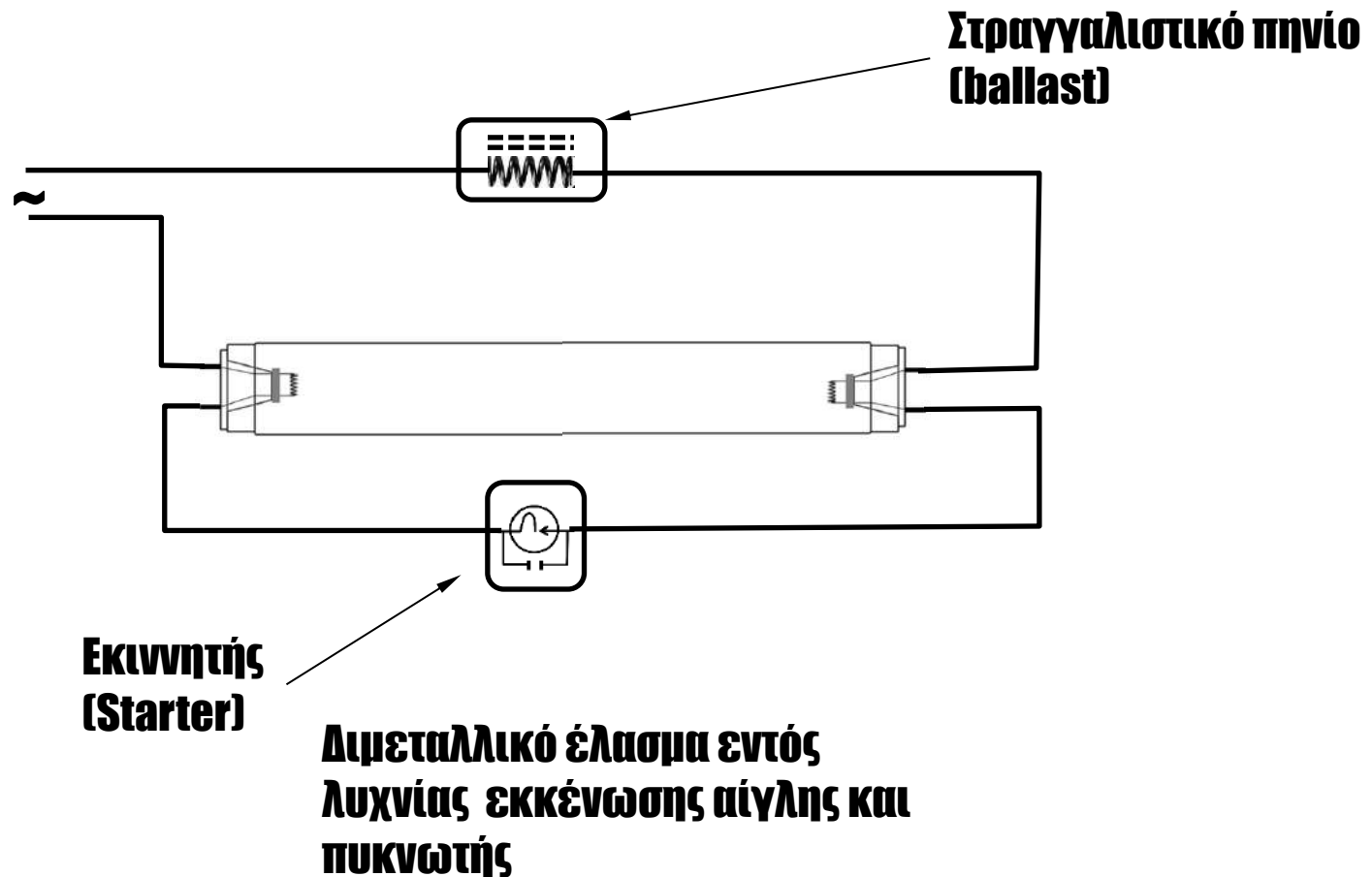
Barium magnesium Aluminate (BAM),

Calcium Tungstate (CAT), Yttrium Oxide (YOX) αντίστοιχα). Η βελτιωμένη σύνθεση των επιτρώσεων νέας γενιάς Επιτρέπει την επίτευξη αυξημένων δεικτών χρωματικής απόδοσης.

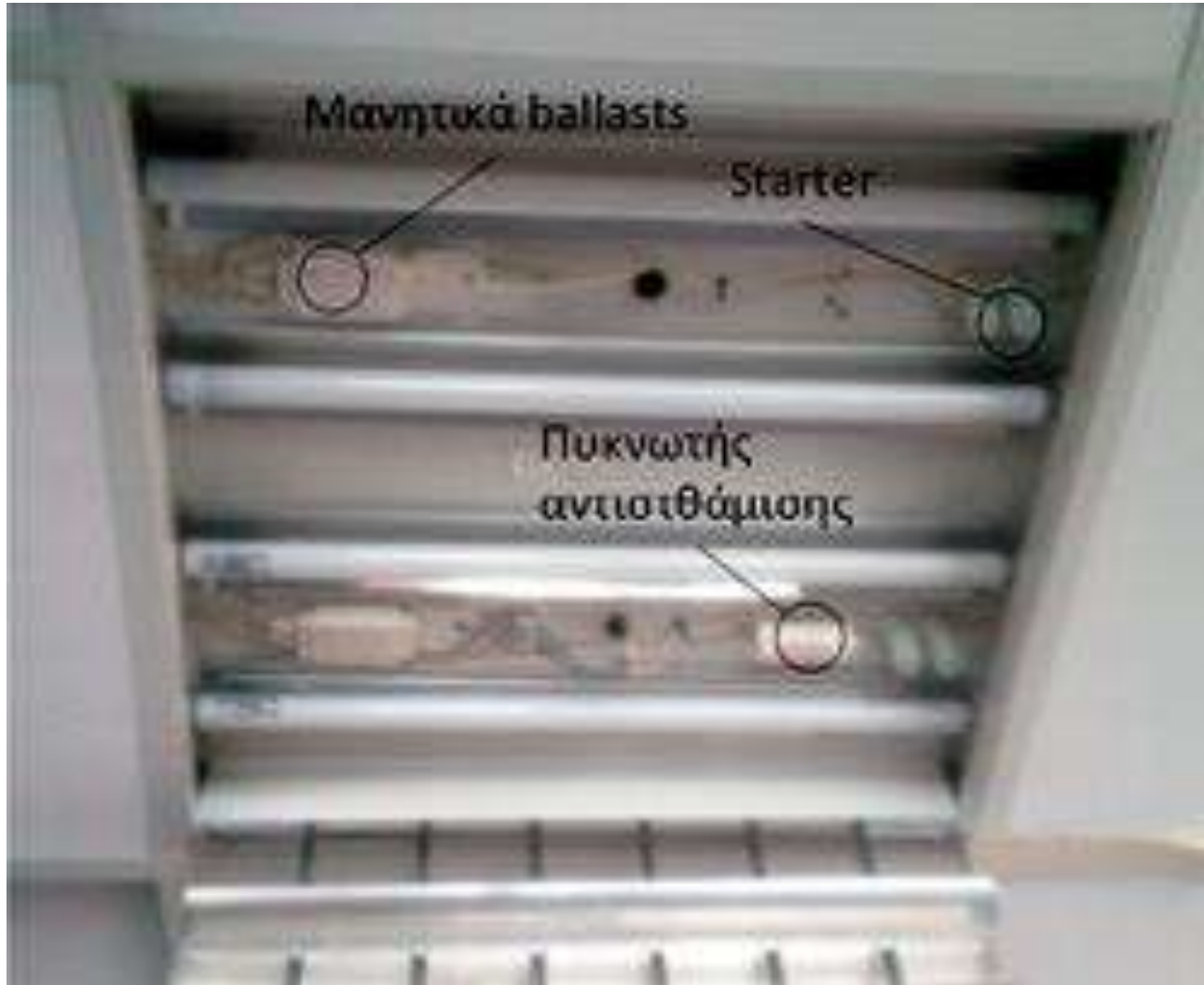
ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)

Η εκκένωση εμφανίζει το εξής χαρακτηριστικό, την αύξηση της έντασης του ρεύματος (μείωση αντίστασης). Θα μπορούσε να περιορισθεί η αύξηση αυτή με την χρήση μιας αντίστασης, αλλά τότε η απόδοση του λαμπτήρα θα μειωνόταν σημαντικά.

Λόγω χρήσης εναλλασσόμενου ρεύματος, ο προαναφερθείς περιορισμός της έντασης πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός «στραγγαλιστικού πηνίου», (ballast).



ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)



Διόρθωση συνημιτόνου

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)

Στραγγαλιστικά πηνία



**Πιθανός θορυβος, μεγάλη αντοχή , Μικρό λ, αυξημένη κατανάλωση (σε σχέση με τα ηλεκτρονικά).
Είναι δυνατή η ρύθμιση της φωτεινής ροής. Αποσύρονται εντελώς απο το 2017.**

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)

Ηλεκτρονικές διατάξεις έναυσης/λειτουργίας



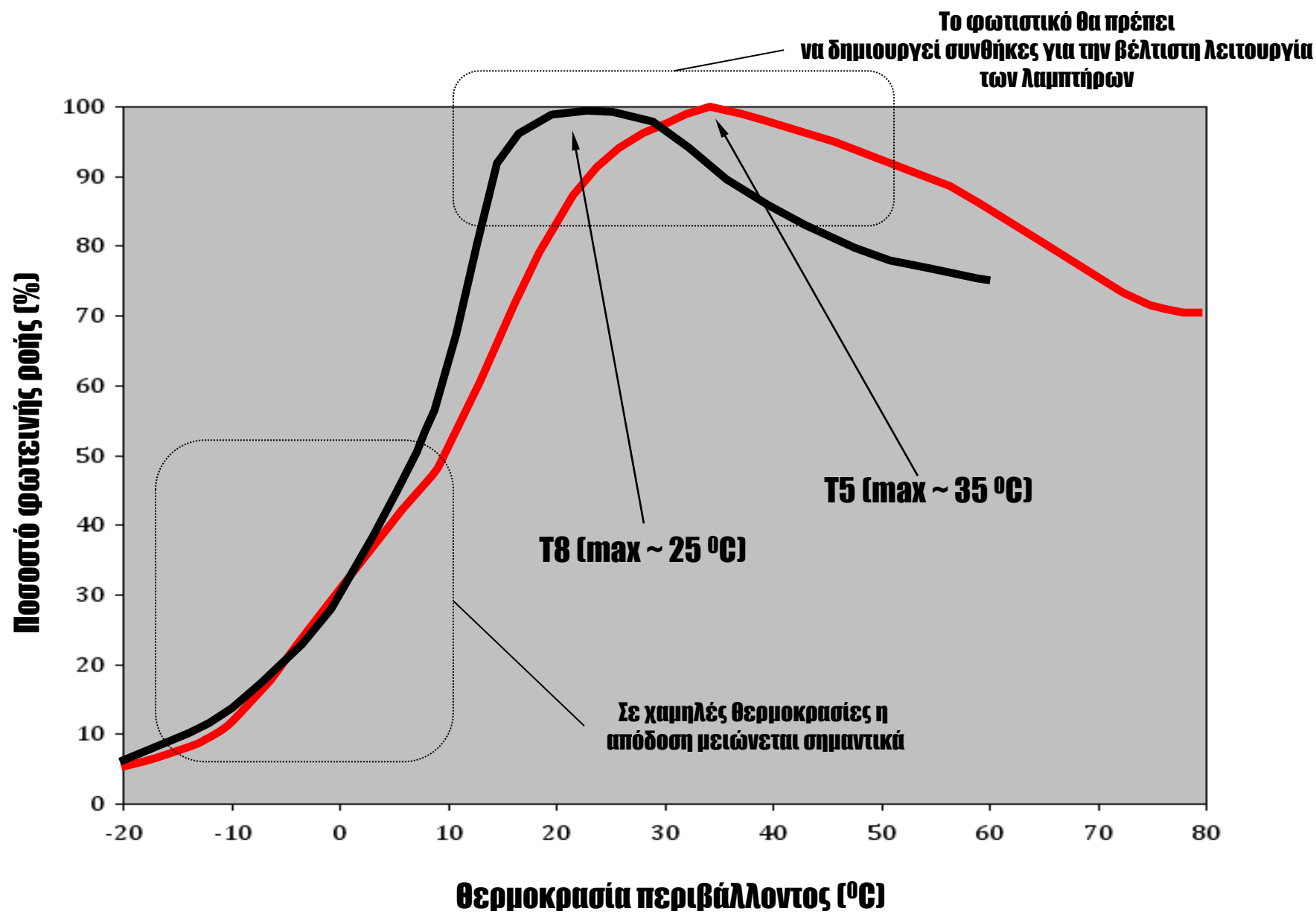
Τα ηλεκτρονικά έχουν σαφώς πολύ καλύτερα χαρακτηριστικά:

Λειτουργία σε πολύ μεγαλύτερη των 50-60 Hz (>20000 Hz)). Αύξηση απόδοσης, μικρότερη κατανάλωση, δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινής ροής (dimming). Επηρεάζεται απο τη θερμοκρασία, η απόσταση απο τις λαμπες μικρή, εξαιρετικό λ.

Μπορεί να επιλεγούν τα ballast με τα εξής χαρακτηριστικά :

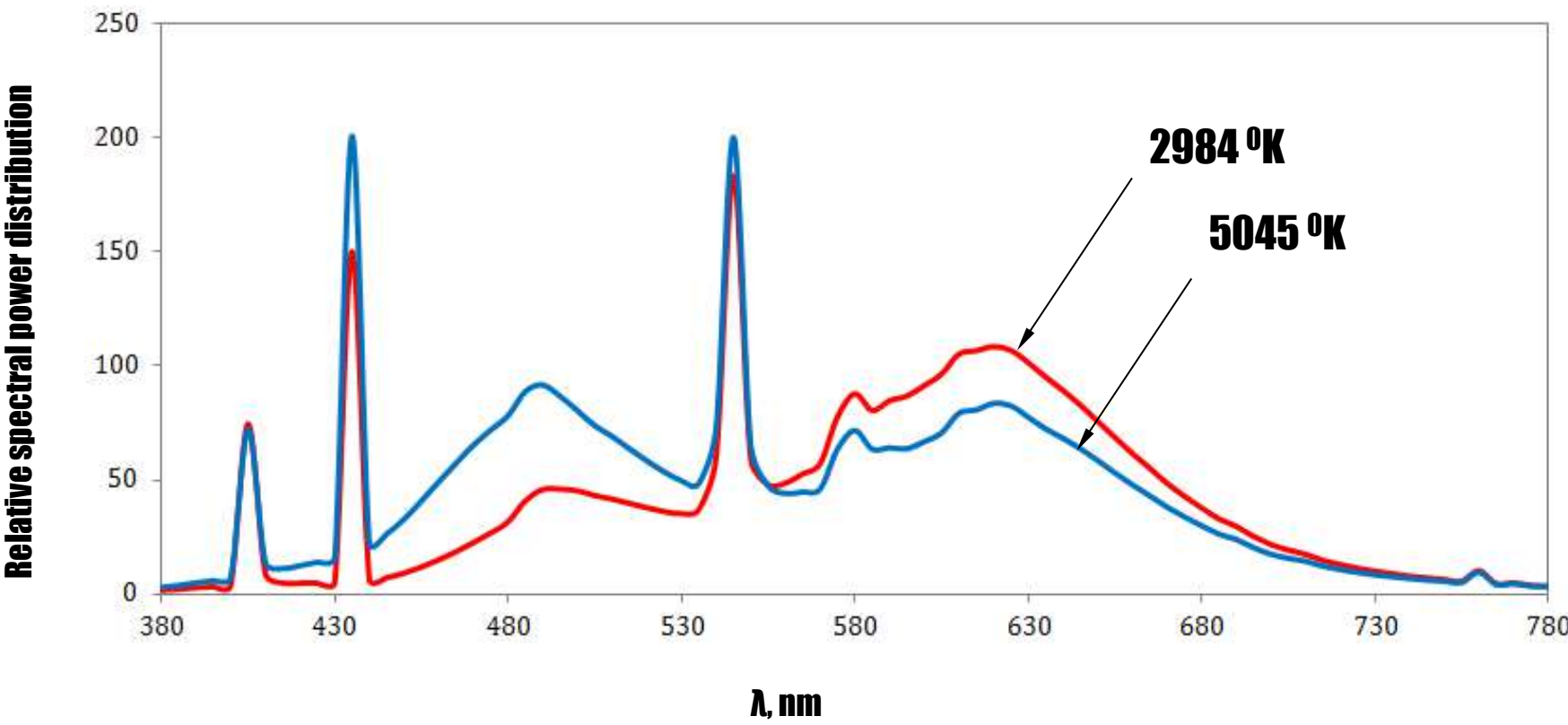
- **Στιγμιαίας έναυσης.** Προφανώς εφαρμόζεται μεγάλη τάση στην κάθοδο για πολύ μικρό χρόνο με αποτέλεσμα ο χρόνος έναυσης να είναι πολύ μικρός. Φθείρονται όμως γρήγορα τα υλικά επίστρωσης της καθόδου. Συνεπώς μπορεί να μειωθεί σημαντικά η διάρκεια ζωής στις περιπτώσεις με συχνή έναυση –σβέση (π.χ. Σύνδεση με αισθητήρα παρουσίας) ιδίως στις περιπτώσεις μαγνητικών ballast.
- **Ταχείας έναυσης.** Απαιτείται μικρότερη τάση για την εκκίνηση της λάμπας αφού η κάθοδος θερμαίνεται. Δεν είναι εξασφαλισμένη η επίτευξη σωστής θερμοκρασίας στην κάθοδο. Ελαφρώς μεγαλύτερη κατανάλωση απο τα στιγμιαίας λόγω της συνεχούς θέρμανσης της καθόδου με ελαφρώς μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.
- **Προγραμματιζόμενης έναυσης.** Ακολουθούνται συγκεκριμένα και διακριτά βήμα για την έναυση με την αρχή να γίνεται απο την θέρμανση της καθόδου. Σε περιπτώσεις με μεγάλο αριθμό κύκλων έναυσης-σβέσης είναι προτιμότερα.

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)



ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)

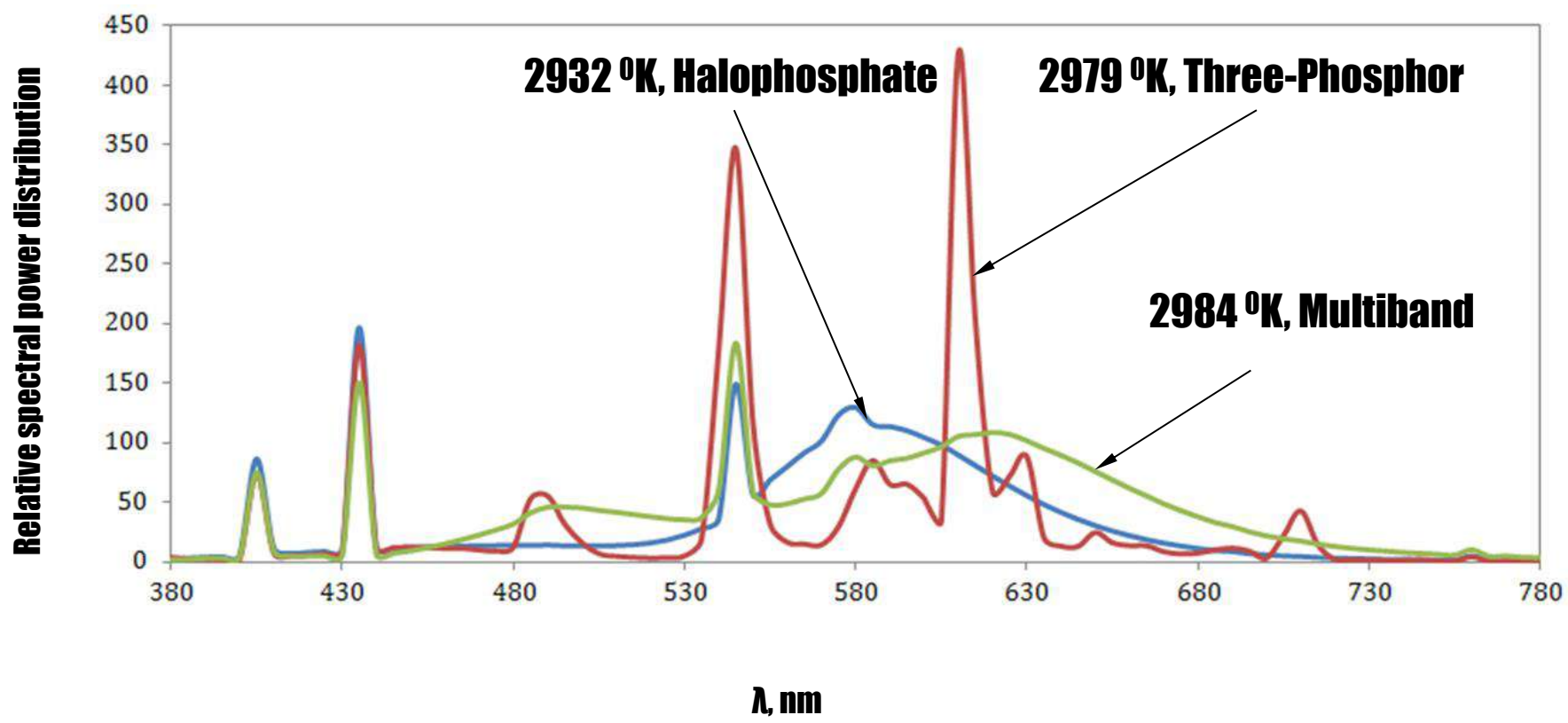
Ενδεικτικές φασματικές κατανομές



ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)

Εξέλιξη φασματικών κατανομών λόγω διαφορετικών επιστροφών

Halophosphate (1942) → Three-band (1971) → Multiband



ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΠΑΓΩΓΗΣ

Αναφέρονται σε αυτό το σημείο γιατί η λειτουργία τους είναι όμοια με αυτή του φθορισμού χωρίς όμως να υπάρχουν ηλεκτρόδια. Η εκκενωση σε αυτή της περίπτωση πραγματοποιείται με την βοήθεια ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Η έλλειψη ηλεκτροδίων συνισφέρει στην αύξηση της διάρκειας ζωής.



ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)

Τυπικά μήκη γραμμικών λαμπτήρων φθορισμού
(π.χ. Στις T8 υπάρχουν και άλλες διαθέσιμες ισχείς 32, 51 W)

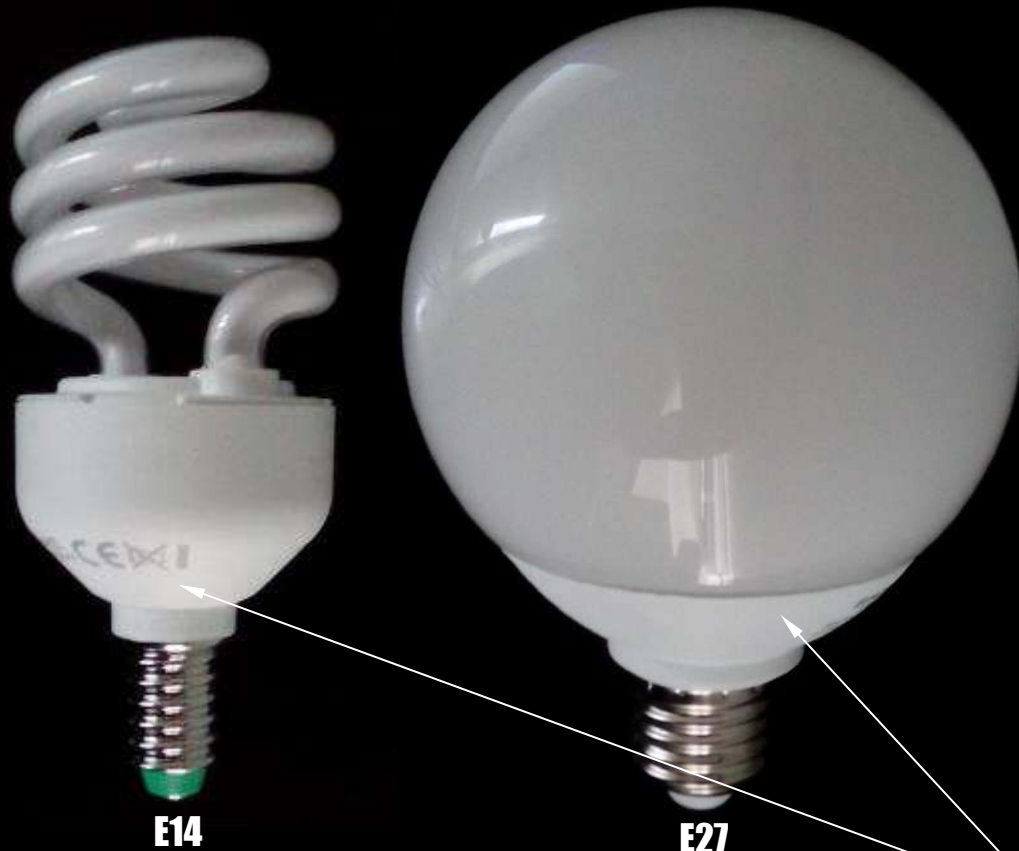
Γραμμικοί λαμπτήρες T8	Μήκος (χωρίς τα pins)
10 W	0.47 m
16W	0.72 m
18 W	0.59 m
23 W	0.97 m
36 W	0.895 m
58 W	1.5 m
70 W	1.778 m

Γραμμικοί λαμπτήρες T5	Μήκος (χωρίς τα pins)
14 W (ή 24 W)	0.549 m
21 W (ή 39W)	0.849 m
28 W (ή 54 W)	1.149 m
35 W (ή 49 W ή 80 W)	1.449 m

T8 → διάμετρος 26 mm
T5 → διάμετρος 16 mm

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)

Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού



E14

E27

Η ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΕΠΗΡΕΑΖΕΤΑΙ:

1. Φωτιστικό / θέση (επηρεάζει την θερμοκρασία λειτουργίας)
2. Μεγάλη συχνότητα έναυσης – σβέσης (<15 min)
3. Διακυμάνσεις στην τάση
4. Μηχανική δόνηση

Ballast (ενσωματωμένο)

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)

Συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού

Χαρακτηριστικά που παρέχονται απο τους κατασκευαστές είναι τα :

Ισχύς	23 W
Λυχνιολαβή	E27
Διάρκεια ζωής	10000 ώρες
Διάμετρος	55 mm
Μήκος	124 mm
Φωτεινή ροή	1600 lumen
Δείκτης χρωματικής απόδοσης	>=82
Συντελεστής ισχύος	>=0.55
Χρόνος έναυσης (Starting time)	< 1 sec
Χρόνος στον οποίο η φωτεινή ροή φτάνει στο 60% της πλήρους (Warm up time)	< 30 sec
Αριθμός έναυσης-σβέσης	50000
Ποσοστο φωτεινής ροής στο τέλος της διάρκειας ζωής	>=70%
Περιεκτικότητα υδραργύρου	1.5 mg
Διαδικασία καθαρισμού όταν ο λαμπτήρας σπάσει	xxx.yyyy.com
Θερμοκρασία λειτουργίας	-10 -- +40°

Ενδιαφέρει
όταν χρειάζεται
άμεση έναυση
(σκάλες)

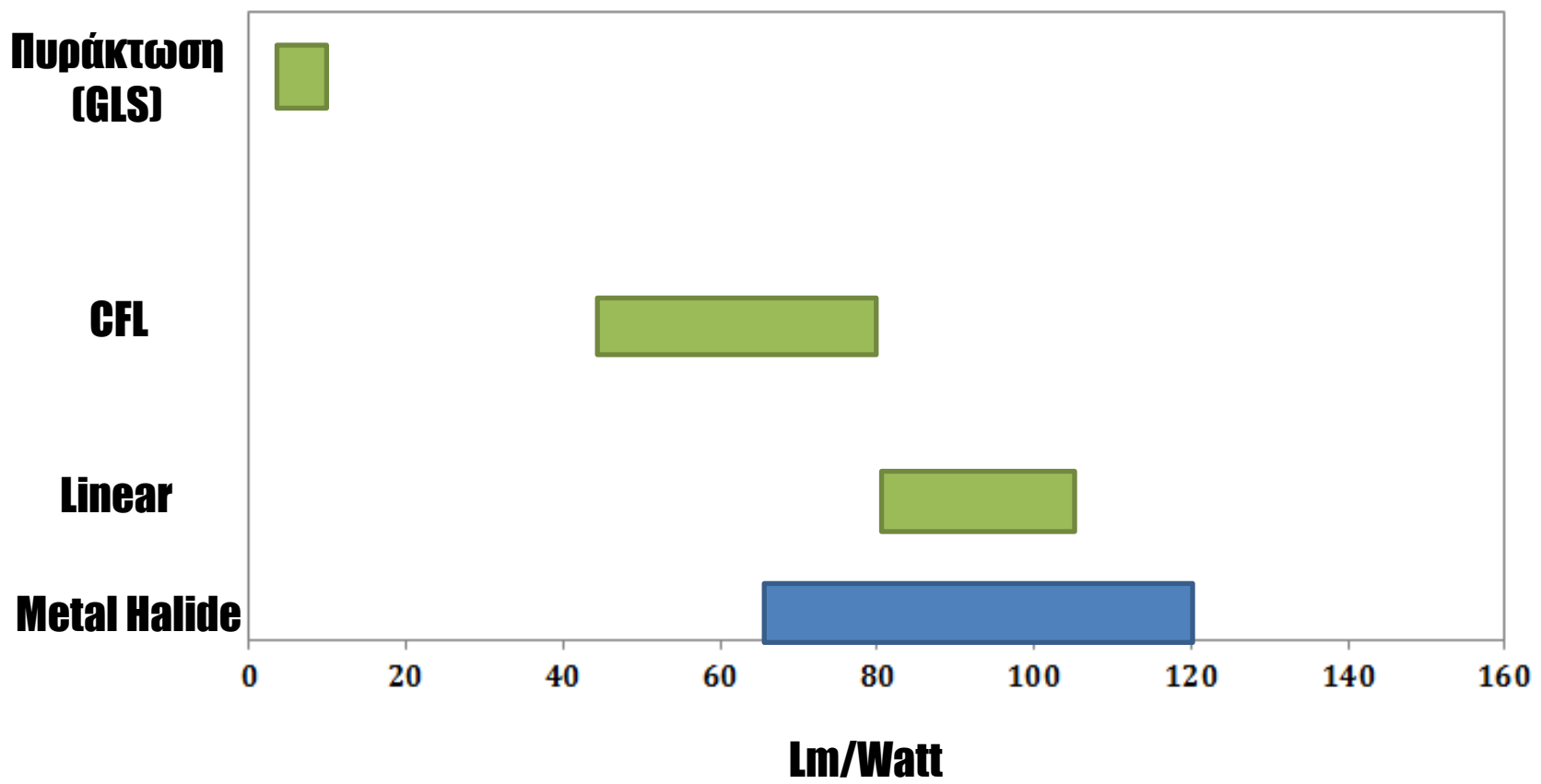
Μικρός αριθμός
μπορεί να
οδηγήσει σε
μείωση της
διάρκειας ζωής

Συμβατότητα με
ROHS

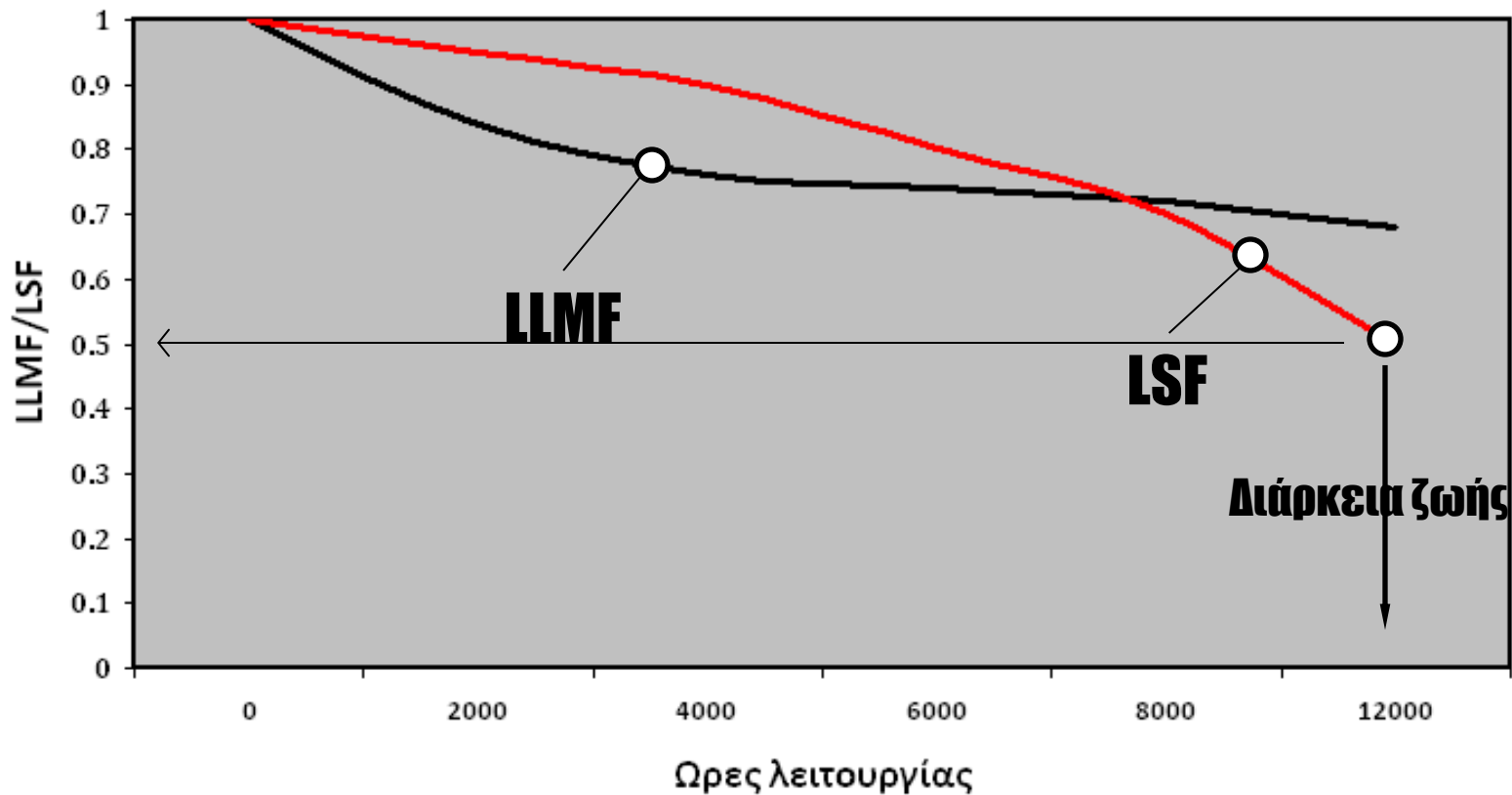
ιστότοπος κατασκευαστή με οδηγίες

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΕΚΚΕΝΩΣΗΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ)

Φωτεινή δραστικότητα λαμπτήρων φθορισμού



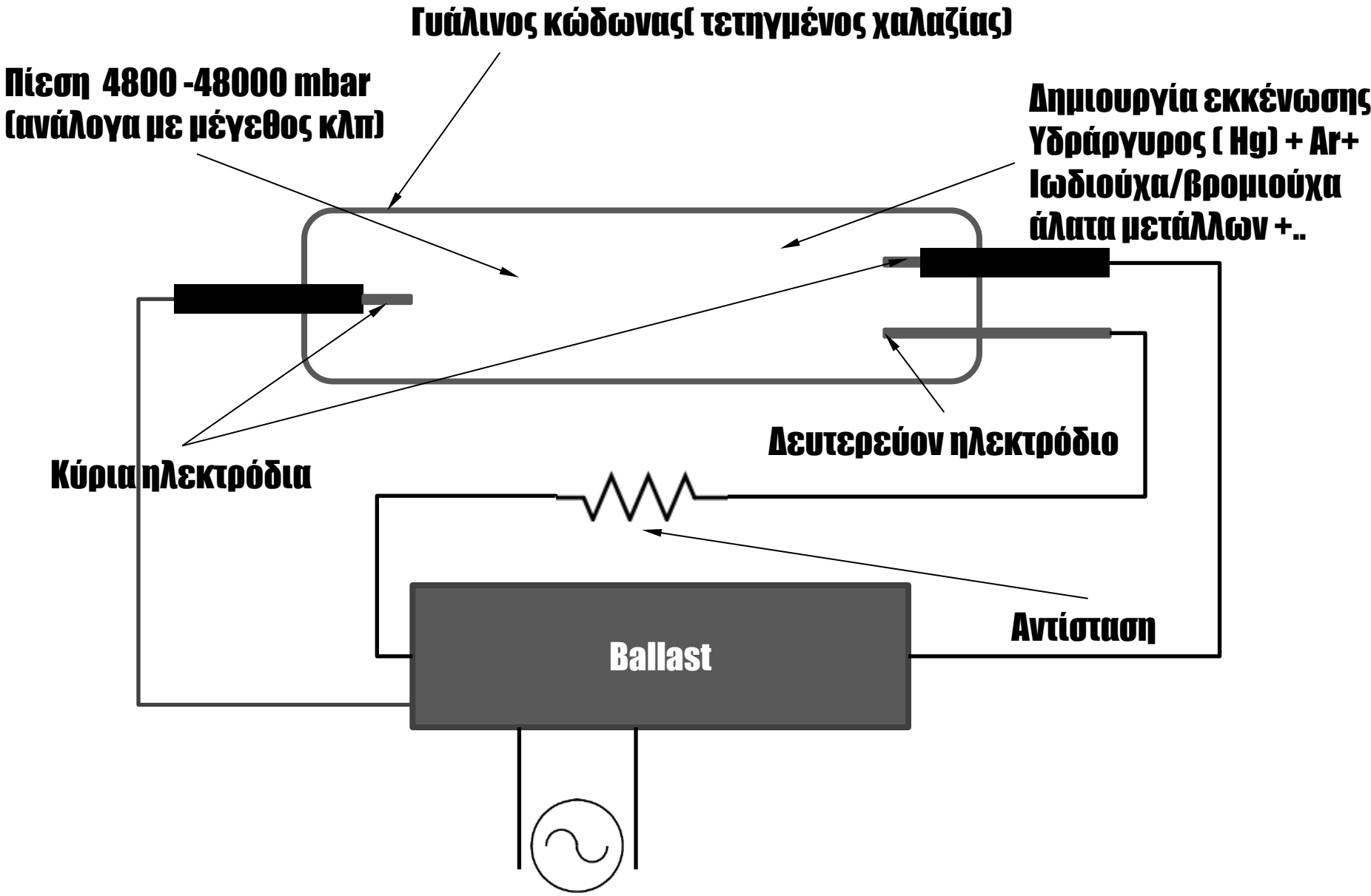
ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ



LLMF=Lamp Lumen Maintenance Factor

LSF= Lamp Survival Factor

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΙΔΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ (metal halide)

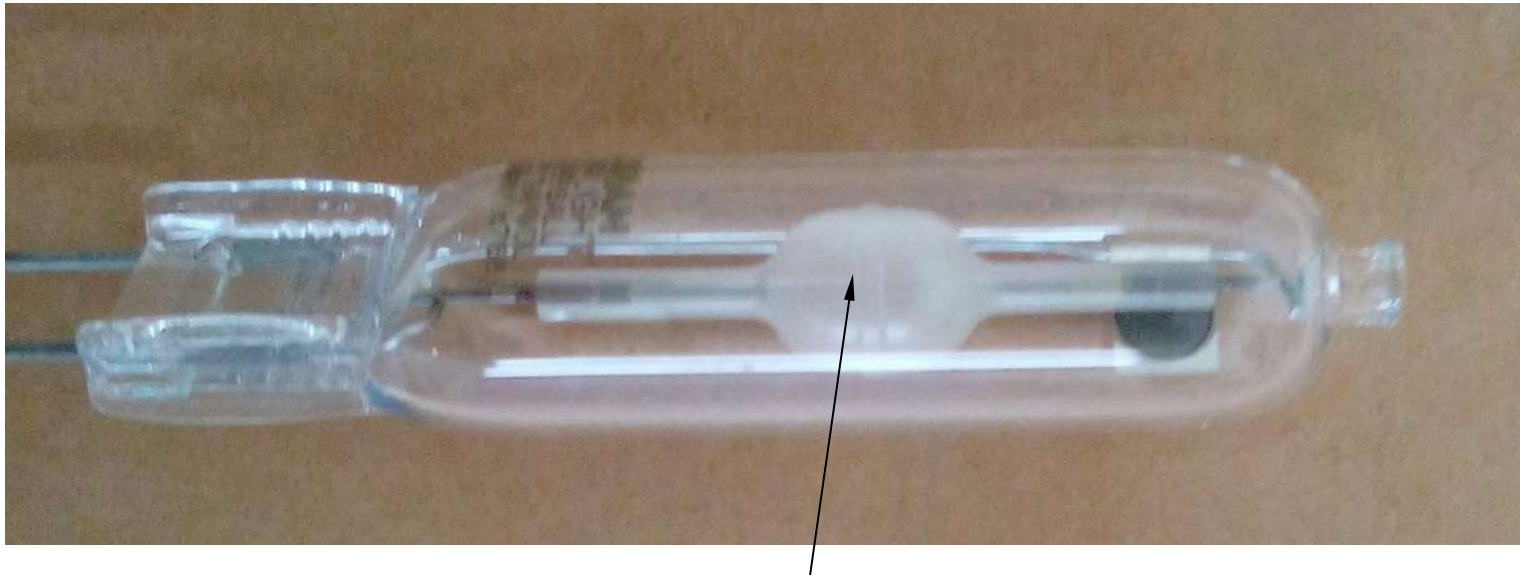


ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΙΔΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ (metal halide)

Το προηγούμενο σκαρίφημα αναφέρεται σε τύπο λαμπτήρα που ονομάζεται probe-start. Μόλις η εκκένωση αρχίσει το δευτερόν ηλεκτρόδιο αποσυνδέεται.

Μπορεί το βοηθητικό ηλεκτρόδιο να λείπει (pulse-start). Σε αυτή την περίπτωση Υπάρχουν μόνο δύο ηλεκτρόδια. Η εκκένωση αρχίζει με τη χρήση μερικών αρχικών παλμών υψηλής τάσης (3-5kV) .

Με αυτό τον τρόπο αυξάνεται η διάρκεια ζωής και η αποδοτικότητα , μειώνεται σημαντικά ο ρυθμός απώλειας της φωτεινής ροής απο τον λαμπτήρα και μειώνεται ο χρόνος επανέναυσης.

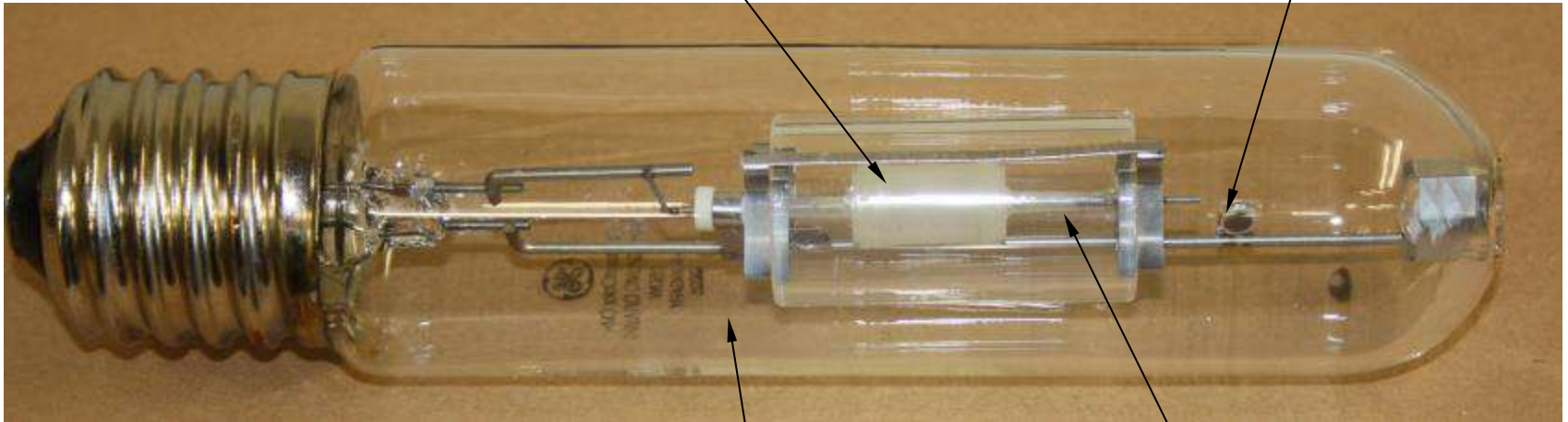


Η χρήση κεραμικού κώδωνα , επιτρέπει την λειτουργία σε μεγαλύτερες θερμοκρασίες Προσφέρωντας μεγαλύτερη αποδοτικότητα και μια σταθερότητα στο χρόνο της θερμοκρασίας χρώματος

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΙΔΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ (metal halide)

Κώδωνας χαλαζία (Αντοχή ~ 2000 °K)

Getter (δεσμεύει περίσσεια H_2)



Ηλεκτρόδια απο βολφράμιο (+ThI₄)

Εξωτερικός γυάλινος κώδωνας (προστασία απο υπεριώδη ακτινοβολία (UV)).
Υπάρχει περίπτωση ο εξωτερικός κώδωνας να έχει φωσφωρούχες επιστρώσεις
εσωτερικά για την τροποποίηση του φάσματος.

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΙΔΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ (metal halide)

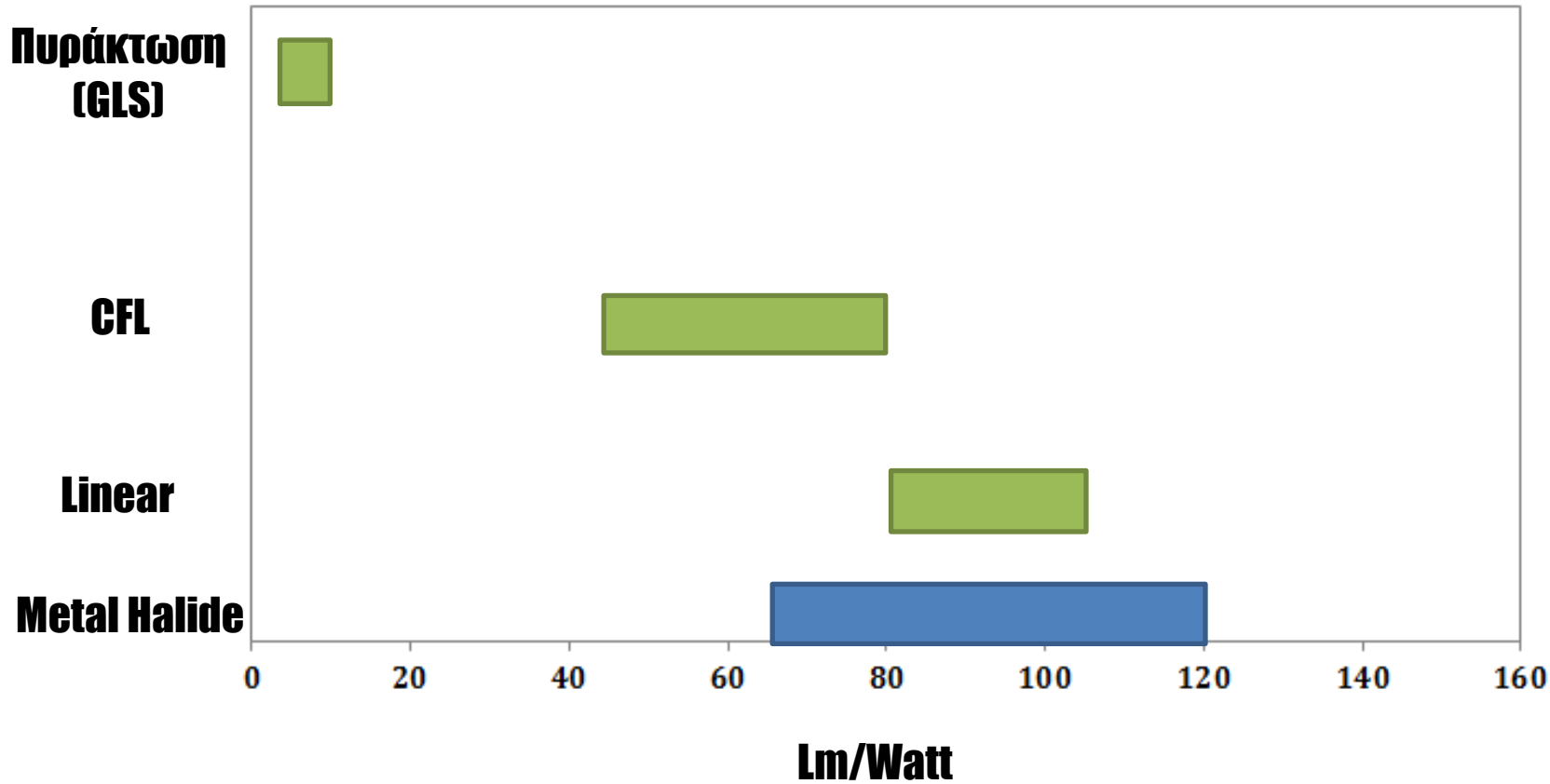
- ☒ **UV**
- ☒ **Ευαίσθησία στη θερμοκρασία χρώματος**
- ☒ **Θέση τοποθέτησης**
- ☒ **Χρειάζεται χρόνος για την επανέναυση**
- ☒ **Ρύθμιση φωτεινής ροής → ΝΑΙ, προσοχή στα όρια**
- ☒ **Μέχρι 115-120 lm/W**

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΙΔΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ (metal halide)

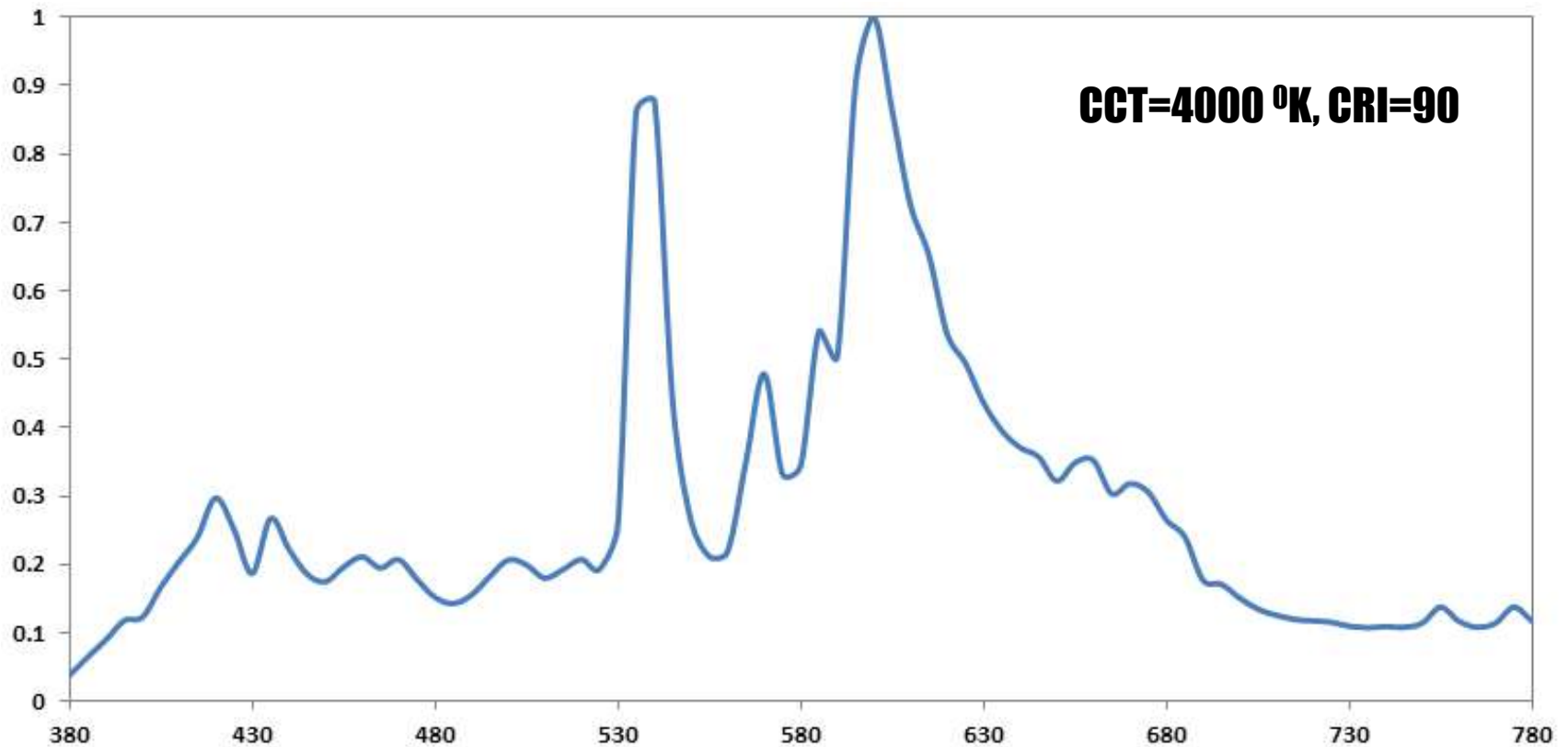


**Χρωματική αλλοίωση (ματα απο εκτεταμένη χρονική λειτουργία)
λαμπτήρων αλογονιδίων μετάλλων**

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΙΔΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ (metal halide)



ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΑΛΟΓΟΝΙΔΙΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ (metal halide)

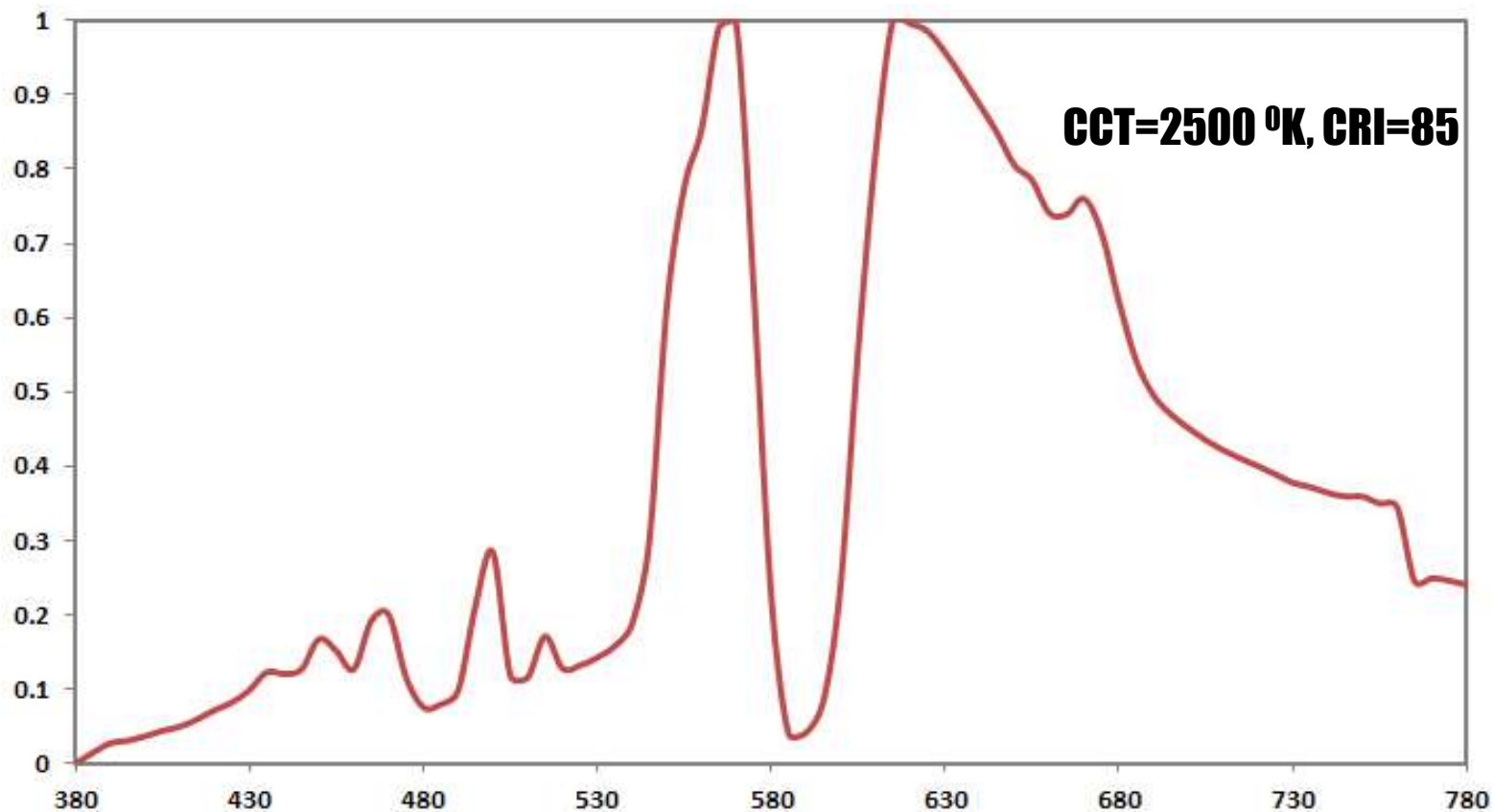


Κάποια φωτο απο τυπική εγκατάσταση (μαγαζί + γήπεδο)

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ (HPS, SON)



ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ (HPS, SON)

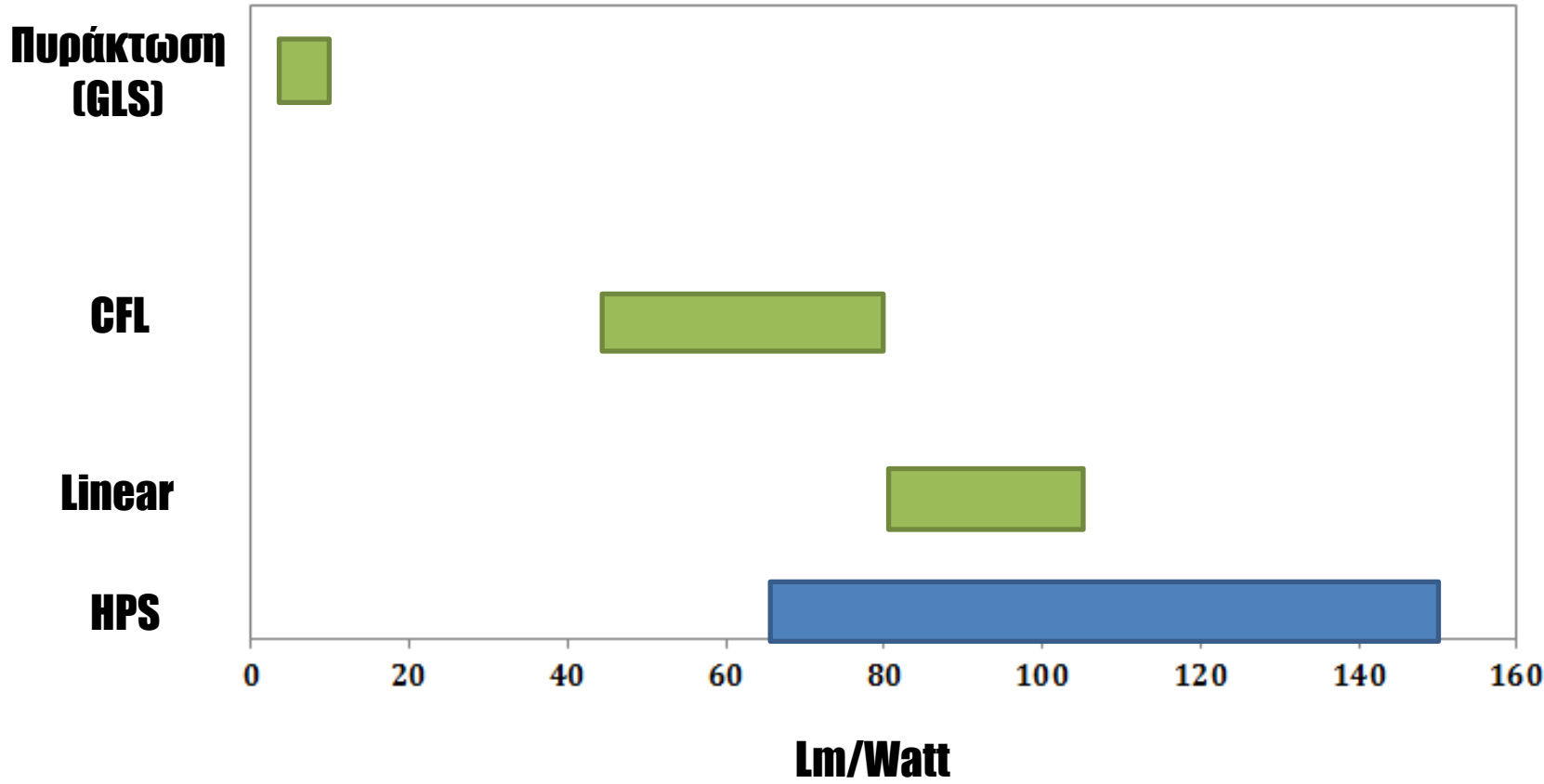


Αποδοτικότητα έως 140 lm/W (οι μεγάλης ισχύος λαμπτήρες)

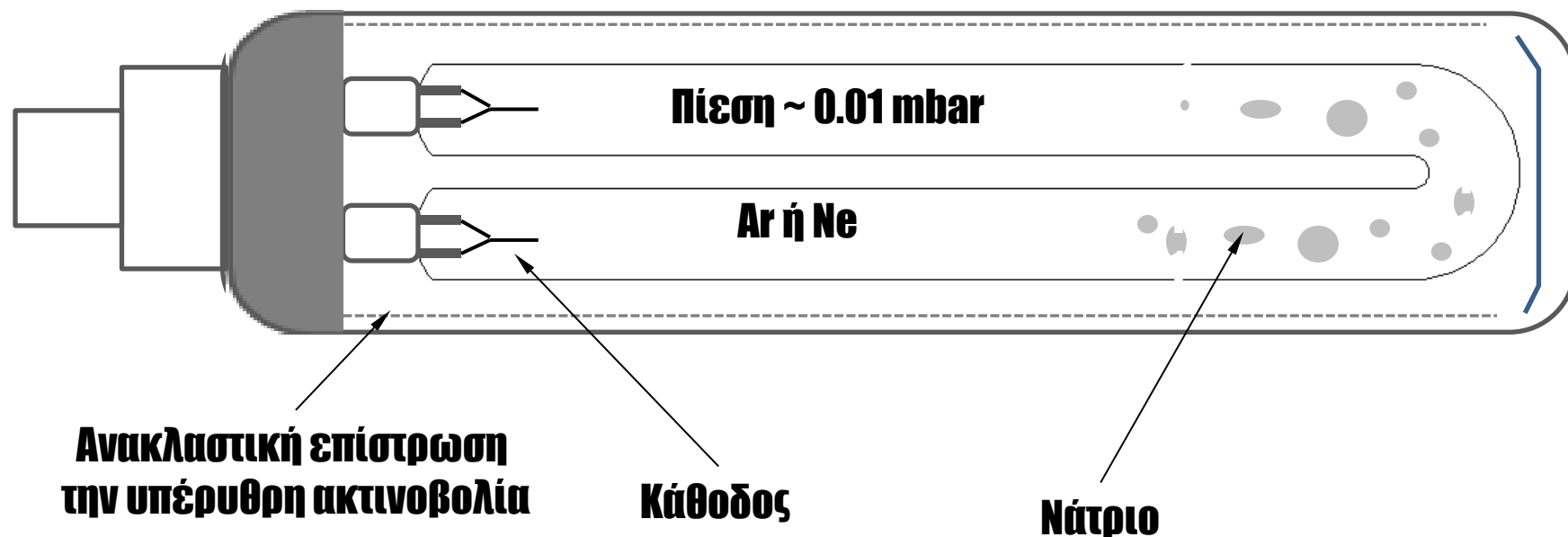


CCT= 2700 °K, CRI=85 (White SON)

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ (HPS, SON)



ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ (LPS, SOX)

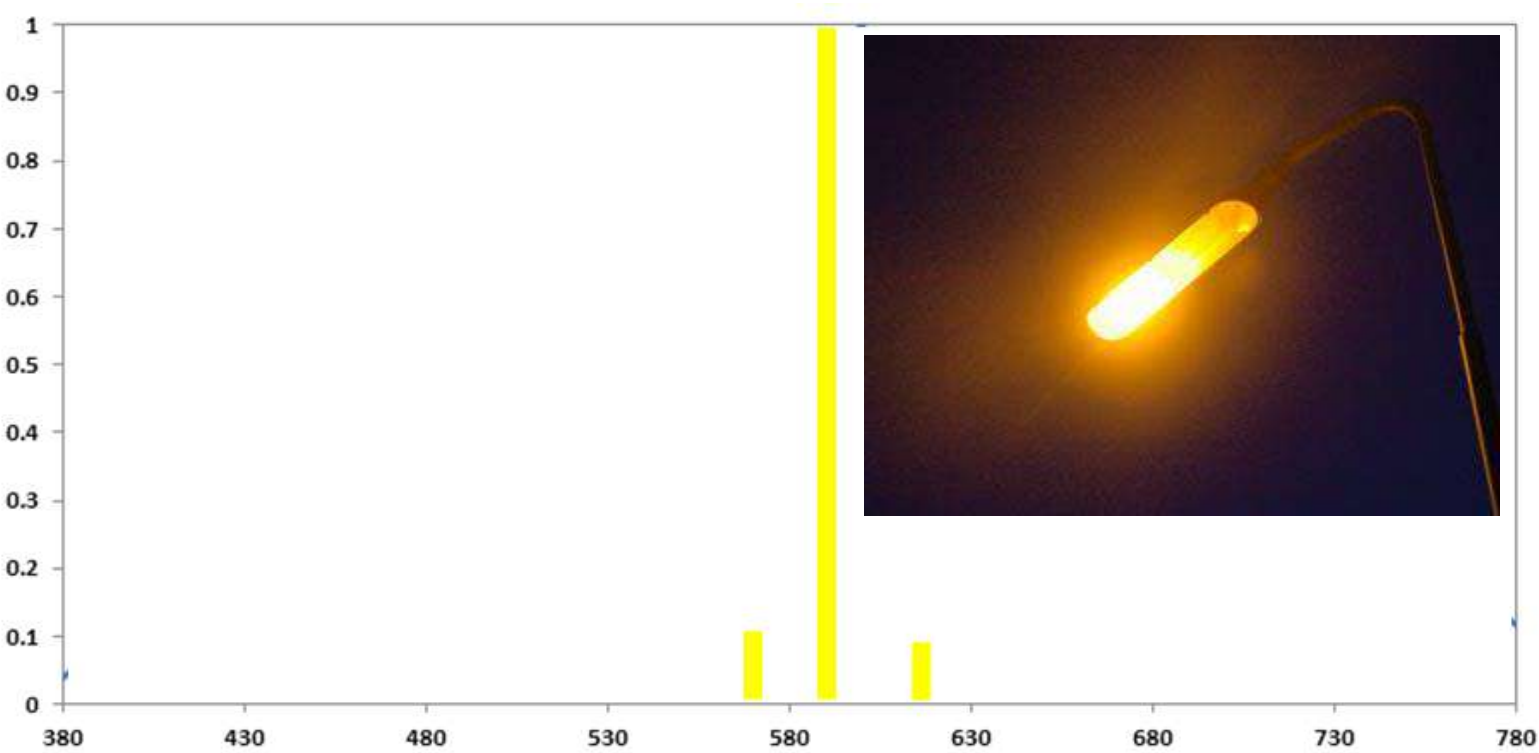


Αποδοτικότητα ~200 lm/W

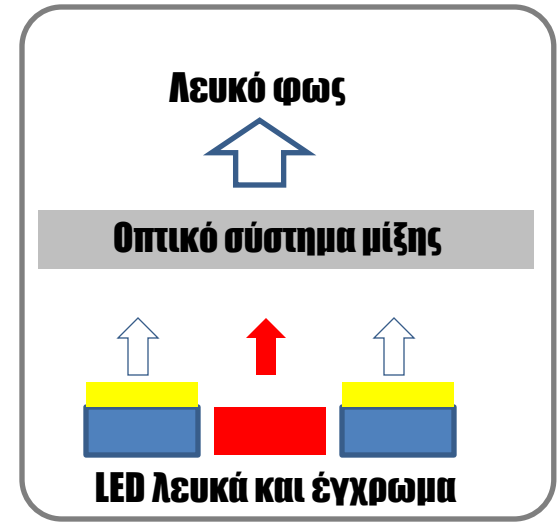
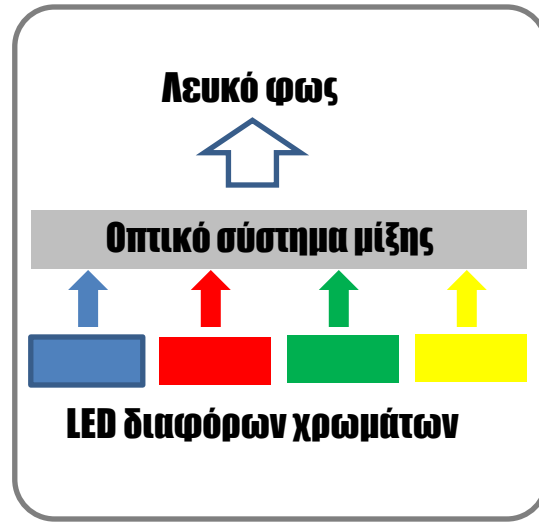
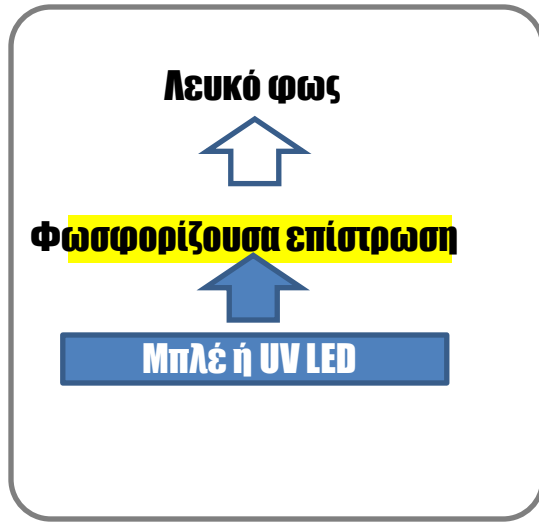


**Φτωχή χρωματική απόδοση (σχεδόν μονοχρωματική πηγή)
CRI < 50, CCT = 1800 °K**

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΝΑΤΡΙΟΥ (LPS, SOX)



ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED λευκού χρώματος



Τρόποι παραγωγής λευκού φωτός με LED

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED λευκού χρώματος

3. Η φωσφορίζουσα επίστρωση διευρύνει το φάσμα που εκπέμπεται

Φωσφορίζουσα επίστρωση

Ημιαγώγος τύπου -n

Περιοχή επαφής

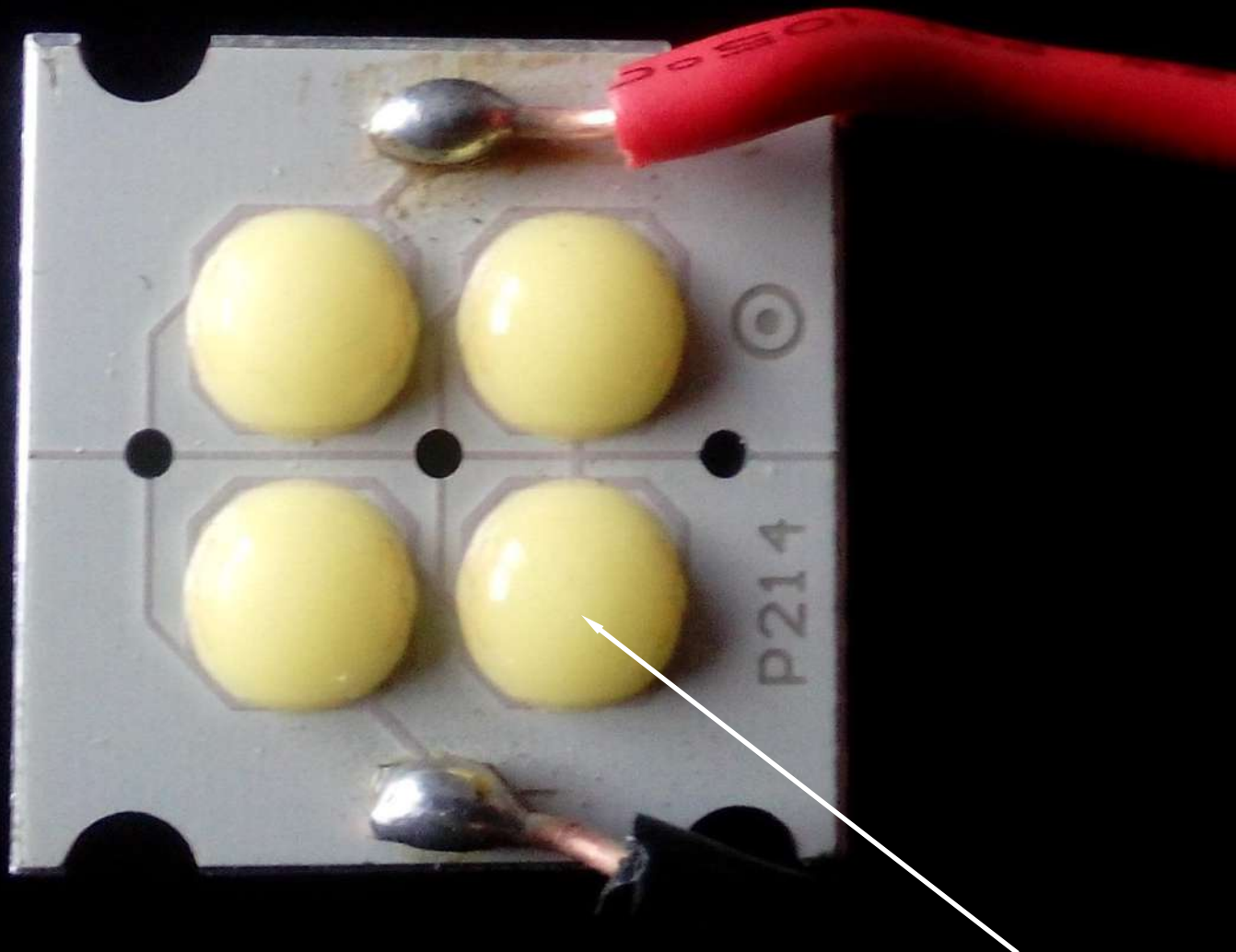
Ημιαγωγός τύπου -p

1. Εφαρμογή τάσης

2.Μετακίνηση/επανασύνδεση ηλεκτρονίων στην περιοχή επαφής με εκπομπή φωτονίων στη «μπλέ» περιοχή του ορατού φάσματος

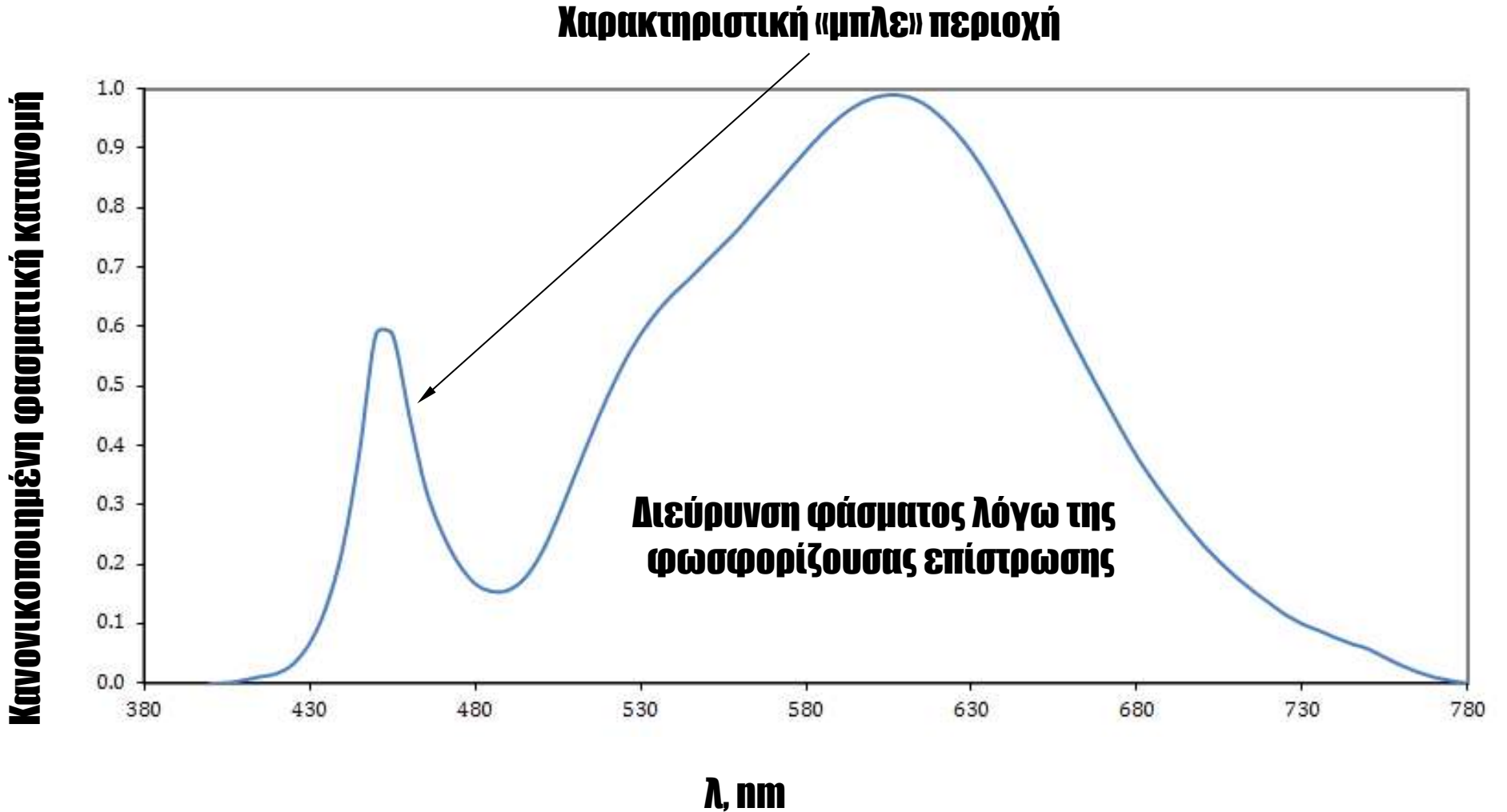
Ο τρόπος παραγωγής φωτός λέγεται ηλεκτροφωταύγεια

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED ΛΕΥΚΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ



Φωσφορίζουσα επίστρωση

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED ΛΕΥΚΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

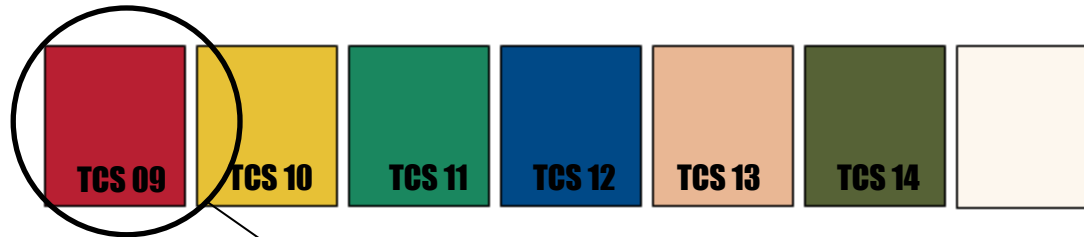


Ενδεικτική φασματική κατανομή (Warm white LED)

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED λευκού χρώματος



**Χρώματα που χρησιμοποιούνται για την
εκτίμηση του δείκτη χρωματικής απόδοσης (CRI)**



**Η χρωματική απόδοση των LEDs μπορεί να είναι κακή
σε αυτό το χρώμα. Ξεχωριστή εκτίμηση (R_g)**

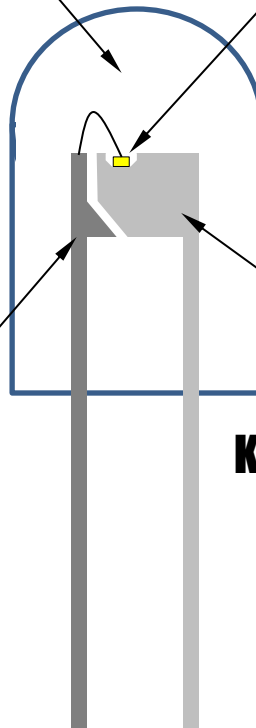
ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED

Διαφανές κάλυμα

**Μήτρα με LED
στο εσωτερικό**

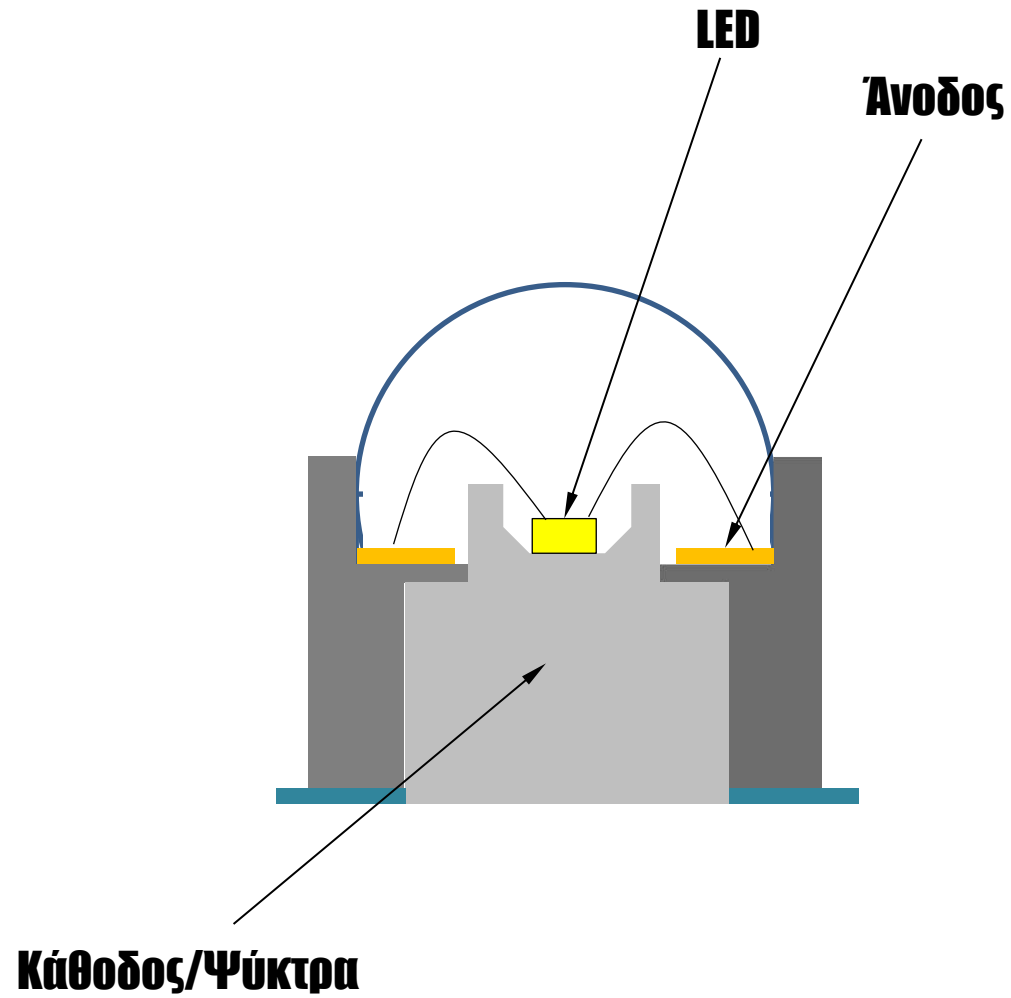
Άνοδος

**Κάθοδος (απομακρύνει
και τη θερμότητα
που παράγεται)**

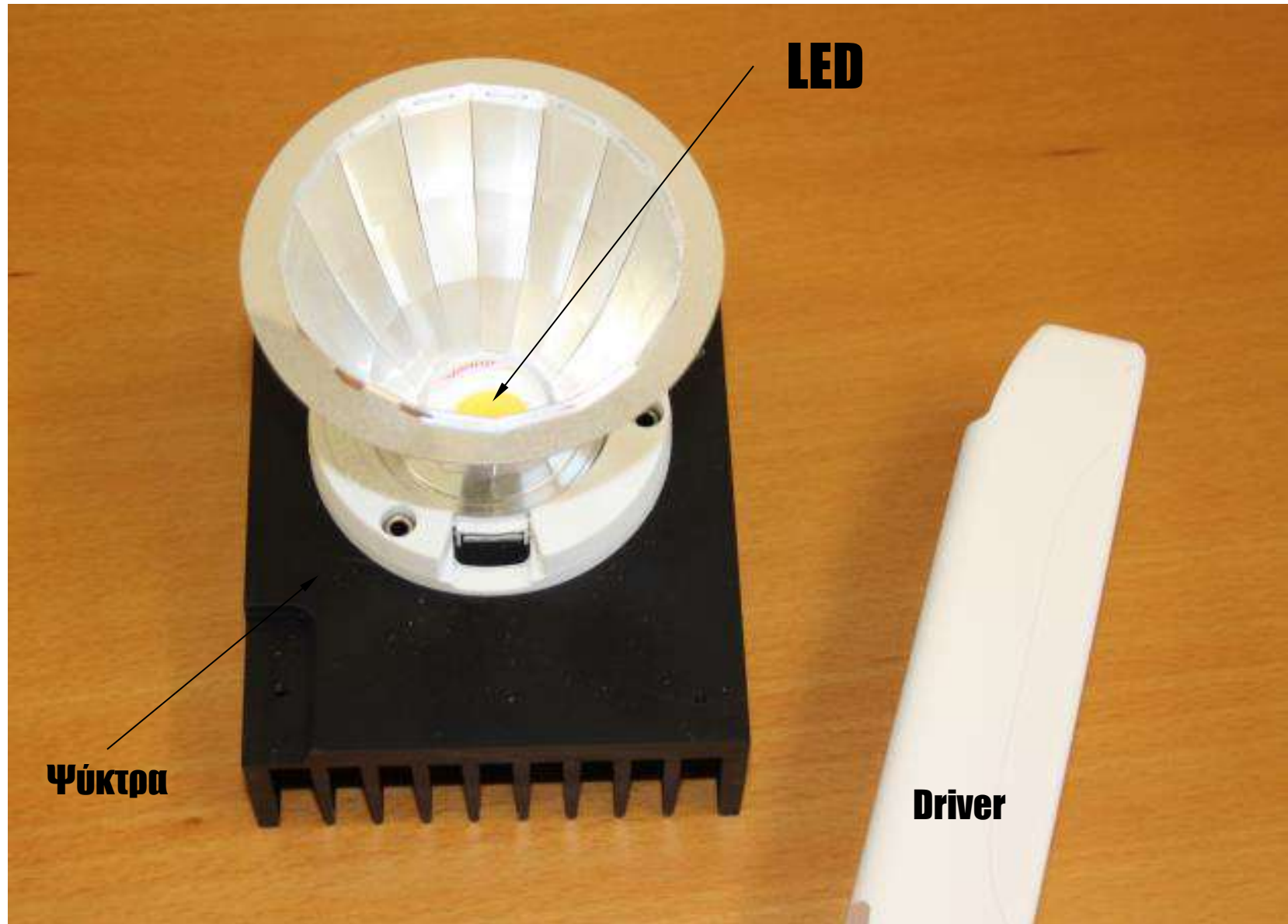


Μικρή ισχύς συνήθως 5 mm LED

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED



ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED λευκού χρώματος



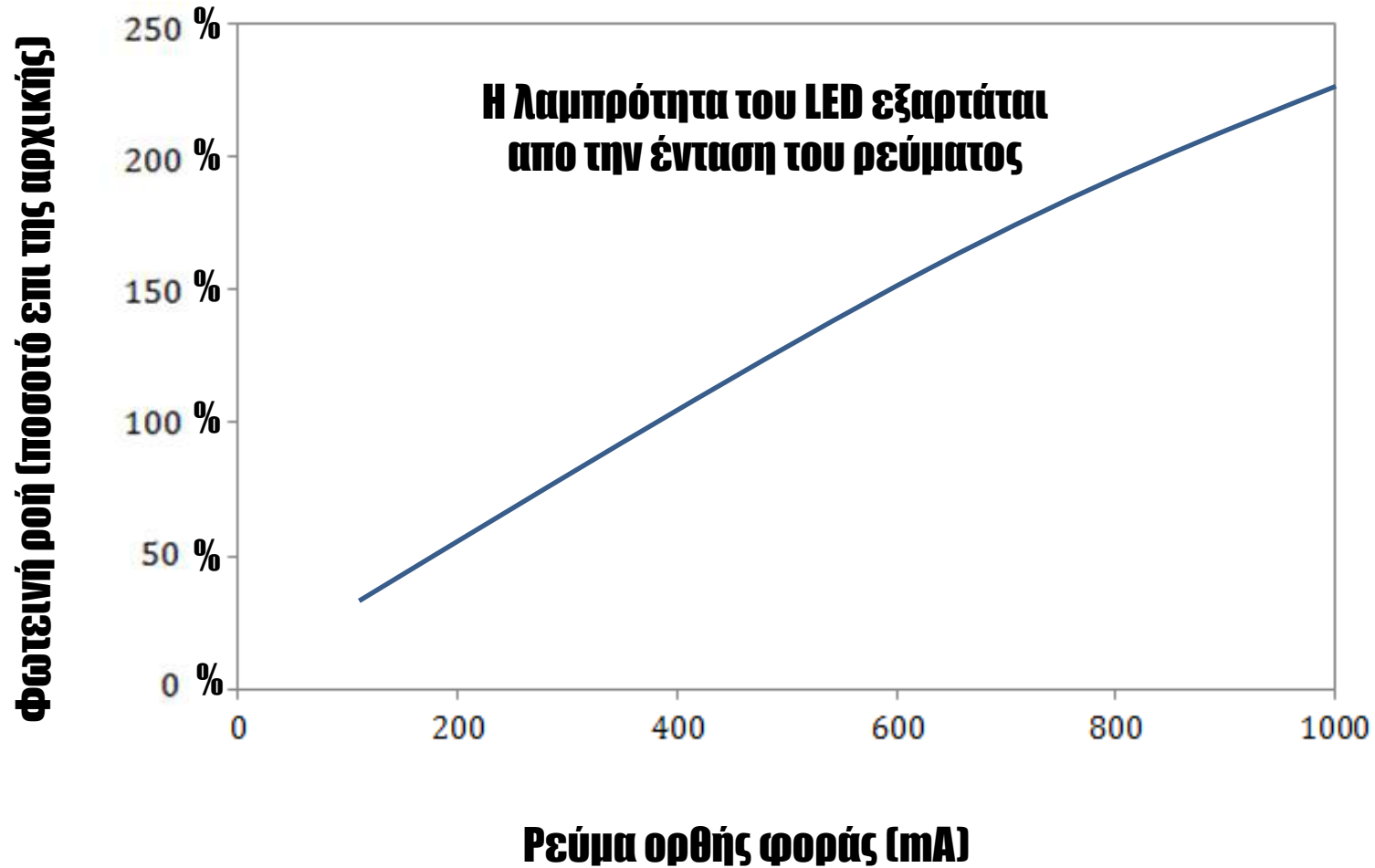
LED

Ψύκτρα

Driver

Τα LED χρειάζονται συνεχή τάση (2-4 V) και ρεύμα έντασης μερικών εκατοντάδων mA (π.χ. 350mA, 700 mA,).

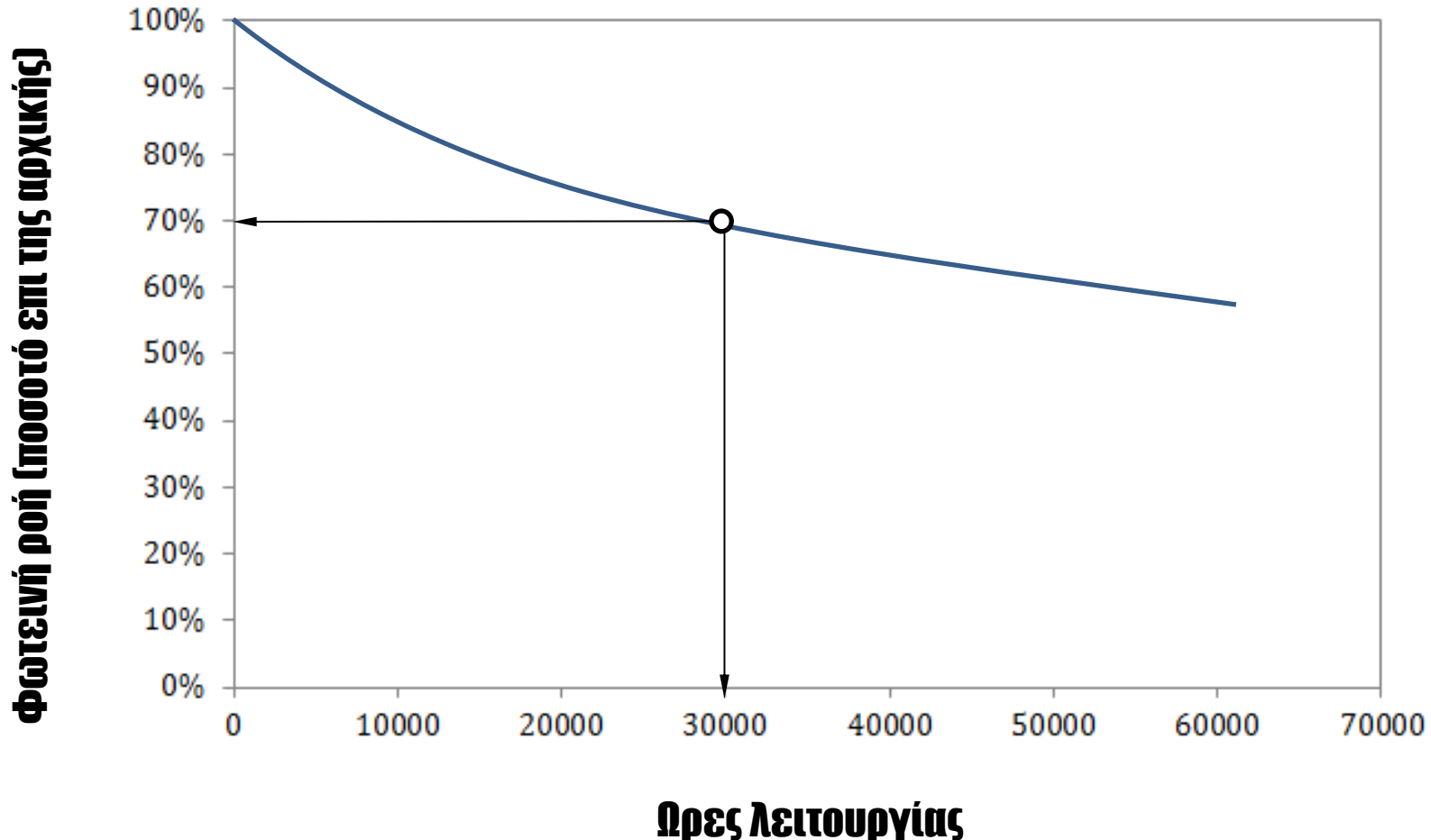
ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED λευκού χρώματος



ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED ΛΕΥΚΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

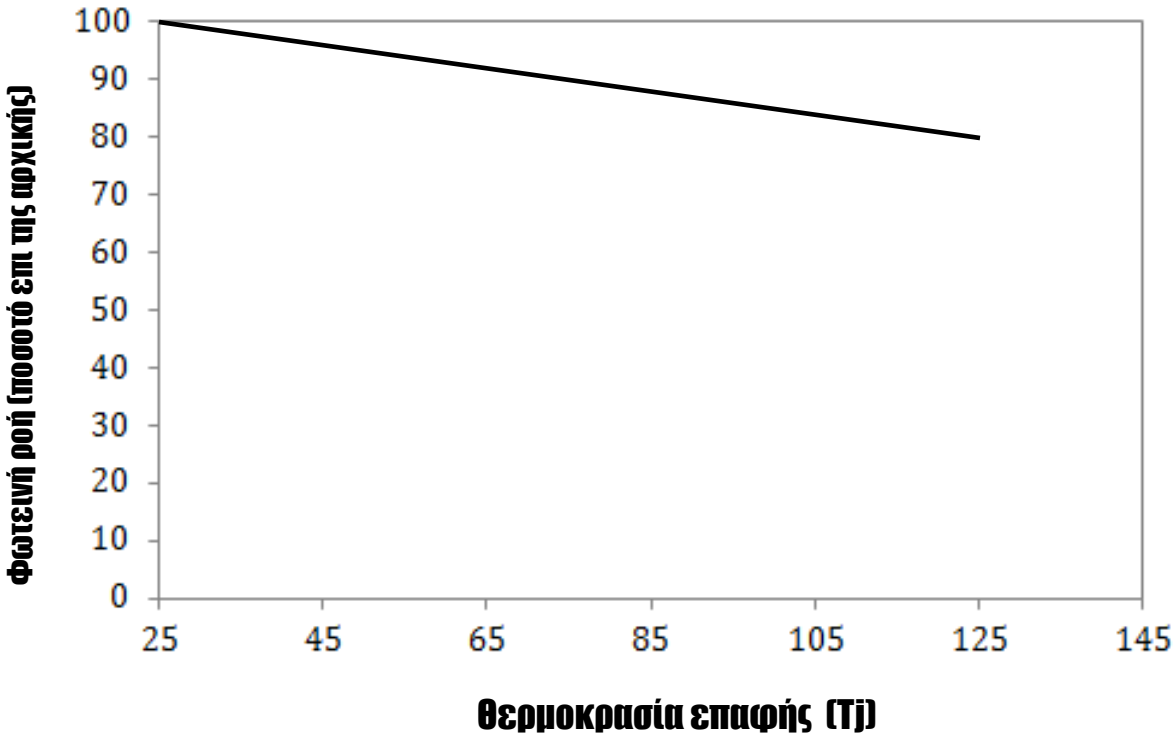
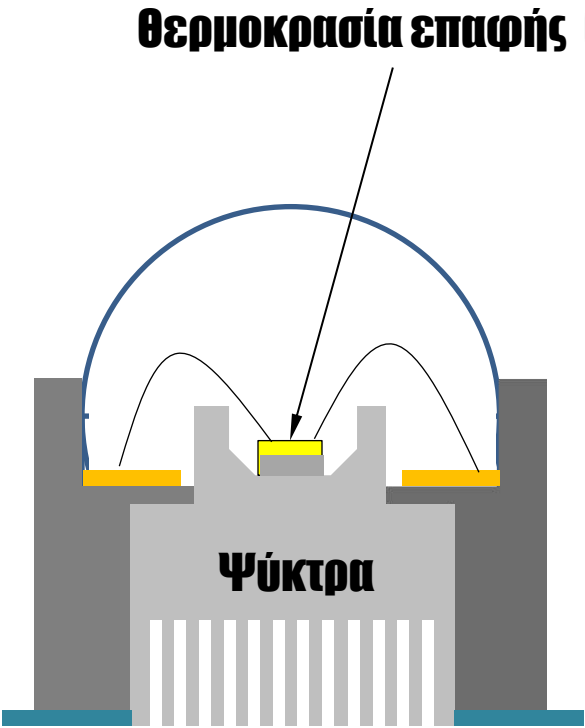
Λόγω του τρόπου λειτουργίας των πηγών LED η ονομαστική διάρκεια ζωής του ορίζεται ως εξής :

Το χρονικό διάστημα στο οποίο μειώνεται η φωτεινή ροή κατά 30% (L_{70}) σε συνεχή λειτουργία



Η μέτρηση πραγματοποιείται για 6000 ώρες σύμφωνα με το LM-80-08 και στη συνέχεια για την εκτίμηση της ονομαστικής διάρκειας ζωής χρησιμοποιείται η μεθοδολογία του TM-21-110

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED λευκού χρώματος



Η σωστή απαγωγή της θερμότητας διατηρεί την απόδοση και δεν επηρεάζει τη διάρκεια ζωής

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED λευκού χρώματος

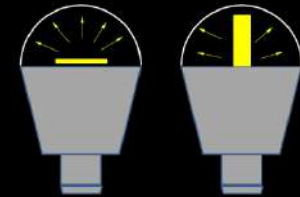


Είναι διαφορετική η φωτεινή δραστηριότητα του LED (per se) και του φωτιστικού

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED ΛΕΥΚΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ

Στο εσωτερικό υπάρχει συστοιχία LED είτε επίπεδη είτε κυλινδρική

Driver. Απο το κάτω μέρος του λαμπτήρα απάγεται και θερμότητα

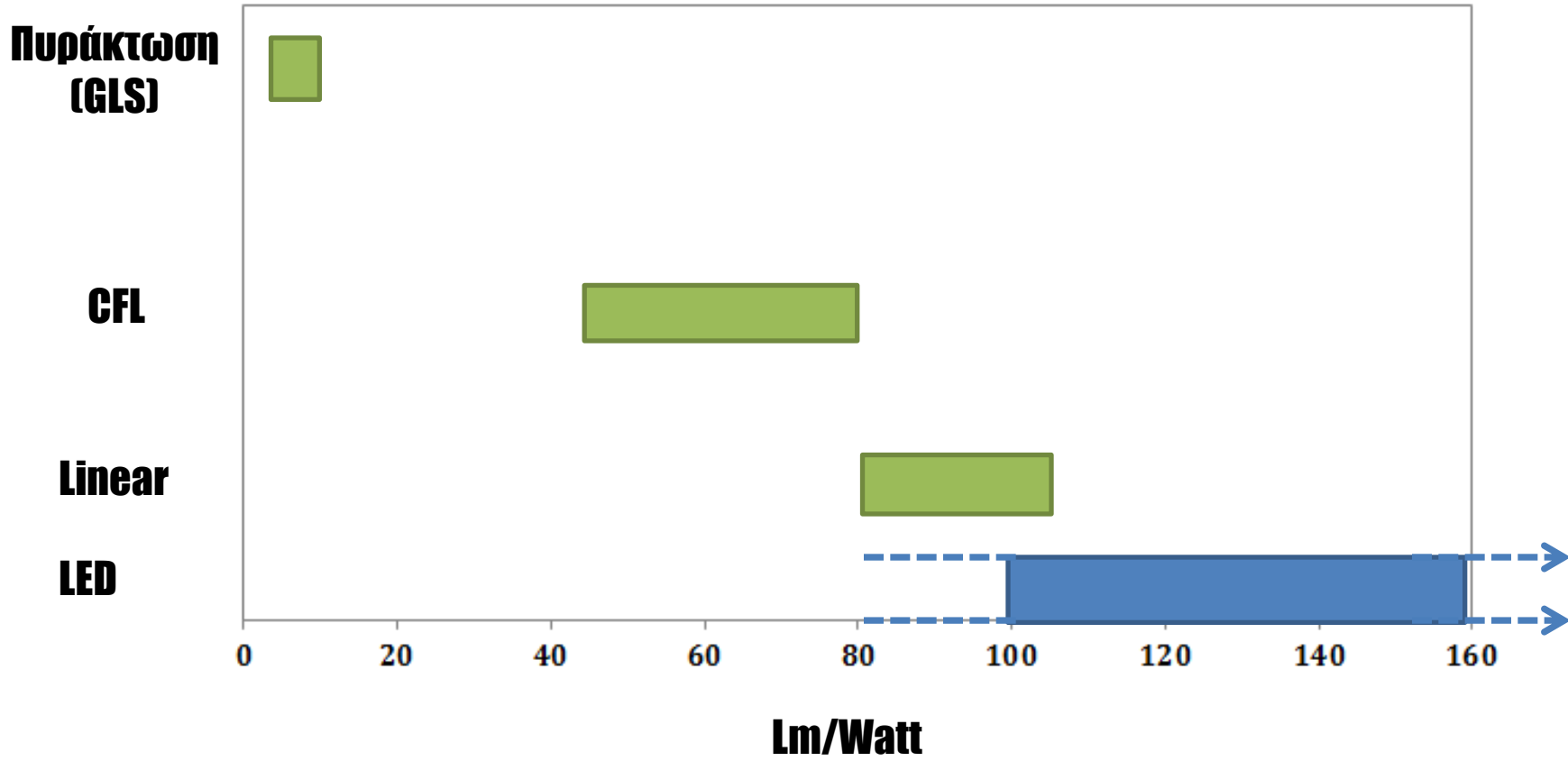


ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED λευκού χρώματος

-  Γενικά η μέγιστη –θεωρητικώς- φωτεινή αποδοτικότητα βρίσκεται ανάμεσα σε 250-300 lm/W (για LED chip) με αποδεκτή χρωματική απόδοση
-  Θεωρητικώς επίσης με χρήση μόνο τεσσάρων (4) μηκών κύματος μπορεί να σχεδιαστεί LED με αποδοτικότητα 408 lm/W και CRI=90*
-  Όταν το LED chip γίνεται λαμπτήρας/φωτιστικό η αποδοτικότητα μειώνεται ~ 30% με μέγιστες τιμές (2013) ~ 120-130 lm/W

* M. E. Coltrin, J. Y. Tsao, and Y. Ohno, Proc. SPIE 6841, 684102 (2007)

ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ LED λευκού χρώματος



ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ΑΚΖ)

Η συγκεκριμένη ανάλυση βοηθά στην ποσοτικοποίηση και αξιολόγηση των βλαβών σε περιβαλλοντικό επίπεδο λόγω ενός προϊόντος/διαδικασίας. Η δομή μιας ΑΚΖ περιγράφεται και στο πρότυπο DIN/ISO 14040. Οι επιπτώσεις χωρίζονται σε κατηγορίες και αναφέρονται τόσο στον άνθρωπο όσο και στο περιβάλλον. Τετοιου είδους κατηγορίες επιπτώσεων είναι : π.χ.

- **Παγκόσμια υπερθέρμανση**
- **Στρατοσφαιρική καταστροφή όζοντος**
- **Φωτοχημική δημιουργία όζοντος**
- **Οξίνιση**
- **Ευτροφισμός**
- **Τοξικότητα στον άνθρωπο**
- **Οικοτοξικότητα**
- **Χρήση γης**

Το DOE πραγματοποίησε μια παρόμοια ανάλυση για λάμπες και τα τελικά αποτελέσματα παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα.

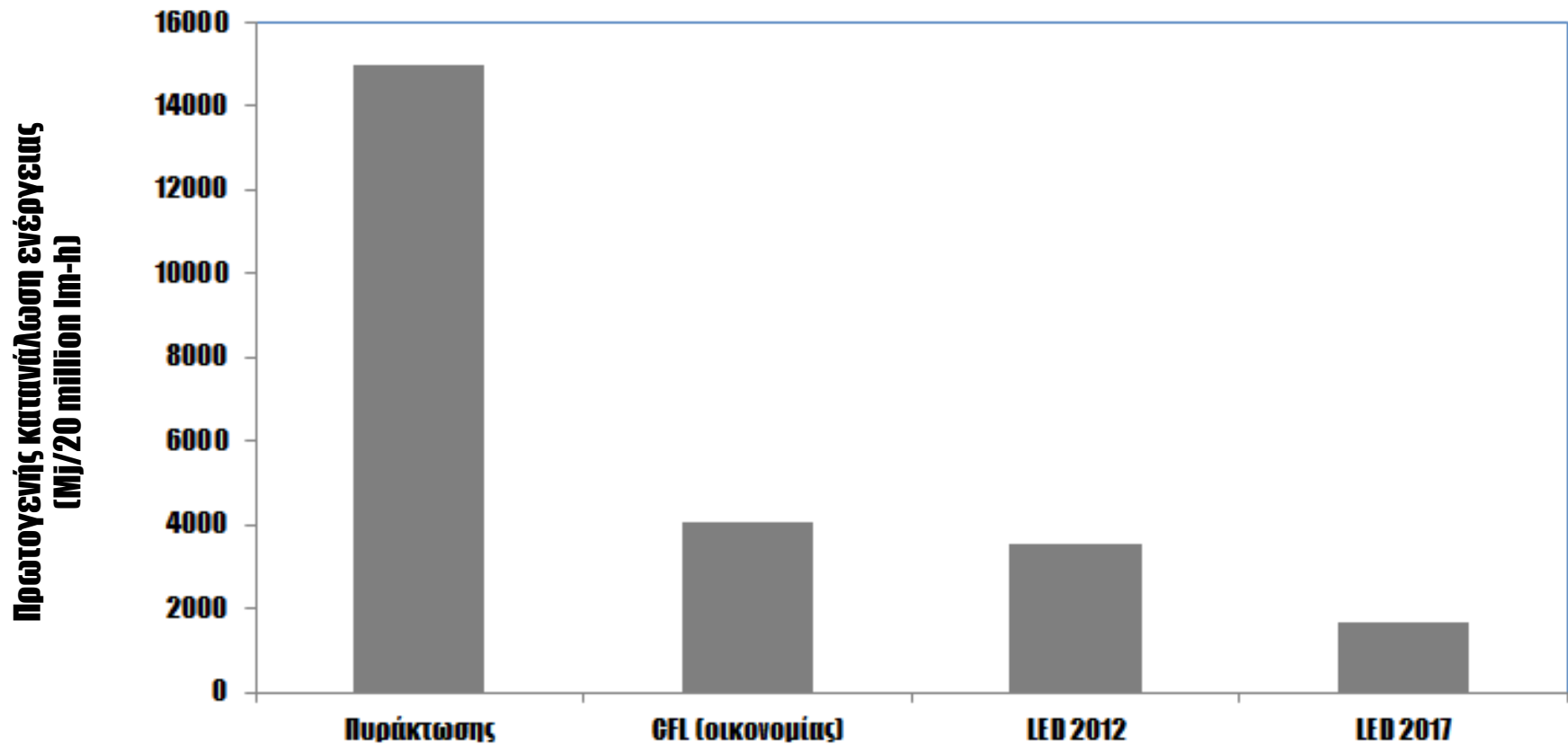
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

Οι κατηγορίες επιπτώσεων που χρησιμοποιήθηκαν παρουσιάζονται στην παρακάτω λίστα

- **Global Warming Potential**
 - **Acidification Potential**
- **Photochemical Ozone Creation Potential**
 - **Ozone Depleting Potential**
 - **Human Toxicity Potential**
- **Freshwater Aquatic Ecotoxicity Potential**
- **Marine Aquatic Ecotoxicity Potential**
 - **Eutrophication Potential**
 - **Land Use**
- **Ecosystem Damage Potential**
- **Terrestrial Ecotoxicity Potential**
 - **Abiotic Resource Depletion**
- **Non-Hazardous Waste Landfilled**
- **Radioactive Waste Landfilled**
- **Hazardous Waste Landfilled**

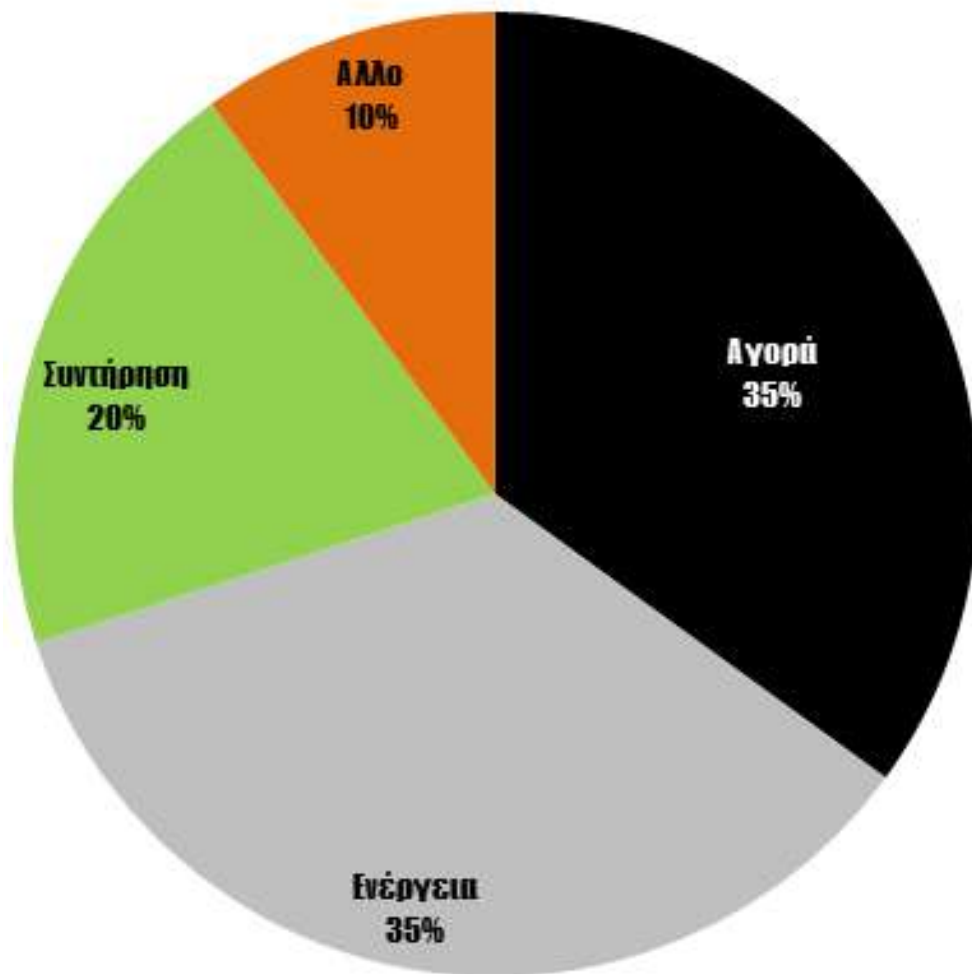
ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

Περιλαμβάνει τα στάδια κατασκευής (απο το επίπεδο πρώτων υλών μέχρι την συναρμολόγηση) , μεταφοράς χρήσης και τελικά απόρριψης.

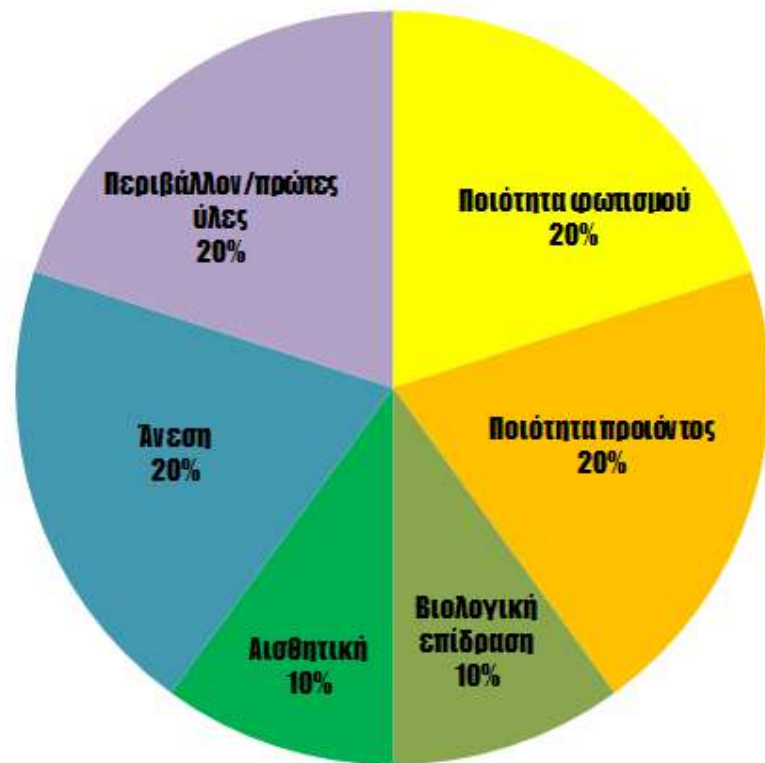


ΣΥΝΕΠΩΣ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΥΠΑΡΧΕΙ ΜΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΕΙ ΥΠΟΨΗ ΤΟΣΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΟΣΟ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΝΣΩΜΑΤΩΜΕΝΑ ΣΕ ΕΝΑ ΔΕΙΚΤΗ

Μια τέτοια πρόταση είναι η εξής .



60%



40%