



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

---

Μελέτη δημοτικού φωτισμού τεχνολογίας led  
στον δήμο Ανατολικής Μάνης.

---

Μούκια Κριστούλλα

A.M.:HN07747

Επιβλέπων: Τσιαμήτρος Δημήτριος , Επίκουρος καθηγητής Τ.Δ.Μ.

KOZANH, 2022

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της πτυχιακής είναι η μελέτη δημοτικού φωτισμού με τεχνολογία λαμπτήρων LED στο Δήμο ανατολικής Μάνης περιλαμβάνει την συνένωση τεσσάρων δήμων (Δήμος Οιτύλου, Δήμος Γυθείου, Δήμος Σμύνους και Δήμος Ανατολικής Μάνης) με έδρα το Γύθειο.

Η παραπάνω αναφορά έγινε διότι πάνω στον Δήμο Γυθείου θα γίνει η μελέτη. Θα αναφερθούμε επίσης στα περιβαλλοντικά οφέλη που προσφέρουν τα φωτιστικά. Ιδιαίτερα καταγράφονται τα ευρωπαϊκά πρότυπα ΕΛΟΤ και οι κανονισμοί των οδικών φωτιστικών. Πιο συγκεκριμένα στη παρούσα πτυχιακή θα παρουσιαστεί η αντικατάσταση λαμπτήρων σε υπάρχοντα φωτιστικά σώματα απλού και μεικτού φωτισμού σε λαμπτήρες τεχνολογίας LED. Στο Δήμο Ανατολικής Μάνης συμπεριλαμβάνονται τρεις κατηγορίες λαμπτήρων όπου το 70% είναι LED και το υπόλοιπο 30% είναι λαμπτήρες νατρίου και ατμών υδραργύρου. Θα γίνει ειδική μελέτη για την αντικατάσταση τους σε λαμπτήρες LED, θα γίνει σύγκριση με τους παλιούς λαμπτήρες νατρίου και ατμών υδραργύρου. Καθώς και θα συγκριθούν οι οικονομικές διαφορές και η διάρκεια ζωής τους. Τέλος θα γίνει αναφορά στη συντήρηση των λαμπτήρων οδικού φωτισμού και θα καταγραφούν τα πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα όλων των λαμπτήρων που αναφερόμαστε. Ολοκληρώνοντας την μελέτη με στοιχεία και καταγραφές καταλήγουμε αν θα εκτελεστεί το έργο ή όχι.

### Λέξεις κλειδιά:

LED, εξοικονόμηση ενέργειας, λάμπες, αντικατάσταση, προστασία, περιοχή, ετήσια κατανάλωση, δρόμος, περιβάλλον, συμπεράσματα, έργο.



## ABSTRACT

The object of the dissertation is the study of municipal lighting with LED lamp technology in the Municipality of Eastern Mani, including the merger of four municipalities (Municipality of Itilo, Municipality of Gythio, Municipality of Smyni and Municipality of Eastern Mani) based in Gythio. The above report was made because the study will be done on the Municipality of Gythio. We will also talk about the environmental benefits that luminaires offer. The European standards of EL0T and the regulations of the road lighting are recorded in particular. More specifically, in the present dissertation, the replacement of lamps in existing single and mixed lighting fixtures in LED technology lamps will be presented. The Municipality of East Mani includes three categories of lamps where 70% are LED and the remaining 30% are sodium and mercury vapor lamps. A special study will be done for their replacement in LED lamps, a comparison will be made with the old sodium and mercury vapor lamps. As well as the financial differences and their lifespan will be compared. Finally, reference will be made to the maintenance of street lighting lamps and the advantages - disadvantages of all the lamps we mention will be recorded. Concluding the study with data and recordings we conclude whether the project will be executed or not.



## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αυτή η δουλειά δεν θα ήταν τέλεια χωρίς την υποστήριξη και τη βοήθεια ορισμένων σημαντικών ανθρώπων.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Κ. Τσιαμήτρο Δημήτρη για τις κατατοπιστικές του πληροφορίες που με βοήθησαν να οργανώσω και να καθοδηγήσω σωστά τις εργασίες που πρέπει να γίνουν. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλο το προσωπικό στον δήμο Ανατολικής Μάνης για την υποστήριξη που μου παρείχαν, ιδιαίτερα τον κ. Κουράκο Δημήτρη, τον ηλεκτρολόγο της πόλης, για τη βοήθειά του και όλες τις πληροφορίες που μου παρείχε για να ξεκινήσω και να ολοκληρώσω την εργασία. Ευχαριστώ τον Κ. Βερούτη Βασίλη, Προϊστάμενο Τεχνικών Υπηρεσιών, καθώς δεν μπορώ να συλλέξω πληροφορίες για να κάνω τα ακόλουθα χωρίς την άδειά του.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, ιδιαίτερα τους γονείς μου, που ήταν μαζί μου όλα αυτά τα χρόνια, διδάσκοντάς μου να βάζω στόχους και να προσπαθώ να είμαι επιτυχημένη. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που με στήριξαν με διαφορετικούς τρόπους όλα αυτά τα χρόνια, στηρίζοντας με σε κάθε βήμα μου.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη.....	σελ.2
Abstract.....	σελ.4
Ευχαριστίες.....	σελ.6
Πίνακας εικόνων.....	σελ.9
Κατάλογος Πινάκων.....	σελ.11
Κατάλογος Σχημάτων.....	σελ.11
Εισαγωγή.....	σελ.12
Κεφάλαιο 1: Φως.....	σελ. 13
1.1 Χαρακτηριστικά φωτός και οι έννοιές του.....	σελ.13
1.2 Βασικά χαρακτηριστικά φωτός και έννοιες του.....	σελ.14
1.3 Θερμοκρασία και χρώμα.....	σελ.15
1.4 Δείκτης χρωματικής απόδοσης (CRI).....	σελ.16
Κεφάλαιο 2: Φωτεινές πηγές.....	σελ.18
2.1 Κριτήρια αξιολόγησης λαμπτήρων.....	σελ.18
2.1.1 Φωτοτεχνικά κριτήρια.....	σελ.18
2.1.2 Οικονομοτεχνικά κριτήρια.....	σελ.18
2.1.3 Τεχνικά κριτήρια.....	σελ.18
2.1.4 Οικολογικά- Περιβαλλοντικά κριτήρια.....	σελ.20
2.2 Ανάλυση ειδών λαμπτήρων.....	σελ.21
2.2.1 Λαμπτήρες πυρακτώσεως.....	σελ.21
2.2.2 Λαμπτήρες εκκένωσης αερίων.....	σελ.23
2.2.3 Λαμπτήρες φθορισμού.....	σελ.24
2.2.4 Λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας (compact).....	σελ.27
2.2.5 Λαμπτήρες ατμών νατρίου (Na).....	σελ.28
2.2.6 Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου (Hg).....	σελ.31
2.2.7 Λαμπτήρες Νέον.....	σελ.34
2.2.8 Λαμπτήρες βολταϊκού τόξου.....	σελ.36
2.2.9 Λαμπτήρες Θείου.....	σελ.36

2.2.10 Λαμπτήρες LED.....σελ.37	σελ.37
Κεφάλαιο 3: Φωτιστικά σώματα.....σελ.38	σελ.38
3.1 Οδικός φωτισμός και φωτιστικά σώματα.....σελ.38	σελ.38
3.1.1 Ανάλυση φωτιστικών σωμάτων.....σελ.38	σελ.38
3.2 Κατηγορίες φωτιστικών σωμάτων.....σελ.38	σελ.38
3.3 Στήριξη φωτιστικών σωμάτων.....σελ.40	σελ.40
3.4 Διάταξη φωτιστικών σωμάτων.....σελ.41	σελ.41
3.5 IP Προστασία.....σελ.42	σελ.42
3.6 Πρότυπα και πιστοποιητικά ασφάλειας E.E.....σελ.43	σελ.43
3.7 Οδηγίες της E.E για τον φωτισμό.....σελ.43	σελ.43
Κεφάλαιο 4: Ο φωτισμός στον δρόμο.....σελ.44	σελ.44
4.1 Φωτισμός και περιβαλλοντικές συνέπειες.....σελ.44	σελ.44
4.1.1 Περιορισμός και αντιμετώπιση της φωτορύπανσης.....σελ.45	σελ.45
4.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα.....σελ.46	σελ.46
Κεφάλαιο 5: Παρούσα κατάσταση.....σελ.48	σελ.48
5.1 Συμβατικοί λαμπτήρες στην περιοχή Γυθείου.....σελ.48	σελ.48
5.1.1 Επιμέρους τεχνικές προδιαγραφές λαμπτήρων ατμών υδραργύρου.....σελ.50	σελ.50
5.1.2 Ενδεικτικά υπάρχων στοιχεία πίνακα.....σελ.51	σελ.51
5.1.3 Ρευματοδότηση φωτιστικών σωμάτων.....σελ.51	σελ.51
5.1.4 Υπολογισμοί κοστολόγιού και κατανάλωση.....σελ.52	σελ.52
Κεφάλαιο 6: Αντικατάσταση.....σελ.53	σελ.53
6.1 Προδιαγραφές φωτιστικό φανάρι LED.....σελ.54	σελ.54
6.1.1. Σύγκριση κοστολόγιού.....σελ.56	σελ.56
6.1.2 Έλεγχος πτώση τάσης στην υπάρχουσα γραμμή.....σελ.57	σελ.57
Συμπεράσματα.....σελ.58	σελ.58
Βιβλιογραφία.....σελ.59	σελ.59



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Φάσμα ακτινοβολίας (πηγή:

[https://docs.google.com/document/d/1NR2thu0Bn6GoFEn\\_f9MxILdSrdiaoaxFuIdOHSLbT1E/edit](https://docs.google.com/document/d/1NR2thu0Bn6GoFEn_f9MxILdSrdiaoaxFuIdOHSLbT1E/edit) )

Εικόνα 2: Λειτουργία φωτεινής ροής (πηγή:

[https://docs.google.com/document/d/1NR2thu0Bn6GoFEn\\_f9MxILdSrdiaoaxFuIdOHSLbT1E/edit](https://docs.google.com/document/d/1NR2thu0Bn6GoFEn_f9MxILdSrdiaoaxFuIdOHSLbT1E/edit) )

Εικόνα 3: Θερμοκρασία και χρώμα (πηγή: Βιβλίο Σ. Τουλόγλου σελ:24)

Εικόνα 4: Θερμοκρασία χρώματος (πηγή: <https://www.1800lighting.com/blog/lighting-by-room/the-best-color-temperature-for-outdoor-lighting.html> )

Εικόνα 5: Δείκτης χρωματικής απόδοσης (πηγή: Βιβλίο Σ. Τουλόγλου σελ:25 )

Εικόνα 6: Κωδικοποίηση βάσεων λαμπτήρων (πηγή: Βιβλίο Σ. Τουλόγλου σελ:30)

Εικόνα 7: Ενεργειακή επισήμανση (πηγή: <https://typos-i.gr/article/nea-energeiakhepishmansh-gia-lampthres> )

Εικόνα 8: Λαμπτήρας πυράκτωσης (πηγή: βιβλίο Β. Δημητρόπουλου σελ.56)

Εικόνα 9: Λάμπα αλογόνου (πηγή:

[https://www.shfakhs.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=706:-30&catid=62:2010-05-09-23-51-55&Itemid=124](https://www.shfakhs.com/index.php?option=com_content&view=article&id=706:-30&catid=62:2010-05-09-23-51-55&Itemid=124) )

Εικόνα 10: Λειτουργία λαμπτήρων φθορισμού (πηγή: βιβλίο Β. Δημητρόπουλου σελ.65)

Εικόνα 11: Σύνδεση λαμπτήρα φθορισμού (πηγή:

<http://mixanikos365.blogspot.com/2019/04/blog-post.html> )

Εικόνα 12: Απόχρωση λαμπτήρων φθορισμού ανάλογα την χρήση (πηγή: Βιβλίο Σ. Τουλόγλου σελ:36)

Εικόνα 13: Λαμπτήρας οικονομίας compact (πηγή: <https://www.eetimes.com/how-compact-fluorescent-lamps-work-and-how-to-dim-them/> )

Εικόνα 14: Διάφορες κατηγορίες λαμπτήρων compact (πηγή:

<https://greenfuture.io/sustainable-living/led-vs-cfl-lightbulbs/> )

Εικόνα 15: Λαμπτήρας ατμών νατρίου (πηγή:

<http://www.lamptech.co.uk/Documents/SO%20Introduction.htm> )

Εικόνα 16: Λαμπτήρας νατρίου υψηλής πίεσης (HPS) (πηγή:

[http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2158/hlg\\_201400922.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://oceanis.lib2.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/2158/hlg_201400922.pdf?sequence=1&isAllowed=y) )

Εικόνα 17: Λαμπτήρας υδραργύρου χαμηλής και υψηλής πίεσης (πηγή: Βιβλίο Σ. Τουλόγλου σελ:55)

Εικόνα 18: Λαμπτήρας ατμών υδραργύρου αλογονιδίων (HQI) (πηγή: Βιβλίο Σ. Τουλόγλου σελ:58)

Εικόνα 19: Λαμπτήρας μικτού φωτισμού (HWL) (πηγή: Βιβλίο Σ. Τουλόγλου σελ:59)

Εικόνα 20: Είδος αερίου λαμπτήρων νέον και χρώμα φωτός (πηγή: Βιβλίο Σ. Τουλόγλου σελ:63)

Εικόνα 21: Λάμπα σωλήνας τύπου φθορίου LED (πηγή: <https://gmshop.gr/product/spiti-kipos/fotismos/lampes/lampes-led/globostar-99343/> )

Εικόνα 22: Λαμπτήρας βολταϊκού τόξου (πηγή: <https://enlitechnology.com/blog/pv/ss-solar-simulior/how-a-xe-lamp-works/> )

Εικόνα 23: Λαμπτήρας θείου (πηγή: <http://www.lamptech.co.uk/Spec%20Sheets/D%20ED%20Sulphur.htm> )

Εικόνα 24: Δίοδος εκπομπής φωτός (πηγή: <https://quick-learn.in/light-emitting-diode-led-its-construction-working-and-application/> )

Εικόνα 25: Φως που εκπέμπεται από LED (πηγή: <https://www.dummies.com/programming/electronics/become-familiar-leds/> )

Εικόνα 26: Κατηγορίες φωτιστικών σωμάτων (πηγή: <http://www.mysouthborough.com/2020/01/08/january-27th-hearings-on-bylaw-changes-reducing-light-pollution-updating-site-plan-review-zoning-amendments-and-downtown-business-village/> )

Εικόνα 27: Έλεγχος αντανάκλασης και φωτεινότητα γωνίας (πηγή: <https://electricalnotes.wordpress.com/2019/05/14/how-to-design-efficient-street-lighting-part-3/> )

Εικόνα 28: Ιστοί φωτιστικών σωμάτων (πηγή: <https://noratex.gr/product/frp-poles-frp-istoi-en-12767/> )

Εικόνα 29: Κολώνα φωτιστικού σώματος (πηγή: <http://www.hito-techniki.gr/products.html> ) Εικόνα 30: Διάταξη φωτιστικών σωμάτων (πηγή: <https://www.tsanak.gr/documents/civil/roadlighting.pdf> )

Εικόνα 31: Δείκτης στεγανότητας (IP) (πηγή: [https://www.ergo-light.gr/article\\_page\\_info.php?articles\\_pages\\_id=32](https://www.ergo-light.gr/article_page_info.php?articles_pages_id=32) )

Εικόνα 32: Σύγκριση ουρανού με-χωρίς φωτορύπανση (πηγή: [https://ledkosmos.gr/blog?journal\\_blog\\_post\\_id=67](https://ledkosmos.gr/blog?journal_blog_post_id=67) )

Εικόνα 33: Όρια λάμψης ουρανού (πηγή: <https://www.lrc.rpi.edu/programs/nlpip/lightinganswers/lightpollution/skyGlowReduce.d.asp> )

Εικόνα 34: Χάρτης φωτορύπανσης στην Ευρώπη (πηγή: <https://antisimvatikos.blogspot.com/2014/06/blog-post.html?m=1> )

Εικόνα 35: Χάρτης φωτορύπανσης στην Ελλάδα (πηγή: <https://antisimvatikos.blogspot.com/2014/06/blog-post.html?m=1> )

**Εικόνα 36:** Απόσταση μελέτης (πηγή: Εφαρμογή GPS Area Calculator )

**Εικόνα 37:** Πεζόδρομος Γυθείου

**Εικόνα 38:** Πίνακας φωτισμού

**Εικόνα 39:** Φωτιστικό φανάρι LED (πηγή: [https://drive.google.com/file/d/1NLbjruC449itILArn3lpnXhopg\\_iYvPT/view](https://drive.google.com/file/d/1NLbjruC449itILArn3lpnXhopg_iYvPT/view) )

**Εικόνα 39:**Κολώνα αντικατάσταση πριν -μετά (πηγή: <https://www.kronemag.eu/cast-iron-garden-lighting-post-villa2-1> )

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

<b>Πίνακας 1:</b> Ενδεικτικές τιμές του CRI σε διάφορες λυχνίες.....σελ.17
<b>Πίνακας 2:</b> EN Πρότυπα λαμπτήρων.....σελ.43
<b>Πίνακας 3:</b> Στοιχεία φωτορύπανσης παγκοσμίως.....σελ.46
<b>Πίνακας 4:</b> Σύνοψη κόστους (συμβατοί λαμπτήρες).....σελ.52
<b>Πίνακας 5:</b> Σύνοψη κόστους (νέοι λαμπτήρες).....σελ.55
<b>Πίνακας 6:</b> Σύγκριση κοστολογίου (συμβατοί- νέοι).....σελ.56
<b>Πίνακας 7:</b> Πτώση τάσης στην υπάρχουσα γραμμή.....σελ.57

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

<b>Σχήμα 1:</b> Λαμπτήρες εκκένωσης αερίων.....σελ.23
<b>Σχήμα 2:</b> Γραμμή Α' (εφαρμογή σχεδιασμού PENCIL).....σελ.49
<b>Σχήμα 3:</b> Γραμμή Β' (εφαρμογή σχεδιασμού PENCIL).....σελ.49

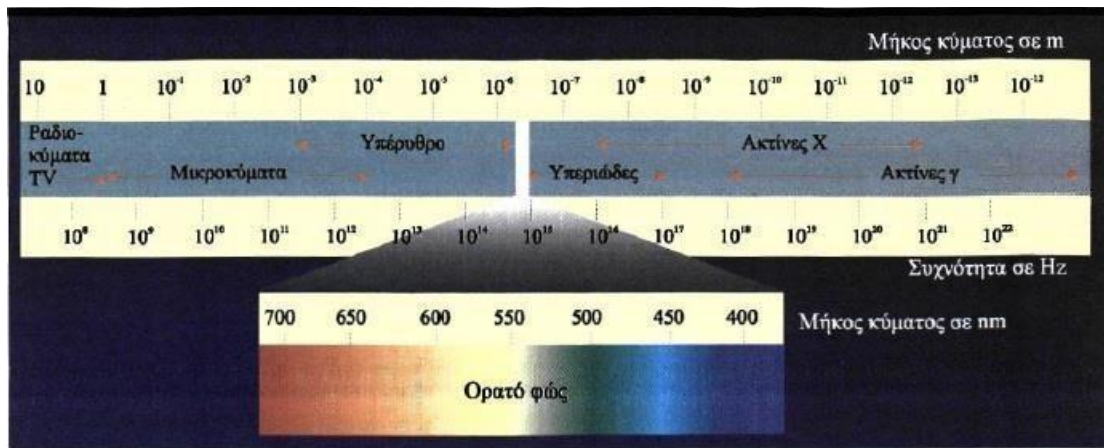
## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ανάγκη για φωτισμό ήταν ζωτικής σημασίας από την αρχαιότητα, τόσο επειδή βοηθά τους ανθρώπους να βλέπουν τη νύχτα όσο και λόγω της φωτεινής του απεικόνισης «παρουσίας» στο χώρο. Από τα φυσικά φωτιστικά μέχρι τους παραδοσιακούς λαμπτήρες, η τεχνολογία προχωρά γρήγορα με μοναδικό σκοπό: Απλοποίηση της ανθρώπινης ζωής. Με την πάροδο του χρόνου, ωστόσο, ανακαλύφθηκαν νέες ανάγκες, δηλαδή η ανάγκη εξοικονόμησης ενέργειας και μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας λόγω υπερπληθυσμού. Έτσι, το 2017, είδαμε ότι η τεχνολογία LED έχει αναπτυχθεί σε ικανοποιητικό επίπεδο. Στη συγκεκριμένη εργασία θα αναλύσουμε το υπάρχων και είδη εγκατεστημένο σύστημα φωτισμού στο πιο κεντρικό σημείο του Γυθείου Λακωνίας. Θα επακολουθήσει περαιτέρω οικονομική ανάλυση των μέσων φωτισμού και συγκρίσεις ανάμεσα στο συμβατό τρόπο φωτισμού με την ανερχόμενη εξελίξιμη τεχνολογία φωτισμού τύπου LED. Οι συγκρίσεις και τα αποτελέσματα θα ανταποκρίνονται στις παρούσες τιμές της αγοράς που υπάρχουν αυτή την στιγμή.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : ΦΩΣ

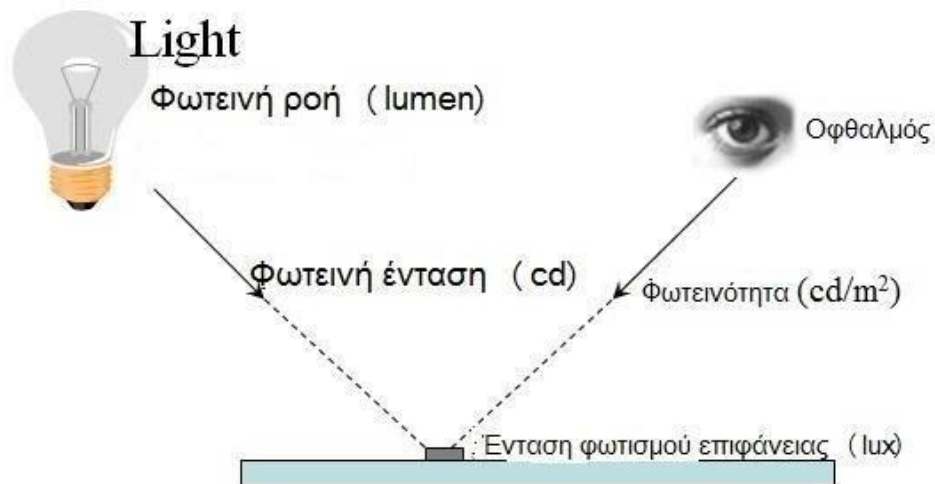
## 1.1 Χαρακτηριστικά φωτός και οι έννοιές τους

Φως ονομάζεται η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία με ραδιοκύματα , που ανιχνεύεται από το ανθρώπινο μάτι. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε το ορατό φάσμα που αντιστοιχεί σε πέντε βασικούς χρωματισμούς, δηλαδή στα χρώματα του ουράνιου τόξου.



Εικόνα 1 : Φάσμα ακτινοβολίας [2]

Το εύρος συχνοτήτων που καλύπτει το ανθρώπινο μάτι είναι 400 έως 780 νανόμετρα (nm). Μελέτες έχουν δείξει ότι το ανθρώπινο μάτι είναι πιο ευαίσθητο στις ενδιάμεσες συχνοότητες, όπως φαίνεται στο σχήμα, οι περιοχές του φάσματος είναι υπεριώδεις και υπέρυθρες. Το υπέρυθρο δίνει την αίσθηση της θερμότητας, ενώ το υπεριώδες διεγείρει τους λαμπτήρες φθορισμού. Οι περιοχές εκτός του φάσματος υπάρχουν σε φυσικό φως και μπορούν να προκαλέσουν ζημιές βραχυπρόθεσμα.



Εικόνα 2: Λειτουργία φωτεινής ροής.[2]

## 1.2 Βασικά χαρακτηριστικά φωτός

**Φωτεινή ροή:** είναι η συνολική ποσότητα ενέργειας φωτός που εκπέμπεται από μια πηγή (φυσική ή μη) ανά δευτερόλεπτο. Ωστόσο η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δεν είναι αντιληπτή από το ανθρώπινο μάτι, την ευαισθησία η οποία εξαρτάται από την συχνότητα. Μονάδα μέτρησης της φωτεινής ροής είναι τα lumen. Παράδειγμα αν ένα φωτιστικό σώμα εκπέμπει ακτινοβολία 1 W τότε η αντίστοιχη φωτεινή ροή του είναι 684 lumen.

**Φωτεινή ένταση:** Φωτεινή ένταση ορίζουμε ως το φυσικό μέγεθος μέτρησης του φωτός προς οποιαδήποτε κατεύθυνση ενός φωτιστικού σώματος. Το φωτιστικό σώμα εκπέμπει σε οποιαδήποτε κατεύθυνση φωτεινή ροή όμως η φωτεινή ένταση μετρά το κύμα φωτός σε μια συγκεκριμένη κατεύθυνση. Η φωτεινή ένταση μια στερεάς γωνίας ορίζεται ως η φωτεινή ροή που εκπέμπει το φωτιστικό σώμα εντός της γωνίας δια την στερεά γωνία με μονάδα μέτρησης την candela (cd), ( $1 \text{ cd} = 1 \text{ lm} / 1 \text{ sr}$ ).

**Ένταση φωτισμού επιφάνειας:** ορίζεται το πηλίκο της φωτεινής ροής που εκπέμπεται στο εσωτερικό μιας στερεάς γωνίας. Η μέτρηση της έντασης του φωτισμού  $E$  μιας οποιαδήποτε επιφάνειας γίνεται με το φωτόμετρο όπου αποτελείται από ένα φωτοστοιχείο συνδεδεμένο με μιλιβολτόμετρο. Μονάδα μέτρησης είναι τα lux.

**Λαμπρότητα:** είναι ένα βασικό μέγεθος της φωτοτεχνίας γιατί προκαλεί στο ανθρώπινο μάτι την αίσθηση της φωτεινότητας διάφορων αντικειμένων, χαρακτηρίζεται ως το πηλίκο της φωτεινής έντασης  $I$  στην κατεύθυνση του παρατηρητή. Από τον ορισμό λαμπρότητα γίνεται αντιληπτό πως πρόκειται για διανυσματικό μέγεθος και αλλάζει με την θέση του παρατηρητή. Μονάδα μέτρησης της λαμπρότητας είναι το  $1 \text{ NIT} = 1 \text{ cd} / \text{m}^2$ .



#### 1.4 Δείκτης χρωματικής απόδοσης (CRI)

Ο δείκτης απόδοσης χρωμάτων καθορίζει την πιστότητα του τρόπου συμπεριφοράς των χρωμάτων όταν φωτίζονται από μια πηγή φωτός σε σχέση με την εμφάνισή τους. Ο χρωματικός δείκτης έχει μέγιστη τιμή 100 και ελάχιστη τιμή 50. Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως έχουν τον υψηλότερο χρωματικό δείκτη (100 CRI) επειδή τέτοιοι λαμπτήρες εκπέμπουν περισσότερο προς το κίτρινο τμήμα του ορατού φάσματος, σε σύγκριση με τους δείκτες άλλων λαμπτήρων. Επίσης, τα σημερινά φώτα LED έχουν δείκτη απόδοσης χρώματος μεγαλύτερο από > 75, που θεωρείται πολύ καλό.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο δείκτης χρωματικής απόδοσης με την ονομασία του χρώματος φωτός καθώς και την θερμοκρασία χρώματος.

**Πίνακας 3.3. Ταξινόμηση δείκτη χρωματικής απόδοσης**

α/α	Δείκτης χρωματικής απόδοσης (Ra)	Ονομασία χρώματος φωτός	Θερμοκρασία χρώματος Tc [°K]
1.	63	Λευκό (βιομηχανικό)	4100
2.	72	Ψυχρό	6200
3.	85	Απόχρωση λαμπτήρα πυράκτωσης 1	2700
4.	85	Θερμό λευκό	3000
5.	85	Λευκό πολυτελείας	4000
6.	85	Ημέρας	6500
7.	95	Απόχρωση λαμπτήρα πυράκτωσης 2	2700
8.	95	Θερμό λευκό σπέσιαλ	3000
9.	95	Λευκό σπέσιαλ	3800
10.	98	Λευκό ημέρας	5000

Η κατάταξη του Σ. 3.3

[Εικόνα 5: Δείκτης χρωματικής απόδοσης.\[11\]](#)



Ο δείκτης χρωματικής απόδοσης στις τιμές από 90 έως 100 υποδηλώνει εξαιρετική απόδοση χρωμάτων, από 80 έως 90 δηλώνει καλή απόδοση χρωμάτων και από 50 έως 80 δηλώνει κακή απόδοση χρωμάτων. Αναλόγως την εφαρμογή κάθε λαμπτήρα μπορεί να είναι επιθυμητή η χαμηλή τιμή του CRI ,όπως δηλαδή στον φωτισμό των δρόμων που χρειάζεται χαμηλός δείκτης απόδοσης διότι καθιστά πιο ξεκούραστη την νυχτερινή οδήγηση ( κίτρινη απόχρωση χρώματος ), σε αυτήν την κατηγορία γίνεται επιθυμητή ακόμα και η αρνητικές τιμές του δείκτη χρωματικής απόδοσης. Στον πίνακα 1 θα δούμε διάφορες λυχνίες και την τιμή CRI.

Πηγή φωτός	CCT (°K)	CRI
Λαμπτήρας Νατρίου χαμηλής πίεσης (LPS / SOX)	1800	-44
Λαμπτήρας ατμών υδραργύρου	6410	17
Λαμπτήρας Νατρίου υψηλής πίεσης (HPS / SON)	2100	24
Επιστρωμένος υδράργυρος-ατμός	3600	49
Χλωροφωσφορικό ζεστό λευκό φθορισμού	2940	51
Halofosfate cool-white φθορισμού	4230	64
Τριφωσφορικό ζεστό λευκό φθορισμό	2940	73
Χλωροφωσφορικό φθορίζον ψυχρό φως ημέρας	6430	76
Λαμπτήρας Νατρίου	2700	82
Πρότυπο LED Lamp	2700-5000	83
Αλογονίδιο μετάλλου χαλαζία	4200	85
Τριφωσφορικό δροσερό λευκό φθορισμού	4080	89
Λυχνία LED υψηλής CRI (μπλε LED)	2700-5000	95
Κεραμική λάμπα μεταλλικού αλογονιδίου	5400	96
Λαμπτήρας LED εξαιρετικά υψηλής CRI (Violet LED )	2700-5000	98
Λαμπτήρας πυρακτώσεως / αλογόνου	3200	100

**Πίνακας 1: Ενδεικτικές τιμές του CRI σε διάφορες λυχνίες**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 : ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΠΗΓΕΣ

### 2.1 Κριτήρια αξιολόγησης λαμπτήρων

Κάθε λαμπτήρας είναι κατασκευασμένος για να καλύπτει διάφορες ανάγκες. Για την επιλογή του κατάλληλου λαμπτήρα λαμβάνονται υπόψη μια σειρά από κριτήρια που μπορούν να ομαδοποιηθούν στις παρακάτω 4 κατηγορίες:

#### 2.1.1 Φωτοτεχνικά κριτήρια

- Θερμοκρασία χρώματος
- Δείκτης χρωματικής απόδοσης

#### 2.1.2 Οικονομοτεχνικά κριτήρια

- Απόδοση του λαμπτήρα : είναι η ποσότητα φωτεινής ροής που αποδίδει ο λαμπτήρας με την ηλεκτρική κατανάλωση.
- Χρόνος ζωής λαμπτήρα : αναγράφεται πάντα στο προϊόν και καθορίζει την διάρκεια ζωής του λαμπτήρα (πότε θα καταστραφεί), μετριέται σε ώρες. Σε αυτό το κριτήριο συμβάλει και η ποιότητα κατασκευής, αν ο κατασκευαστής έχει χρησιμοποιήσει χαμηλή ποιότητα υλικών για την κατασκευή του λαμπτήρα τόσο πιο εύκολα θα καεί ο λαμπτήρας άρα θα έχει και μικρότερο χρόνο ζωής.

#### 2.1.3 Τεχνικά κριτήρια

- Θέση λειτουργίας: Για την ομαλή λειτουργία κάθε λαμπτήρα θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη την τοποθέτησή τους ( οριζόντια ή κάθετα), μετριέται σε μοίρες ( $^{\circ}$ ).
- Συνθήκες λειτουργίας ή θερμοκρασία περιβάλλον: Αναφέρεται στα όρια της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος χώρου, μετριέται σε βαθμούς της κλίμακας Κελσίου.
- Τάση λειτουργία : είναι η τάση που θα πρέπει να συνδεθεί ο λαμπτήρας για να μπορεί να λειτουργήσει στο δίκτυο. Μονάδα μέτρησης της τάσης είναι τα volt. Συνήθως η ονομαστική τάση δικτύου είναι 230V.
- Ονομαστική ισχύ: είναι η ισχύ που καταναλώνει ο λαμπτήρας όταν τεθεί σε λειτουργία, μονάδα μέτρησης είναι τα watt.
- Φωτεινή ροή : αναφέρεται στη συνολική ποσότητα φωτός που παράγεται από μια φωτεινή πηγή προς όλες τις κατεύθυνσης. Συμβολίζεται με  $\Phi$  και μονάδα μέτρησης lumen (lm).
- Διαστάσεις λαμπτήρα: είναι σημαντικό κριτήριο και σε κάθε λαμπτήρα αναγράφονται η διαστάσεις (πλάτος, μήκος, διάμετρος) στην συσκευασία. Καταβάλουν σημαντικό ρόλο στην εξοικονόμηση χώρου.

- Ένταση ρεύματος: είναι η αιτία λειτουργίας του λαμπτήρα. Ονομάζεται η κίνηση των ηλεκτρονίων φορτισμένων σωματιδίων. Αν τροφοδοτήσουμε έναν λαμπτήρα με λιγότερη ένταση από αυτήν που απαιτείται θα πάρουμε λιγότερο φωτισμό στο χώρο.
- Δυνατότητα προσθήκης ψαλιδιστή: είναι οι γνωστοί dimmer που ελέγχουν την συνολική ενέργεια που φτάνει στον λαμπτήρα. Η ρύθμιση του dimmer γίνεται με την μεταβολή της αντίστασης ,έτσι μειώνεται το ρεύμα που θα φθάσει στον λαμπτήρα και εκπέμπεται λιγότερος φωτισμός.
- Λυχνιολαβή: είναι η βάση λαμπτήρων ( βιδωτή, μπαγιονέτ, ακίδων ), υπάρχουν διάφορες κατηγορίες λυχνιολαβών. Αναλόγως με την εφαρμογή τους η πιο συνηθισμένη είναι E14, E27, E40. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται η κωδικοποίηση βάσεων των λαμπτήρων .

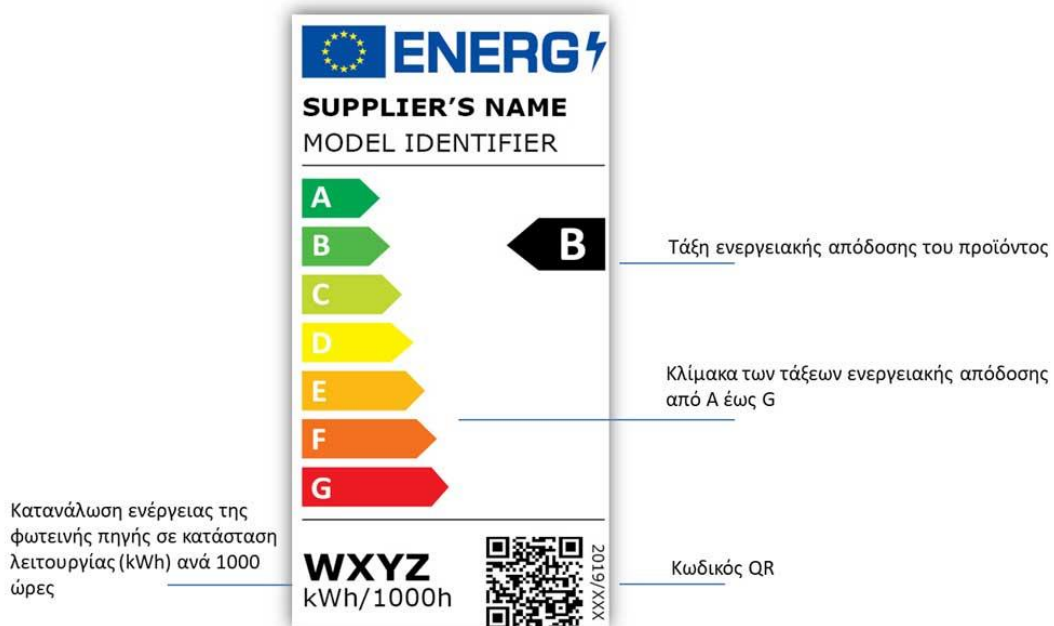


**Εικόνα 6: Κωδικοποίηση βάσεων λαμπτήρων.[11]**

### 2.1.4 Οικολογικά- περιβαλλοντικά κριτήρια

- Περικτικότητα πιθανών βλαβερών ουσιών για το περιβάλλον : καθορίζει την περιεκτικότητα σε βλαβερές ουσίες ,οι οποίες είναι απαραίτητες για την λειτουργία του λαμπτήρα αλλά ταυτόχρονα είναι βλαβερές για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.
- Εξοικονόμηση καταναλισκόμενης ενέργειας: αναφέρεται στην εξοικονόμηση ενέργειας του λαμπτήρα, υπάρχει οδηγία από την Ευρωπαϊκή Ένωση για την υποχρεωτική ένδειξη κατανάλωσης των λαμπτήρων. Είναι η ένδειξη που υπάρχει σε κάθε συσκευασία λαμπτήρων (ENERGY EFFICIENCY LABEL ), και συμβουλεύει τον καταναλωτή για την πόση εξοικονόμηση ενέργειας εξασφαλίζεται από αυτόν τον λαμπτήρα, όσο πιο κοντά είναι ο λαμπτήρας στην κατηγορία A τόσο λιγότερο ενέργεια καταναλώνει. Οι κατηγορίες κατανάλωσης ενέργειας είναι στην παρακάτω εικόνα.

#### Νέα ετικέτα για λαμπτήρες



Εικόνα 7: Ενεργειακή επισήμανση

## 2.2 Ανάλυση ειδών λαμπτήρα

Ο Thomas Edison κατασκεύασε την πρώτη ηλεκτρική πηγή φωτός το 1880. Οι πρώτοι λαμπτήρες κατασκευάστηκαν από ένα νήμα άνθρακα μέσω του οποίου ρέει ένα ηλεκτρικό ρεύμα και όταν το νήμα θερμαίνεται, εκπέμπει θερμότητα και φως. Μέχρι σήμερα, η τεχνολογία παραμένει η ίδια όπως κατασκευάστηκε το 1880, με τη μόνη διαφορά ότι πλέον χρησιμοποιούνται προηγμένα υλικά όπως το βολφράμιο. Η διαφορά μεταξύ αυτών των δύο τύπων λαμπτήρων εξαρτάται από το πώς παράγεται το φως:

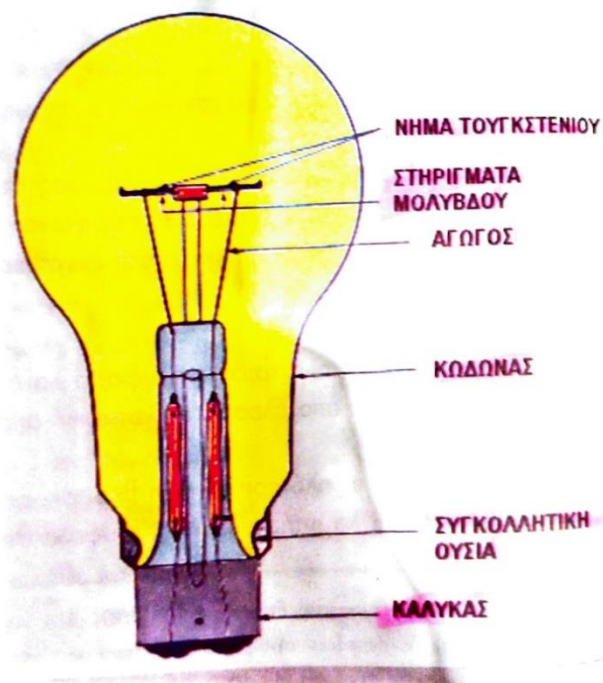
α) Λαμπτήρες πυρακτώσεως

β) Λαμπτήρες εκκένωσης αερίου

### 2.2.1 Λαμπτήρες πυρακτώσεως

Στη λειτουργία των λαμπτήρων πυρακτώσεως αναφερθήκαμε πιο πάνω με την μόνη διαφορά ότι το υλικό που χρησιμοποιούν σήμερα είναι το βολφράμιο. Συγκεκριμένα οι λαμπτήρες πυράκτωσης αποτελούνται από :

- το γυάλινο περίβλημα (ή κώδωνα, είναι διαφανές η ματ για την μείωση της θαμπώσεως )
- Τη μεταλλική βάση (ή κάλυκας, είναι η λυχνιολαβή που μπορεί να είναι βιδωτή ή μαγιονέτ )
- Το μεταλλικό νήμα (το νήμα που υπάρχει στο εσωτερικό του λαμπτήρα, το οποίο είναι κατασκευάζεται από βολφράμιο επειδή έχει υψηλό σημείο τήξης στους 3400 °C)
- Το γυάλινο στέλεχος (είναι το στήριγμα που τοποθετείτε το μεταλλικό νήμα)



Εικόνα 8: Λαμπτήρας πυράκτωσης.[10]

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως χωρίζονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα το αέριο πλήρωσης τους:

- Απλούς

Αυτός ο τύπος λαμπτήρα κενού αέρος ,έχει ένα μειονέκτημα του έντονου μαυρίσματος γυάλινου κώδωνα. Επίσης το 90% της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφά ο λαμπτήρας μετατρέπεται σε θερμότητα. Ο χρόνος ζωής των απλών λαμπτήρων πυρακτώσεως είναι 1.000 ώρες και εξαρτάται από την τάση τροφοδοσίας. Για τον λόγο ότι καταναλώνουν πολύ ενέργεια η Ε.Ε αποφάσισε τη σταδιακή απόσυρση των λαμπτήρων πυρακτώσεως.

#### Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

- ✗ Μικρή φωτεινή απόδοση
- ✗ Υψηλή περιεκτικότητα στο κόκκινο και κίτρινο φως που αποδίδουν
- ✗ Καταναλώνουν πολύ ενέργεια
- ✗ Μικρή διάρκεια ζωής

- Αλογόνου (γνωστοί ως Halogen ή Ιωδίου)

Συγκεκριμένα είναι η συνέχεια του απλού τύπου λαμπτήρων πυρακτώσεως ,γιατί η λειτουργία τους είναι ίδια με τους απλούς ,η διαφορά είναι το υλικό κατασκευής του κώδωνα. Αν και σε αυτούς τους λαμπτήρες μειώνεται πολύ η διάρκεια ζωής τους σε περίπτωση που τους πιάνουμε με γυμνό χέρι κατά την τοποθέτηση τους. Σε αυτήν την κατηγορία το υλικό που χρησιμοποιείται για την κατασκευή του κώδωνα ( γυάλινο περίβλημα ) είναι από ιωδίου-χαλαζία το οποίο αντέχει σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις. Κατά την λειτουργία του λαμπτήρα αναπτύσσεται μεγάλη θερμοκρασία των 600 °C.

Στους λαμπτήρες αλογόνου δεν μαυρίζει ο κώδωνας διότι, περιέχουν αδρανές αέριο και ατμούς ιωδίου και βρωμίου με αποτέλεσμα όταν λειτουργεί ο λαμπτήρας ενώνεται το ιώδιο και βρώμιο και δημιουργείται το αέριο ,όταν φθάνει κοντά στο νήμα πυρακτώσεως το αέριο αυτό σπάει πάλι σε ιώδιο και βρώμιο και επιστρέφει στο νήμα. Αυτή η λαμπτήρες είναι πιο οικονομική σε σχέση με τους απλούς πυρακτώσεως καθώς έχουν και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής ( 2.000 ώρες ,το διπλάσιο από έναν απλό τύπου πυρακτώσεως ). Χωρίζονται σε δύο είδη οι λαμπτήρες αλογόνου, διακρίνονται σε ανοικτού τύπου και κλειστού τύπου καθώς χρησιμοποιούνται για την χρήση σε οικιακό αλλά και σε επαγγελματικό φωτισμό. Και αυτοί όμως σταδιακά αποσύρονται.

#### Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

- ✓ Μεγάλη φωτεινή απόδοση
- ✓ Διπλάσια διάρκεια ζωής
- ✓ Μικρές διαστάσεις
- ✓ Λαμπρό λευκό φως

- ✗ Μεγάλη κατανάλωση ενέργειας και ένταση θερμότητας.
- ✗ Ελάχιστη αντίσταση στην υγρασία.
- ✗ Ο λαμπτήρας είναι πολύ ευαίσθητος στη βρωμιά.
- ✗ Υψηλό κόστος

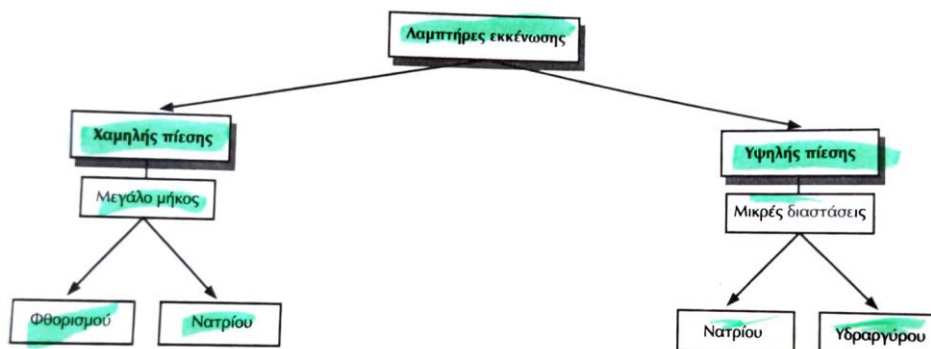


Εικόνα 9: Λάμπα τεχνολογίας αλογόνου

### 2.2.2 Λαμπτήρες εκκένωσης αερίων

Στους λαμπτήρες εκκένωσης αερίων το φως παράγεται από ηλεκτρική εκκένωση στο εσωτερικό ενός σωλήνα που περιέχει κατάλληλο αέριο, καθώς αυτό επηρεάζει το χρώμα του εκπεμπόμενου φως. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι λαμπτήρες υδραργύρου, ατμών νατρίου, θείου ,φθορισμού και νέον.

Οι λαμπτήρες εκκένωσης διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες :



Σχήμα 1 :Λαμπτήρες εκκένωσης αερίων.[11]

### 2.2.3 Λαμπτήρες φθορισμού

Οι λαμπτήρες φθορισμού είναι λαμπτήρες εκκενώσεως αερίου και αποτελούνται από:

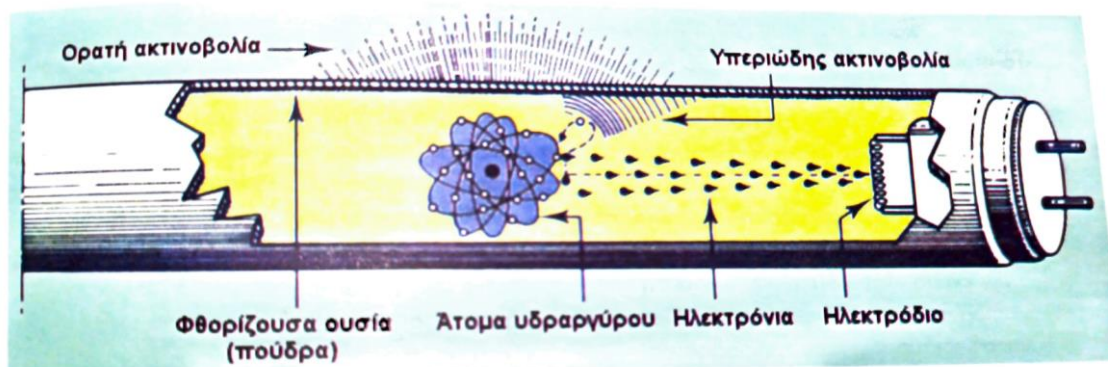
- Γυάλινο σωλήνα (που μέσα περιέχει υδράργυρο) και υπάρχει σε τρία σχήματα.
- Τις φθορίζουσες ουσίες (βολφράμιου και βορίου) που καλύπτουν τον γυάλινο σωλήνα.
- Τα ηλεκτρόδια (νήμα) που τα άκρα τους καταλήγουν στα προεξέχοντα άκρα του σωλήνα.
- Τον υδράργυρο (Hg) που είναι τοποθετημένο στο εσωτερικό του σωλήνα σε μορφή σταγόνας με χαμηλή πίεση.

Το φθόριο είναι ιδιαίτερη τοξική ουσία για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή σε περίπτωση που καταστραφεί (σπάσει) ο λαμπτήρας, αυτό γιατί περιέχει ίχνη υδραργύρου στη δηλητηριώδη φθορίζουσα ουσία, έτσι σχηματίζουν ένωση που δεν επιτρέπεται να έλθει σε επαφή με την επιδερμίδα μας.

#### Αρχή λειτουργίας λαμπτήρων φθορισμού

Για να λειτουργήσει ένας λαμπτήρας φθορισμού θα πρέπει να υπάρχουν απαραίτητα εξαρτήματα (εκκινητής - starter, κιβώτιο ζεύξης -Ballast, βάση στήριξης - ντουί).

Όπως αναφερθήκαμε πιο πάνω ο λαμπτήρας φθορισμού αποτελείται από έναν γυάλινο σωλήνα που στο εσωτερικό του περιέχει υδράργυρο. Από την στιγμή που ανάψει ο διακόπτης κλείσει δηλαδή το κύκλωμα θα περάσει ρεύμα από τον λαμπτήρα και τον εκκινητή starter. Καθώς περνάει το ρεύμα από τον εκκινητή θερμαίνεται το διμεταλλικό έλασμα κάμπτεται και κλείνουν οι επαφές του. Το ρεύμα μεγαλώνει στο πηνίο (ballast), και τα ηλεκτρόδια στα άκρα του σωλήνα θερμαίνονται και εκπέμπουν ηλεκτρόνια έτσι εξατμίζεται ο υδράργυρος στο εσωτερικό του σωλήνα.

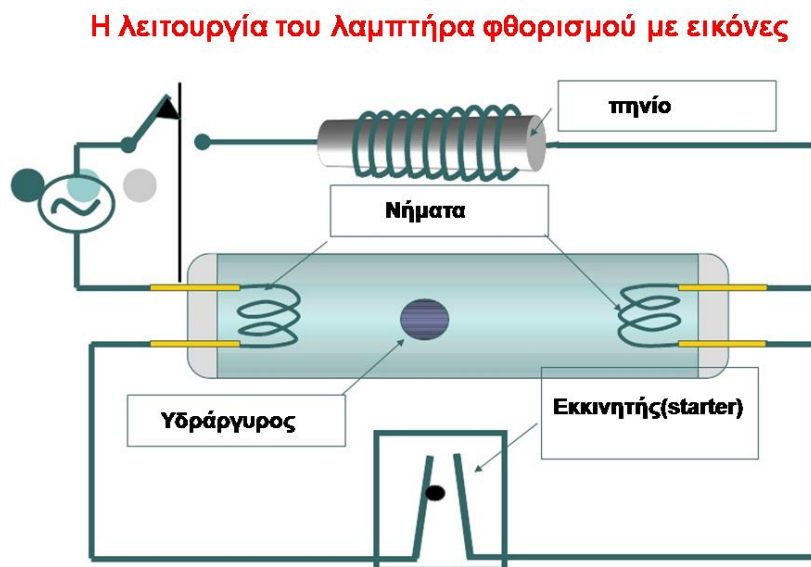


Εικόνα 10: Λειτουργία λαμπτήρων φθορισμού.[10]



Στα άκρα του πηνίου αναπτύσσεται μεγάλη επαγωγική τάση καθώς και αρχίζει η εκκένωση με τα ηλεκτρόδια να κινούνται ανάμεσα στους ατμούς του υδραργύρου. Μόλις κλείσουν οι επαφές του starter το διμεταλλικό έλασμα ψύχεται και διακόπτεται απότομα το ηλεκτρικό κύκλωμα.

Τα ηλεκτρόνια συγκρούονται με τα άτομα του υδραργύρου ,αντιδρούν και προκαλούν διέγερση. Με την διάσπαση εκπέμπεται υπεριώδεις ακτινοβολία και φωτοβολή. Η ισχύς του ballast επιλέγεται ανάλογα με την ισχύ του λαμπτήρα, δεν πρέπει ποτέ το ballast να ξεπερνά την ονομαστική ισχύ του λαμπτήρα. Παρακάτω βλέπουμε μια συνδεσμολογία λαμπτήρα φθορισμού με τα εξαρτήματά του.



Εικόνα 11: Σύνδεση λαμπτήρα φθορισμού.[9]

Ανάλογα με το τύπο τους οι λαμπτήρες φθορισμού δίνουν οποιοδήποτε φως ως προς την θερμοκρασία αφού καλύπτουν ένα μεγάλο φάσμα από 2700 °K μέχρι 6200 °K. Γεγονός που αποτελεί τη δυνατότητα επιλογής κατάλληλων λαμπτήρων για οποιαδήποτε εφαρμογή, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Πίνακας 4.8. Χαρακτηρισμός απόχρωσης λαμπτήρων φθορισμού ανάλογα με την εφαρμογή χρησιμοποίησης						
α/α	Αριθμός απόχρωσης	Ονομασία χρώματος		Θερμοκρασία χρώματος [°K]	Δείκτης χρωματικής απόδοσης	Εφαρμογή
1	33	Λευκό φως	white standard	4100	63	Εργασιακοί χώροι - Εκθέσεις
2	54	Ψυχρό φως ημέρας	cool daylight standard	6200	72	>>
3	82	Απόχρωση λαμπτήρα πυράκτωσης	Argenta	2700	85	Εσωτερικοί χώροι οικιών
4	83	Θερμό λευκό φως πολυτελείας	warm white deluxe	3000	85	Καταστήματα - Super markets
5	84	Λευκό φως πολυτελείας	white deluxe	4000	85	Γραφεία
6	86	Φως ημέρας πολυτελείας	daylight deluxe	6500	85	Εργασίες με σύγκριση χρωμάτων
7	92	Απόχρωση λαμπτήρα πυράκτωσης	Argenta	2700	95	Δημόσιοι χώροι - Εσωτερικοί χώροι οικιών
8	93	Θερμό λευκό φως σπέσιαλ	warm white special deluxe	3000	95	Εκθέσεις μόδας
9	94	Λευκό φως σπέσιαλ	white special deluxe	3800	95	Εργοστάσια
10	95	Λευκό φως ημέρας σπέσιαλ	daylight special deluxe	5000	98	Λεπτές εργασίες

Στοιχεία PHILIPS

Εικόνα 12: Απόχρωση λαμπτήρων φθορισμού ανάλογα την χρήση τους.[11]

#### Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

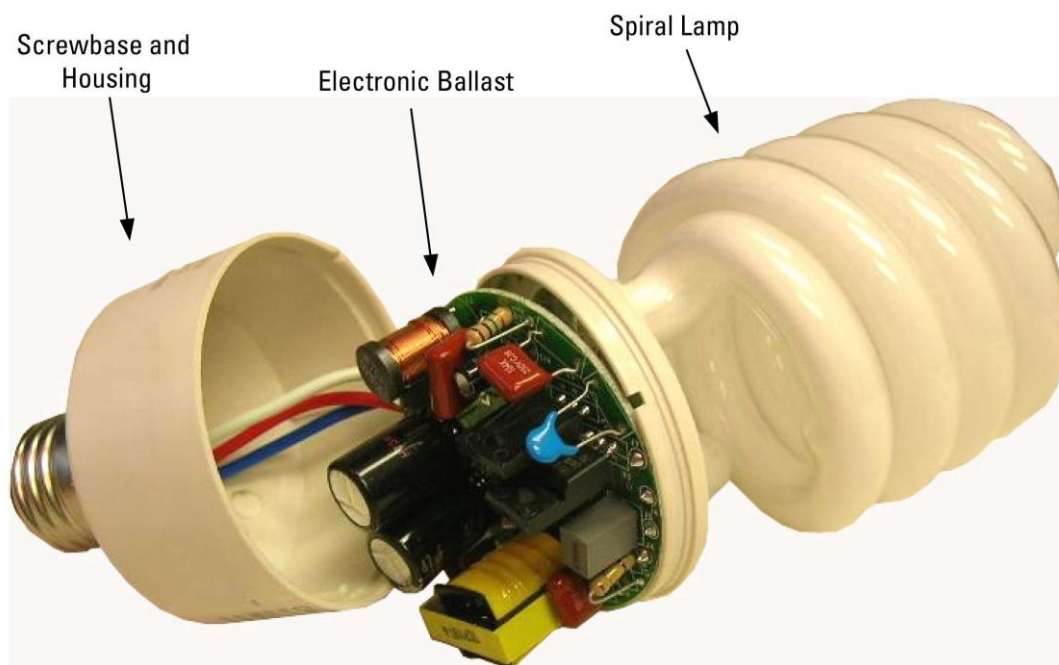
- ✓ Έχουν την δυνατότητα επιλογής χρώματος και δείκτη απόδοσης ανάλογα με την χρήση εφαρμογής τους.
- ✓ Δεν εμφανίζουν ευαισθησία στην διακύμανση τάσης δικτύου
- ✓ Έχουν 3 έως 7 φορές μεγαλύτερη απόδοση χρώματος σε σχέση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως
- ✓ Η διάρκεια ζωής τους είναι 7500 ώρες λειτουργίας
- ✓ Χαμηλή κατανάλωση
- ✓ Μικρό κόστος
  
- ✗ Μεγάλο μέγεθος
- ✗ Περιέχουν τοξικές ουσίες
- ✗ Χαμηλό δείκτη χρωματικής απόδοσης
- ✗ Έντονη υπεριώδη ακτινοβολία

## 2.2.4 Λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας ή οικονομικής λειτουργίας (compact)

Για να αντικαταστήσουν τους απλούς λαμπτήρες πυρακτώσεως τα τελευταία χρόνια εμφανίστηκαν οι λαμπτήρες οικονομικής λειτουργίας και έχουν την ίδια λειτουργία με τους λαμπτήρες φθορισμού. Ονομάζονται συμπαγείς (compact) διότι το ballast και ο εκκινητής starter τοποθετούνται στη βάση του λαμπτήρα. Οι λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας έχουν μικρές διαστάσεις αλλά μεγάλο βάρος.

Σε σύγκριση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως η λαμπτήρες compact έχουν τις παρακάτω ιδιότητες:

- έχουν ίδια χαρακτηριστικά φωτός
- καταναλώνει 5 φορές μικρότερη ισχύ
- έχουν μέχρι 8 φορές μεγαλύτερη διάρκεια ζωής



Εικόνα 13: Λαμπτήρας οικονομίας (compact)

### Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

- ✓ Απτοί εξοικονόμησης ενέργειας
- ✓ Μεγάλη απόδοση
- ✓ Μεγάλη διάρκεια ζωής ( 6000-12000 ώρες)
- ✓ Χαμηλή θερμοκρασία λαμπτήρα

- ✘ Ευαισθησία στην υγρασία και στις χαμηλές θερμοκρασίες
- ✘ Περιέχει επικίνδυνη ουσία για τον άνθρωπο ( υδράργυρο)
- ✘ Απότομη απενεργοποίηση ( εκφόρτωση)
- ✘ τρέμοπαιγμα - θόρυβο

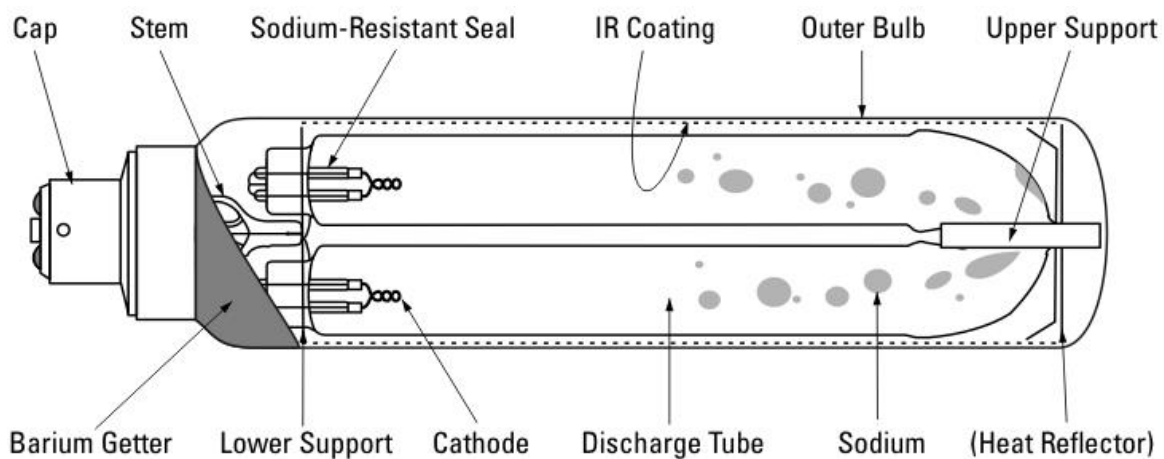


Εικόνα 14: Διάφορες κατηγορίες λαμπτήρων compact

### 2.2.5 Λαμπτήρες ατμών Νατρίου ( Na)

Όπως είδαμε στο σχήμα 1 οι λαμπτήρες νατρίου ανήκουν στην κατηγορία εκκενώσεις αερίων και διακρίνονται σε δύο είδη, χαμηλής ( LPS) και υψηλής πίεσης ( HPS). Για να λειτουργήσουν οι λαμπτήρες νατρίου χρειάζονται υψηλότερη τάση από αυτή που έχει το δίκτυο όπου ανάλογα με το είδος καταλαμβάνεται από ειδική διάταξη ballast, και μετασχηματιστή. Επιπλέον κατά την εκκίνηση τους μειώνουν το συντελεστή ισχύος συνφ ( σε τιμή 0,5 περίπου) για τον λόγο αυτό επιβάλλεται πυκνωτής αντιστάθμισης.

Οι λαμπτήρες χαμηλής πίεσης (LPS) χρησιμοποιούνται για εξωτερικό φωτισμό, και έχουν διάρκεια ζωής 18.000 ώρες με θερμοκρασία χρώματος 1.800 K. Όταν λειτουργούν δημιουργούν κίτρινο φως πολύ σημαντικό γιατί προκαλεί λιγότερη φωτορύπανση στο περιβάλλον, αλλά κατά την εκκίνησή τους παράγεται μια κόκκινη λάμψη λόγω του αερίου ( νέον) που περιέχει, το οποίο φωτοβολεί σε χαμηλή θερμοκρασία. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία το νάτριο αρχίζει να εξατμίζεται και έτσι δημιουργείται το κίτρινο χρώμα που εκπέμπει.

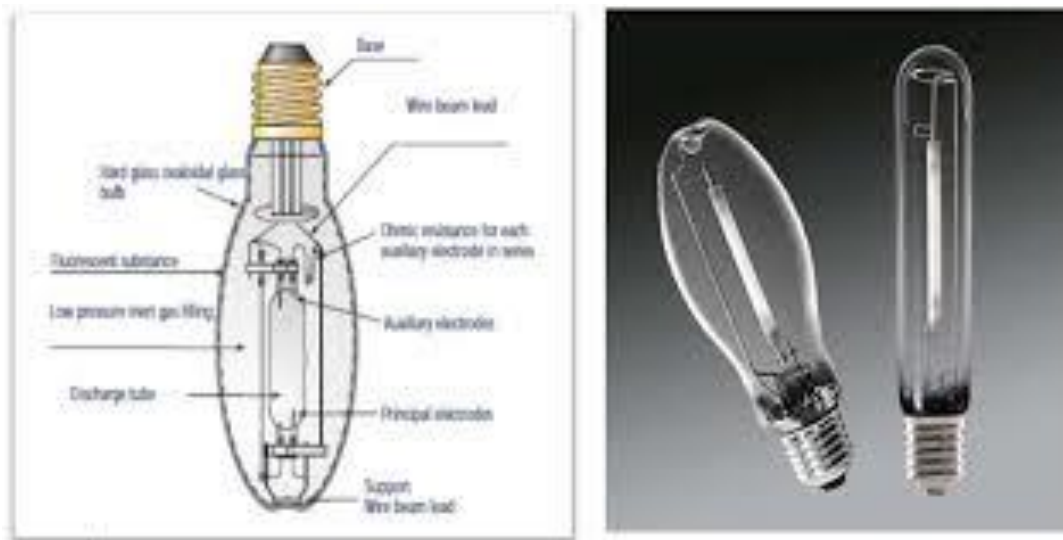


Εικόνα 15: Λαμπτήρας ατμών νατρίου (Na)

#### Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

- ✓ Η εκπομπή του φωτός δεν μειώνεται με την ηλικία του λαμπτήρα
- ✓ Αποτελεσματικός λαμπτήρας
- ✓ Πολύ αποδοτικός λαμπτήρας
- ✓ Επανεκκινείται αμέσως
- ✓ Λίγο κόστος συντήρησης
  
- ✗ Χειρότερη απόδοση χρώματος από οποιονδήποτε λαμπτήρα
- ✗ Επικίνδυνο υλικό (νάτριο) που καίγεται αν εκτεθεί στον αέρα

Οι λαμπτήρες υψηλής πίεσης (HPS) έχουν διάρκεια ζωής περίπου 32.000 ώρες. Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στο εσωτερικό του λαμπτήρα είναι πολύ υψηλές για τον λόγο αυτό αποτελούνται από ένα σωλήνα κεραμικού υλικού που είναι κατάλληλο για αυτές τις θερμοκρασίες. Μετά την εκκίνηση του ο λαμπτήρας χρειάζεται περίπου 10 λεπτά μέχρι να αποδώσει πλήρως, και ο χρόνος επανεκκίνησης είναι 1 με 3 λεπτά. Το φως που παράγει ο συγκεκριμένος λαμπτήρας είναι χρυσόλευκο και αντιστοιχεί σε θερμοκρασία χρώματος 2300 °K. Υπάρχουν δύο διαφορετικές εξωτερικές μορφές αυτού του λαμπτήρα με σωληνοειδή διαφανή κώδωνα και με κώδωνα μορφής αχλαδιού.



Εικόνα 16: Λαμπτήρας νατρίου υψηλής πίεσης ( HPS)

#### Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

- ✓ Καλή απόδοση
- ✓ Μικρό μέγεθος σε σχέση με την λάμπα LPS ή φθορισμού
- ✓ Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους λαμπτήρες LPS
- ✓ Μπορεί να αντικαταστήσει τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου
- ✓ Παρουσιάζουν διπλάσιο βαθμό απόδοσης από τους LPS
  
- ✗ Κακή απόδοση σε σχέση με άλλους λαμπτήρες ( αλογόνου)
- ✗ Απαιτεί ηλεκτρικό φορτίο ( ballast)
- ✗ Υποβάθμιση της φωτεινής έντασης σε σχέση με το χρόνο λειτουργίας

## 2.2.6 Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου (Hg)

Οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου ανήκουν στην κατηγορία υψηλής πίεσης είναι οι γνωστοί λυχνίες λευκού φωτός που χρησιμοποιούνται στο φωτισμό δρόμων ή πλατειών, διακρίνονται ανάλογα με την κατασκευαστική δομή τους στους παρακάτω:

- Απλοί ( HQL)
- Αλογονιδίων ( HQI) ή Metal Halide ( MH)
- Μικτού φωτισμού ( HWL)

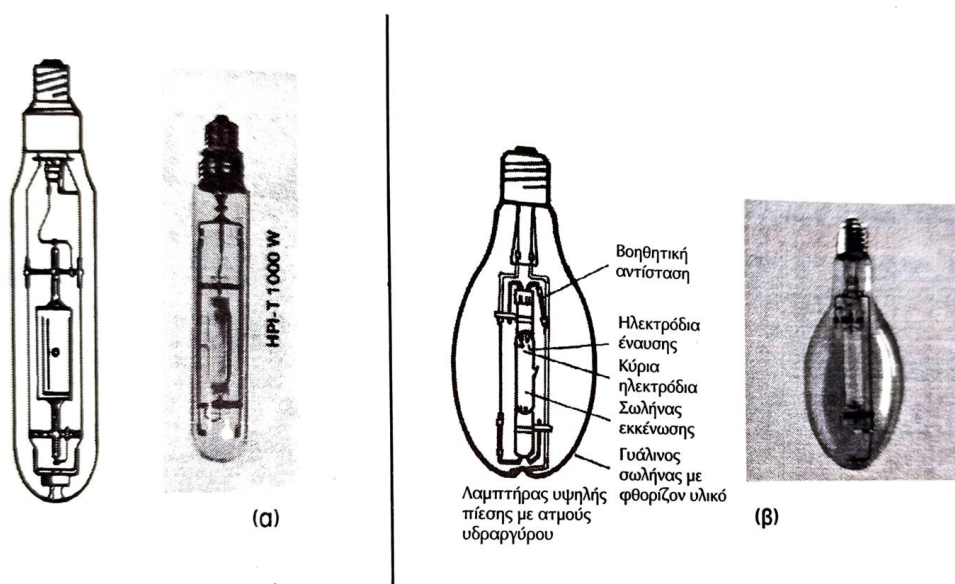
Οι λαμπτήρες υψηλής πίεσης έχουν διάρκεια ζωής 24.000 ώρες και είναι μικρότερη σε μέγεθος αλλά πολύ αποδοτική. Αποτελείται από ένα μικρό σωλήνα εκκένωσης, από γυαλί χαλαζία και στα άκρα του είναι τοποθετημένα δύο κύρια ηλεκτρόδια και ένα βοηθητικό στο οποίο είναι συνδεδεμένη σε σειρά μία ωμική αντίσταση. Επιπρόσθετα μέσα στο σωλήνα περιέχει αέριο αργό και υδράργυρο με μορφή σταγόνων, όταν στα δύο άκρα εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση του δικτύου τότε μεταξύ αυτών σχηματίζεται το τόξο και φωτοβολεί.

Όπως όλοι οι λαμπτήρες εκκενώσεως απαιτούν πηνίο ( ballast) για την σταθεροποίηση της τάσης. Όσο για την πλήρη λειτουργία του λαμπτήρα χρειάζονται 3 έως 5 λεπτά καθώς για την επαναλειτουργία του απαιτείται ένα χρονικό διάστημα για την ψύξη τους και την υγροποίηση των ατμών υδραργύρου.

### Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

- ✓ Καλή απόδοση
- ✓ Μικρό μέγεθος σε σχέση με την λάμπα LPS ή φθορισμού
- ✓ Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους λαμπτήρες LPS
- ✓ Μπορεί να αντικαταστήσει τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου
  
- ✗ Κακή απόδοση σε σχέση με άλλους λαμπτήρες ( αλογόνου)
- ✗ Απαιτεί ηλεκτρικό φορτίο ( ballast)

**Απλοί λαμπτήρες υδραργύρου ( HQL) :** Είναι η παλιότερη λαμπτήρες εκκενώσεως και έχουν σχετικά περιορισμένη απόδοση. Οι απλή λαμπτήρες είναι φθηνοί γι' αυτό χρησιμοποιούνται ακόμη στον οδικό φωτισμό, έχουν διάρκεια ζωής 22.000 ώρες και μπορούν να λειτουργήσουν σε οποιαδήποτε θέση λειτουργίας. Σε αυτό τον λαμπτήρα κυριαρχεί το χρώμα κίτρινο και το μπλε.

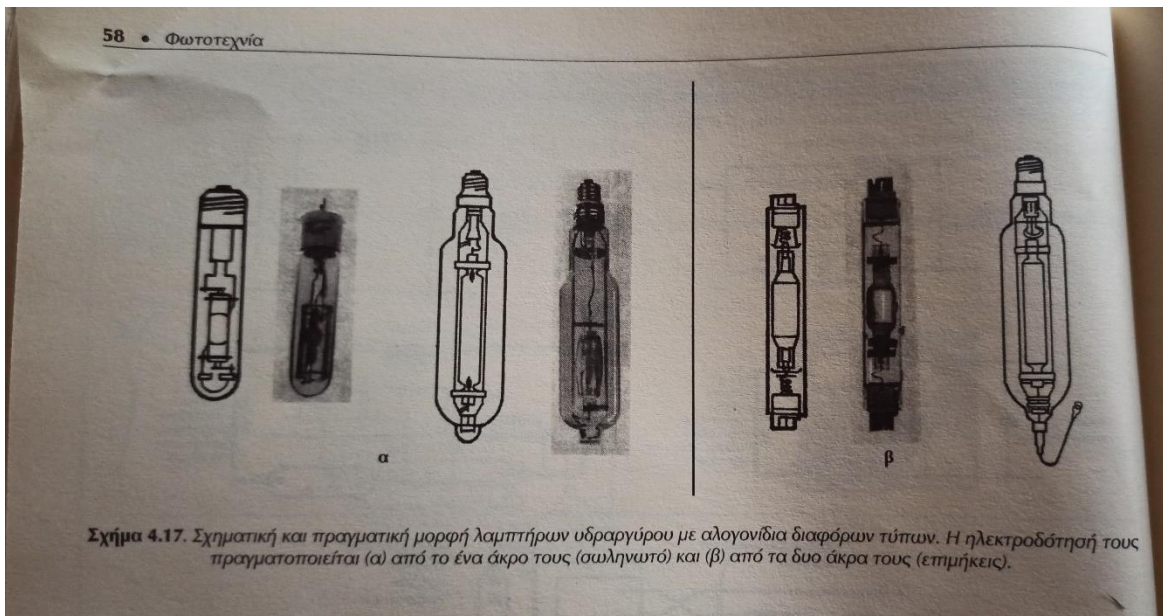


**Σχήμα 4.15.** Σχηματική και πραγματική μορφή λαμπτήρων ατμών υδραργύρου (α) χαμηλής και (β) υψηλής πίεσης

[Εικόνα 17: Λαμπτήρας υδραργύρου \(HQL\) χαμηλής και υψηλής πίεσης.\[11\]](#)



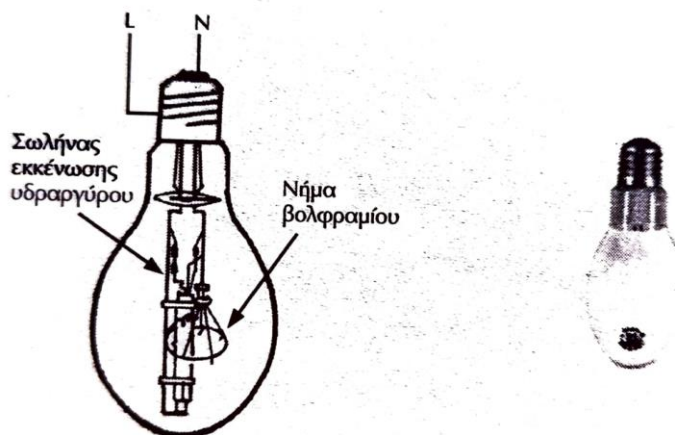
**Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου Αλογονιδίων ( HQI):** Οι λαμπτήρες με πρόσμιξη ατμών αλογονιδίων είναι οι αποδοτικότεροι λαμπτήρες διότι έχουν πολύ καλό φωτισμό σε φωτεινή απόδοση και απόχρωση, καθώς έχουν χαμηλές θερμικές απώλειες. Το φως που εκπέμπουν είναι ουδέτερο λευκό και παράγεται μέσω ενός ηλεκτρικού τόξου όπου μέσα σε αυτό υπάρχει αέριο υδραργύρου και αλογονιδίων μετάλλων. Ένα από τα πλεονέκτημα αυτών των λαμπτήρων είναι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και η μεγάλη διάρκεια ζωής (6.000 ώρες). Χρησιμοποιούνται σε φωτισμό εισόδου αλλά και σε φωτισμό εσωτερικού καταστήματος καθώς επίσης σε βιτρίνες ή ράφια καταστημάτων.



[Εικόνα 18: Λαμπτήρας ατμών υδραργύρου αλογονιδίων \(HQI\).\[11\]](#)

### Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου Μικτού φωτισμού ( HWL):

Οι λαμπτήρες αυτοί αποτελούν ένα συνδυασμό των λαμπτήρων πυρακτώσεως και των λαμπτήρων ατμών υδραργύρου με αποτέλεσμα την καλή διάκριση των χρωμάτων, παρέχουν μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης ( 22 lm/W) και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (5.000 ώρες). Δεν χρειάζονται εκκινητή (ballast) για την λειτουργία τους διότι η λειτουργία τους εξαρτάται από την μεταβολή της τάσης και έχουν συντελεστή ισχύος κοντά στην μονάδα. Κατά την ένναυσή τους αποκτούν αμέσως ολόκληρη φωτεινή ροή, έχουν την δυνατότητα να αντικαταστήσουν τους λαμπτήρες πυρακτώσεως χωρίς κανένα πρόβλημα εγκατάστασης διότι έχουν ίδια μορφή κάλυκα. Χρησιμοποιούνται σε φωτισμό εξωτερικών κτηρίων, φωτισμό χώρων εργοστασίων, πρατήριο καυσίμων, γηπέδων και δρόμων.



**Σχήμα 4.19.** Παραστατική μορφή εσωτερικού μέρους λαμπτήρα μικτού φωτισμού

[Εικόνα 19: Λαμπτήρας μικτού φωτισμού \(HWL\).\[11\]](#)

### 2.2.7 Λαμπτήρες Νέον

Οι λαμπτήρες νέον είναι σχεδόν ίδιοι με τους λαμπτήρες φθορισμού με τη διαφορά ότι έχουν την δυνατότητα να επιτυγχάνουν μέχρι και τριάντα διαφορετικούς χρωματισμούς. Για να λειτουργήσουν χρειάζονται υψηλή τάση την οποία λαμβάνουν από κατάλληλου τύπου μετασχηματιστή. Είναι μια μικρογραφία λάμπας εκκένωσης αερίων, που περιέχει αέριο νέον σε έναν γυάλινο σωλήνα. Όταν περάσει ηλεκτρικό ρεύμα μέσα στο σωλήνα τότε αποκαλύπτονται τα φανταχτερά του χρώματα, καθώς το νέον από μόνο του είναι άχρωμο και σταθερό.

Το χρώμα που θα εμφανιστεί στον λαμπτήρα εξαρτάται από το είδος αερίου που περιέχει και από το χρώμα που καλύπτεται το περίβλημα του γυάλινου σωλήνα, παρακάτω βλέπουμε τις κατηγορίες με βάση το αέριο που λαμβάνουν. Χρησιμοποιούνται σε επιγραφές και σε οθόνες πλάσμα, οι λαμπτήρες νέον έχουν διάρκεια ζωής 8.000 έως 20.000 ώρες.

<b>Πίνακας 4.33. Εξάρτηση αερίου και παρεχόμενου χρώματος φωτός λαμπτήρων</b>	
Είδος αερίου	Χρώμα φωτός
Νέον	Κόκκινο
Αργό - Υδράργυρος	Μπλέ
Άζωτο	Κιτρινωπό
Ήλιο	Ροζ

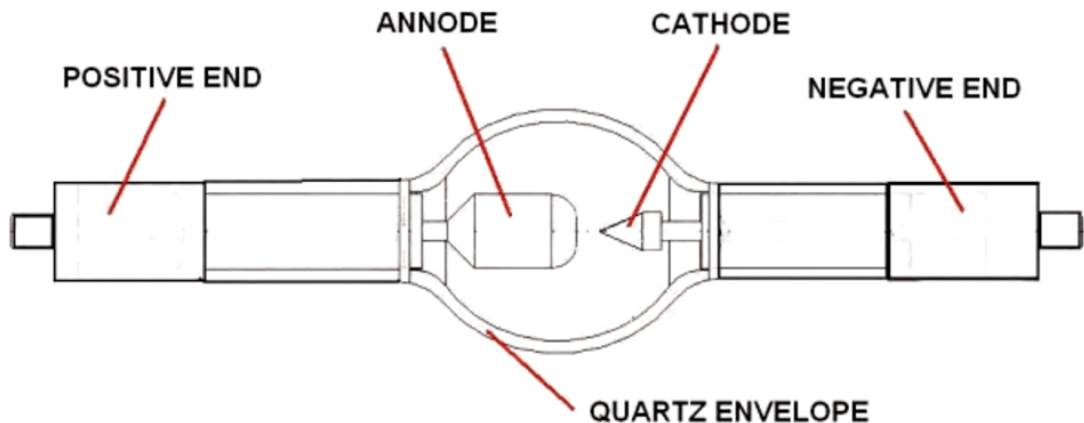
[Εικόνα 20: Είδος αερίου λαμπτήρων νέον και χρώμα φωτός.\[11\]](#)



[Εικόνα 21: Λάμπα σωλήνας τύπου φθορίου LED](#)

### 2.2.8 Λαμπτήρες βολταϊκού τόξου

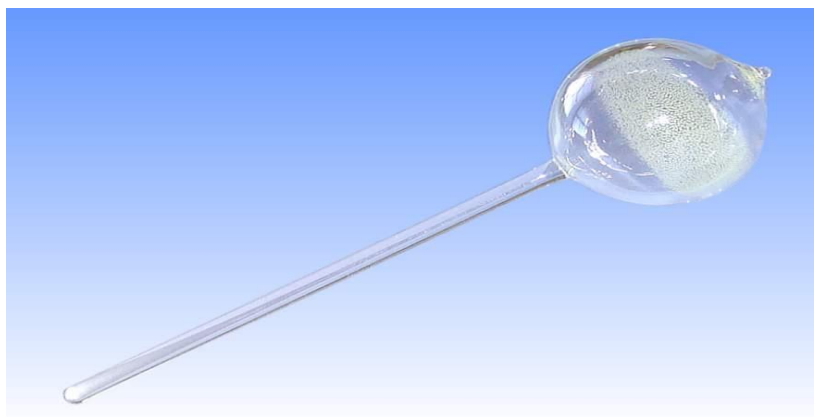
Το φως στον λαμπτήρα τόξου αποτελείται από ηλεκτρόδια στον αέρα. Χρησιμοποιήθηκε για φωτισμό δρόμων και κτηρίων από το 1870 για να αντικαταστήσει τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, και σήμερα χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου χρειάζεται υψηλή ένταση φωτός όπως τους προβολείς και τους προτζέκτορες. Σε περίπτωση που αυτός ο λαμπτήρας σβήσει ή διακοπή η τροφοδοσία του ,δεν μπορεί κανένας να επαναφέρει τη λάμπα για μερικά λεπτά ( αυτή η διαδικασία ονομάζεται ψυχρή επαναφορά). Στην ίδια κατηγορία ανήκουν και οι λαμπτήρες αλογονιδίου μετάλλων που είναι τοποθετημένα σε φώτα αυτοκινήτων.



Εικόνα 22: Λαμπτήρας βολταϊκού τόξου

### 2.2.9 Λαμπτήρες θείου

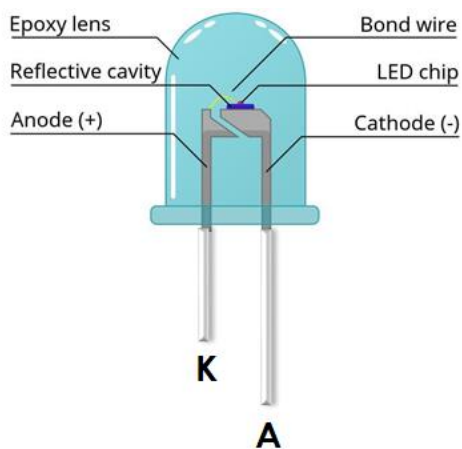
Οι λαμπτήρες θείου είναι ένα αποδοτικό σύστημα φωτισμού χωρίς ηλεκτρόδια ,στο οποίο το φως παράγεται από πλάσμα θείου που έχει διεγερθεί από ακτινοβολία μικροκυμάτων. Είναι ο πιο σύγχρονος λαμπτήρας στις μέρες μας και η διάρκεια ζωής του λαμπτήρα είναι περίπου 60.000 ώρες. Από το 2005 ξεκίνησαν να κατασκευάζονται ξανά για εμπορική χρήση καθώς όταν είχαν εμφανιστεί το 1990 ήταν μια εμπορική αποτυχία. Παρόλα αυτά αυτοί οι λαμπτήρες βρίσκονται ακόμα σε πειραματικό στάδιο και είναι υπό εξέλιξη.



Εικόνα 23: Λαμπτήρας θείου

### 2.2.10 Λαμπτήρες LED

Τώρα τα φώτα LED είναι μακράν τα πιο δημοφιλή και τα αρχικά τους είναι δίοδος εκπομπής φωτός. Αυτοί οι λαμπτήρες είναι μικροί και εκπέμπουν πολύ λίγη θερμότητα. Επίσης, σε σύγκριση με όλους τους άλλους λαμπτήρες, έχουν την υψηλότερη ενεργειακή απόδοση γιατί δεν περιέχουν υδράργυρο, είναι ουσιαστικά μια δίοδος, ένας ημιαγωγός που εκπέμπει φως όταν ενεργοποιείται, ένα φαινόμενο που ονομάζεται φωταύγεια. Το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται εξαρτάται από την ένωση του υλικού ημιαγωγού που χρησιμοποιείται και μπορεί να είναι είτε υπεριώδες είτε υπέρυθρο. Οι τύποι των φώτων LED είναι πιο φιλικό προς το περιβάλλον, αλλά το κόστος προμήθειας είναι υψηλότερο. Η λάμπα έχει διάρκεια ζωής 35.000 - 50.000 ώρες και θερμοκρασία χρώματος 2700°K



Εικόνα 24: Δίοδο εκπομπής φωτός



Εικόνα 25: Φως που εκπέμπεται από LED

#### Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

- ✓ Μικρό μέγεθος ( 2mm)
- ✓ Μεγάλη διάρκεια ζωής
- ✓ Δεν περιέχουν τοξικές ουσίες
- ✓ Γρήγορη απόκλιση φωτεινότητας
  
- ✗ Ευαισθησία στην τάση
- ✗ Εξάρτηση από την θερμοκρασία
- ✗ Υψηλό κόστος αγοράς

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 : ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ

### 3.1 Οδικός φωτισμός και φωτιστικά σώματα

Τα φωτιστικά σώματα είναι απαραίτητα για την φωταγώγηση του δρόμου τις νυκτερινές ώρες. Παρέχουν φωτισμό σε δρόμους, οχήματα, πεζούς με σκοπό την ασφαλή μετακίνησή τους, και την αποφυγή ατυχημάτων. Υπάρχουν μερικοί παράγοντες για την επιλογή ενός φωτιστικού σώματος, αναλόγως με τις ανάγκες που θέλουμε να φώτιση. Για παράδειγμα δεν χρειάζεται η ίδια φωτεινότητα σε δρόμο αστικού ή εθνικού οδού η ανάγκες είναι διαφορετικές.

Παρακάτω είναι μερικοί παράμετροι για την επιλογή φωτιστικού σώματος:

- Η απόδοση του φωτιστικού
- Κατανάλωση ενέργειας
- Διάρκεια ζωής τους
- Κόστος αγοράς

#### 3.1.1 Ανάλυση φωτιστικών σωμάτων

Τα στοιχεία που αποτελούν ένα φωτιστικό σώμα είναι η φωτεινή πηγή, ο ανακλαστήρας, το διαφανές κάλυμμα τις διάταξης και το σώμα.

Ανακλαστήρας: χρησιμεύει στη συγκέντρωση της φωτεινής ακτινοβολίας και την κατεύθυνση της προς την επιθυμητή περιοχή, κατασκευάζεται από αλουμίνιο. Υπάρχουν διαφορετική τύποι ανάλογα με την χρησιμότητα που εξυπηρετούν.

Διαφανές- προστατευτικό κάλυμμα: κατασκευάζεται από πλαστικό ή γυαλί και προστατεύουν τους λαμπτήρες από τις εξωτερικές συνθήκες, καθώς στερεώνεται επάνω στον κύριο κορμό του φωτιστικού σώματος.

Κύριος κορμός- Σώμα: είναι το σασί "κρίκος" όλων των παραπάνω, κατασκευάζεται συνήθως από κράματα αλουμινίου.

### 3.2 Κατηγορίες φωτιστικών σωμάτων

Υπάρχουν τέσσερα είδη φωτιστικών που παρέχουν διαφορετικές γωνίες ελέγχου που τοποθετούνται σε συγκεκριμένες περιστάσεις:

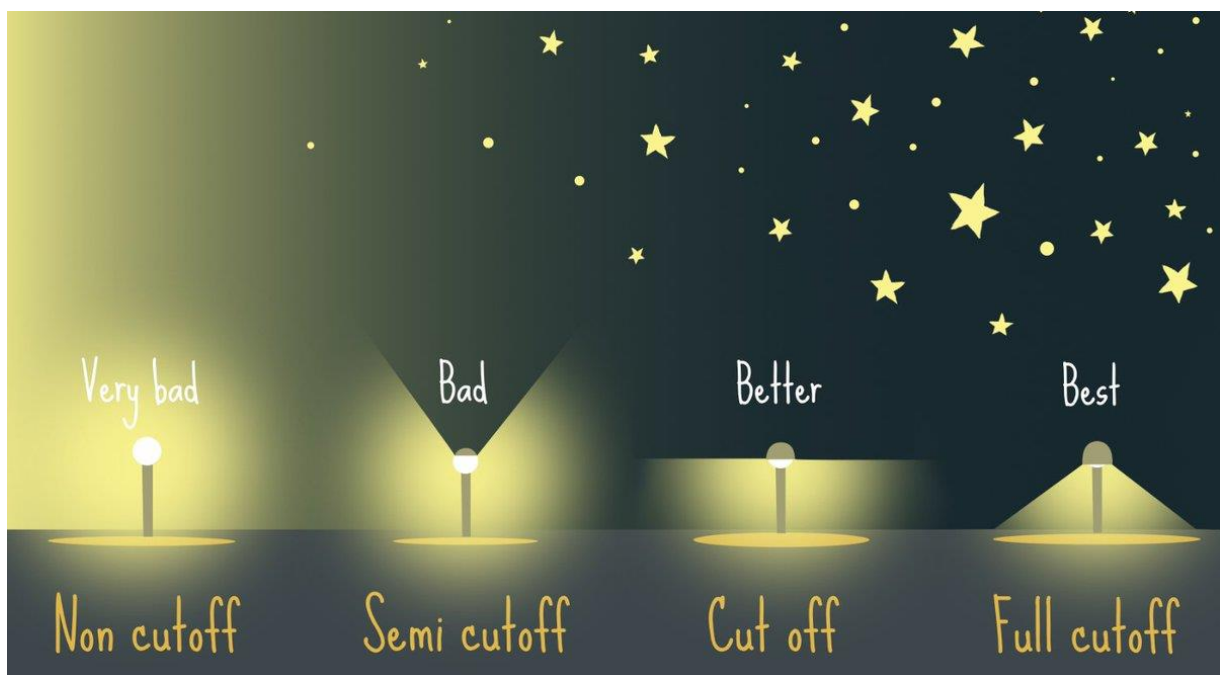
Non-cutoff: επιτρέπει την εξάπλωση του φωτός προς όλες τις κατευθύνσεις, χρησιμοποιείται σε πλατείες και πεζόδρομους. Παρόλα αυτά δεν χρησιμοποιείται για οδικό φωτισμό διότι ο τρόπος κατασκευής τους ωθεί την τύφλωση των οδηγών και μειώνει την ορατότητά τους.

Semi-cutoff: επιτρέπει να διαχυθεί το φως κάτω από το επίπεδο  $90^\circ$ , ενώ ένα ποσοστό ( 5%) διαχέεται πάνω από το επίπεδο των  $90^\circ$ . Χρησιμοποιείται σε φωτιστικά δρόμων σε πιο υψηλούς ιστούς.

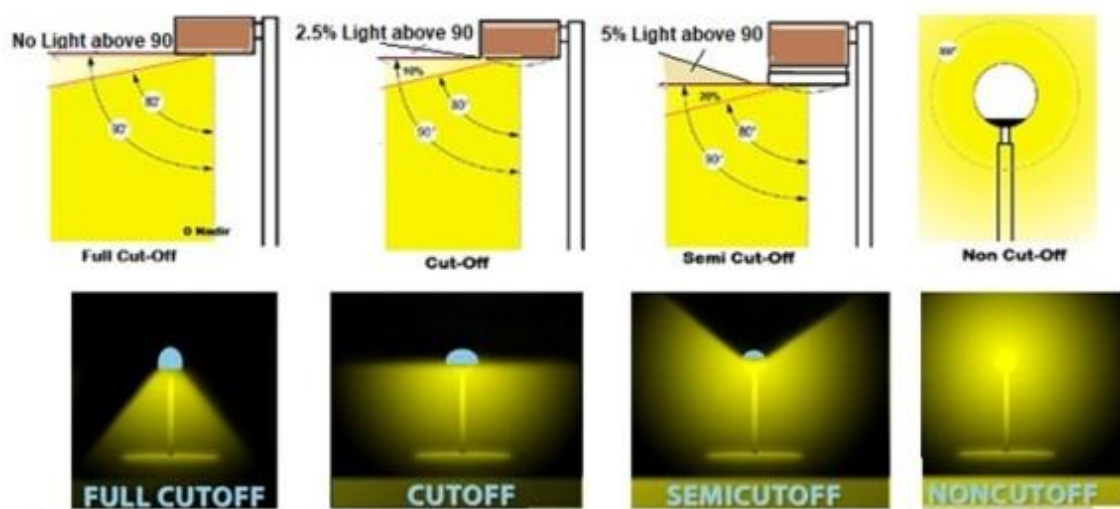
Cut-off: επιτρέπουν μεγαλύτερο έλεγχο του διαχυόμενου φωτός από ότι τα semicutoff, δηλαδή σχεδόν 180°. Χρησιμοποιείται σε αυτοκινητόδρομους και οδικά δίκτυα γιατί παρέχει μεγάλο έντονο φωτισμό χωρίς πρόβλημα, τοποθετούνται σε χαμηλό ιστό για καλύτερη φωταγωγεί.

Στα φωτιστικά τύπου Cutoff λιγότερο από 2,5% του φωτός διαφεύγει πάνω από το επίπεδο των 90°.

Full cutoff: φωτιστικά που κατευθύνουν το φως μόνο προς το έδαφος, κατευθύνουν το φως σε μια καθορισμένη επιφάνεια στο έδαφος. Το συναντάμε σε περιοχές στάθμευσης οχημάτων εντός πόλεως και σε σημεία που οι ιστοί πρέπει να έχουν μικρή απόσταση μεταξύ τους ( το εύρος φωτός δεν ξεπερνά τις 70 με 80 μοίρες).



Εικόνα 26: Κατηγορίες φωτιστικών σωμάτων



Εικόνα 27: Έλεγχος αντανάκλασης και φωτεινότητα γωνίας

### 3.3 Στήριξη φωτιστικών σωμάτων

Για την τοποθέτηση φωτιστικού σώματος χρησιμοποιείται διάταξη στήριξης ( ιστός ) που θα πρέπει να έχει μεγάλη σε αντοχή μηχανικές καταπονήσεις και υψηλό βαθμό στεγανότητας. Τα υλικά κατασκευής ενός ιστού ηλεκτροφωτισμού είναι το αλουμίνιο και ο γαλβανισμένος ή ανοξείδωτος χάλυβας. Επίσης για την προστασία του υλικού μερικές φορές ο στύλος βάφεται.

Το ύψος τοποθέτησης του φωτιστικού σώματος και το ύψος του στύλου επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά του παραγόμενου φωτισμού, υπάρχουν ιστοί διαφορετικού ύψους ανάλογα με τις ανάγκες που θέλουμε να καλύψουμε.

Ιστοί μεγάλοι σε ύψος προσφέρουν ομαλή κάλυψη φωτός χωρίς κίνδυνο θαμβώσεις αλλά μειώνουν και την λαμπρότητα ( συνήθως είναι 30 μέτρα) και χρησιμοποιείται σε αυτοκινητόδρομους.

Η χαμηλή ιστοί έχουν ύψος 9 έως 15 μέτρα και τοποθετούνται σε κατοικημένες περιοχές. Τα φωτιστικά σώματα στηρίζονται πάνω στον ιστό ανεξάρτητα για να υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησης σε οποιοδήποτε ύψος επιθυμούμε.

Ιστοί με ακόμα πιο χαμηλό ύψος 3,50 με 5 μέτρα επιλέγονται για την εγκατάσταση αστικού φωτισμού δηλαδή σε πεζοδρόμιο, χώροι κτηρίων, πάρκα, κήποι γενικός χώρους όπου κινούνται άνθρωποι, ποδήλατα, οχήματα με χαμηλές ταχύτητες.



Εικόνα 28: Ιστοί φωτιστικών σωμάτων



Εικόνα 29: Κολώνες φωτιστικών σωμάτων



### 3.4 Διάταξη φωτιστικών σωμάτων

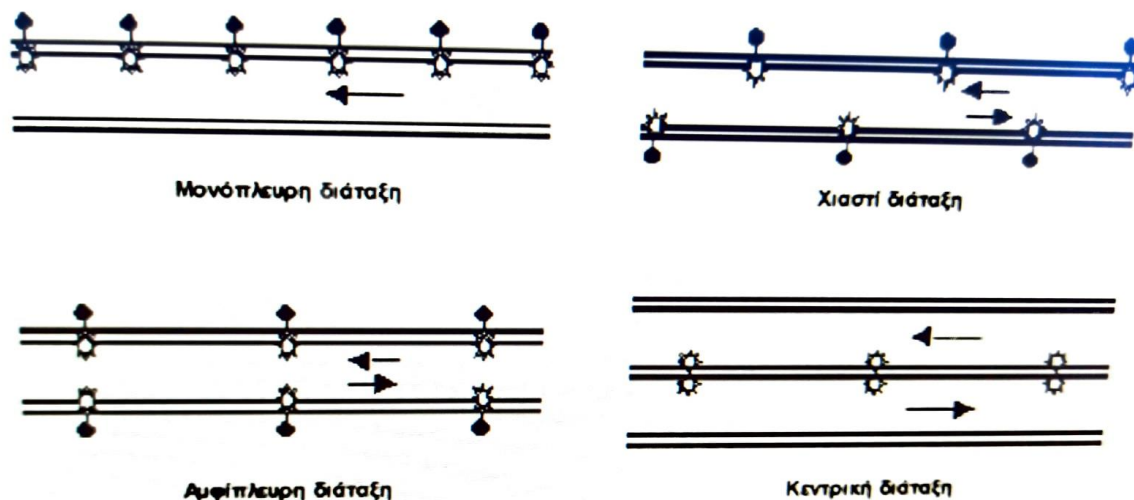
Για κάθε κατηγορία δρόμου θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί κατάλληλη διάταξη φωτιστικών σωμάτων για τον λόγο ότι κάθε δρόμος διαφέρει από σημείο σε σημείο. Υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες διάταξης φωτιστικού σώματος για την ομοιόμορφη λειτουργία φωτισμού και για την αποφυγή άσκοπης φωτορύπανσης, είναι οι εξής:

**Διάταξη στο κέντρο:** εφαρμόζεται σε δρόμους ταχείας κυκλοφορίας με υψηλούς ιστούς ή σε κομβικά σημεία, τοποθετούνται στο κέντρο του δρόμου.

**Διάταξη χιαστή:** χρησιμοποιείται σε οδικά δίκτυα με υψηλή απαίτηση φωτισμού καθώς και σε δρόμους με μεγαλύτερο πλάτος από το σύνηθες, τοποθετούνται και στις δύο πλευρές σε εναλλάξ θέσεις.

**Διάταξη μονής πλευράς:** σε αυτήν την κατηγορία ο ιστός τοποθετείται σε μια πλευρά του δρόμου, συνήθως όταν το πλάτος του δρόμου ισούται με το ύψος του ιστού ή όταν πρόκειται για στροφές.

**Αμφίπλευρη διάταξη:** Τα φωτιστικά είναι τοποθετημένα και στις δυο πλευρές του δρόμου, σε απέναντι θέσεις.



Εικόνα 7.13: Είδη διατάξεων φωτιστικών σωμάτων.























[Εικόνα 30: Διάταξη φωτιστικών σωμάτων](#)

### 3.5 IP Προστασία

Τα αρχικά γράμματα IP ( International Protection ) δηλώνουν τον βαθμό προστασίας στην εισχώρηση ξένων σωμάτων (σκόνη) και στην είσοδο νερού. Το πρώτο ψηφίο αντιστοιχεί στην προστασία είσοδο ξένων σωμάτων και έναντι σκόνης , ενώ το δεύτερο ψηφίο αντιστοιχεί στην προστασία της συσκευής κατά του νερού. Έτσι, το κάθε φωτιστικό σώμα συνοδεύεται από τον κώδικα IP ώστε να γνωρίζει ο καταναλωτής την ικανότητα της συσκευής σε εξωτερικές συνθήκες.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές IP.

Πίνακας βαθμού προστασίας IP σύμφωνα με το πρότυπο EN 60529

Κατάταξη	1° ψηφίο			2° ψηφίο		
	Προστασία κατά της εισόδου στερεών σωμάτων			Προστασία κατά της εισροής ύδατος		
	ΣΥΜΒΟΛΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ	ΣΥΜΒΟΛΑ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΔΟΚΙΜΕΣ
0		Χωρίς προστασία			Χωρίς προστασία	
1		Προστασία από στερεά σώματα $\varnothing > 50$ mm			Προστασία από κάθετη πτώση σταγόνων νερού	
2		Προστασία από στερεά σώματα $\varnothing > 12$ mm			Προστασία από πτώση σταγόνων νερού βροχής υπό γωνία ως 15°	
3		Προστασία από στερεά σώματα $\varnothing > 2,5$ mm			Προστασία από πτώση σταγόνων νερού βροχής υπό γωνία ως 60°	
4		Προστασία από στερεά σώματα $\varnothing > 1$ mm			Προστασία από ρίψη νερού προς όλες τις κατευθύνσεις	
5		Προστασία από την σκόνη			Προστασία από ρίψη νερού υπό πίεση προς όλες τις κατευθύνσεις	
6		Απόλυτη προστασία από την σκόνη			Προστασία από ρίψη νερού υπό πίεση αντιστοιχη με θαλάσσια κύματα	
7					Προστασία από προσωρινή βύθιση	
8					Προστασία από παρατεταμένη βύθιση υπό πίεση	

Παράδειγμα: **GARDEN SPOT IP 65**

**Εικόνα 31: Δείκτης στεγανότητας φωτιστικών σωμάτων (IP)**

### 3.6 Πρότυπα και πιστοποιητικά ασφαλείας E.E.

Πολλά προϊόντα πρέπει να φέρουν σήμανση CE για να μπορούν να πουληθούν στην Ευρωπαϊκή Ένωση . Η σήμανση CE δείχνει ότι ένα προϊόν έχει ελεγχθεί από τον κατασκευαστή και θεωρείται ότι πληροί τις προδιαγραφές E.E ως προς την ασφάλεια και την προστασία της υγείας και του περιβάλλοντος. Είναι υποχρεωτικό για τα προϊόντα που κατασκευάζονται στον κόσμο να ελέγχονται και στη συνέχεια να εισέρχονται στην αγορά της E.E. Κάθε

Η σήμανση CE είναι υποχρεωτική μόνο για τα προϊόντα για τα οποία ισχύουν προδιαγραφές της E.E και απαιτείται η τοποθέτηση του σήματος CE. Παρόμοια πρότυπα είναι και το IEC, ISO, CEN που είναι αποδεκτά από την E.E.

Τεχνολογία Λαμπτήρων	Πρότυπα Ασφάλειας	Πρότυπα Επίδοσης
Γραμμικός Φθορισμού (Linear Fluorescent)	EN61195	EN60081
Συμπαγής Φθορισμού (Compact Fluorescent)	EN61199	EN60901
Υψηλής Εκκένωσης (High Pressure Sodium)	EN62035	EN60682
Αλογονιδίων Μετάλλων (Metal Halide)	EN62035	EN61167
Φωτοεκπέμπουσες Δίοδοι (Light Emission Diodes, LED)	EN62031	Σε προετοιμασία

Πίνακας 2: EN Πρότυπα Λαμπτήρων

### 3.7 Οδηγίες της E.E. για τον φωτισμό

Οι πιο σημαντικές προϋποθέσεις που πρέπει να τηρεί ο κάθε κατασκευαστής αφορούν:

1. Οδηγίες χαμηλής τάσης ( low voltage direction ) ,στόχος της είναι η ασφάλεια και προστασία των ανθρώπων, των ζώων και της ιδιοκτησίας.
2. Επισήμανση ενεργειακής καταναλώσεις των οικολογικών προϊόντων ( Energy labeling of eco-design products) η ενεργειακή ετικέτα είναι υποχρεωτική για κάθε συσκευή που πωλείται εντός της E.E.
3. Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα ( electromagnetic compability ) ,οι ηλεκτρικές συσκευές μπορούν να επηρεάσουν η μία την άλλη, εφαρμόζεται για να αποφευχθούν τυχαίες διαταραχές.
4. Οδηγίες ενεργειακού σχεδιασμού ( energy service directive )
5. Απαγόρευση επικίνδυνων συστατικών , από το 2003 με την οδηγία 2002/95/EK του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου αναφέρεται η αντικατάσταση της χρήσης καδμίου με κάποιο άλλο υλικό.
6. Ανακύκλωση του ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού , η ανακύκλωση θα πρέπει να γίνεται σε πιστοποιημένες μονάδες όπως ανακυκλώνεται ο χαλκός, ο χρυσός το ασήμι και άλλα υλικά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Ο ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΣΤΟΝ ΔΡΟΜΟ

### 4.1 Οδικός φωτισμός και περιβαλλοντικές συνέπειες

Η καθιέρωση του λαμπτήρα πυρακτώσεως έφερε μια επανάσταση στην εξέλιξη του αστικού φωτισμού . Το Παρίσι ήταν η πρώτη Ευρωπαϊκή πρωτεύουσα που εγκατέστησε χιλιάδες λαμπτήρες στους δρόμους, κερδίζοντας έτσι το χαρακτηριστικό < πόλη του φωτός > . Καθώς και μειώνοντας ταυτόχρονα τον αριθμό των εγκληματικών επιθέσεων.

Ένα από τα πιο σοβαρά προβλήματα που αντιμετωπίζουμε σήμερα στο φωτισμό είναι το πρόβλημα της φωτορύπανσης.

Με τον όρο αυτό περιγράφουμε τις συνέπειες του υπερβολικού φωτισμού των πόλεων. Η συνέπεια αυτή είναι γνωστή σε όλους μας, ο νυχτερινός ουρανός είναι φωτεινός και λίγα ή καθόλου ουράνια είναι ανοιχτά.

Μελέτη που έγινε στην Αμερική έδειξε ότι μεγάλο μέρος του εξωτερικού φωτισμού πάει χαμένο διότι είτε από κακή κατασκευή, είτε από κακή τοποθέτηση ,το 30% του φωτός στοχεύει προς τον ουρανό. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το φαινόμενο της φωτορύπανσης καθώς και ο καθαρός ουρανός χωρίς αυτήν.



Εικόνα 32: Σύγκριση ουρανού με-χωρίς φωτορύπανση.[21]

Η φωτορύπανση είναι ένα πολυδιάστατο σύγχρονο πρόβλημα καθώς αγγίζει διάφορους τομείς της ζωής στη γη. Με τον όρο φωτορύπανση εννοούμε την μεγάλη ποσότητα του εξωτερικού φωτισμού που εκπέμπεται την νύχτα, διότι αυτό το φως κατευθύνεται προς τον ουρανό. Η φωτεινή ρύπανση επηρεάζει την άγρια φύση όπως θαλάσσιες χελώνες, βατράχια, ψάρια, πουλιά και πολλά άλλα.

#### 4.1.1 Περιορισμός και αντιμετώπιση της φωτορύπανσης

Οι πιο σημαντική παράγοντες για την μείωση της φωτορύπανσης είναι η έξοδος φωτός και τα χαρακτηριστικά του λαμπτήρα, η κατανομή φωτός του φωτιστικού και το ανακλώμενο φως από το έδαφος. Επίσης για να μειώσουμε την λάμψη του ουρανού θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη τα παρακάτω:

- 1) χρησιμοποιώντας φωτιστικά πλήρους αποκοπής για να μειωθεί η ποσότητα φωτός που εκπέμπεται προς τα πάνω απευθείας από το φωτιστικό ( full cutoff )
- 2) μείωση των επιπέδων φωτός
- 3) σβήνοντας τα φώτα που δεν χρειάζονται.
- 4) περιορισμός των ωρών φωτισμού σε εξωτερικούς χώρους ( 02:00-06:00)
- 5) περιορισμός των εγκαταστάσεων φωτισμού

Για να περιοριστεί το φαινόμενο της φωτορύπανσης οι βιομηχανίες φωτισμού κατηγοριοποίησαν τα επίπεδα φωτισμού. Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται τα επίπεδα περιβαλλοντικής ζώνης όπου δείχνει το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό ροής φωτιστικού για την συνολική εγκατάσταση που πηγαίνει απευθείας στον ουρανό.

Environmental zone	Sky glow ULR* (max %)
E1	0.0
E2	2.5
E3	5.0
E4	15.0

\* ULR is the Upward Light Ratio of the installation and is the maximum permitted percentage of luminaire flux for the total installation that goes directly into the sky.

[Εικόνα 33: Όρια λάμψης ουρανού.\[19\]](#)

Περιοχή Ε1: Η συγκεκριμένη περιοχή περιλαμβάνει σημεία όπως τα εθνικά πάρκα και περιοχές γύρω από κατοικημένες περιοχές .

Περιοχή Ε2: Αυτή η περιοχή αποτελείται από σημεία με αρκετά μικρή λαμπρότητα , όπως οι αγροτικές περιοχές.

Περιοχή Ε3: Η συγκεκριμένη περιοχή αφορά σημεία όπως τις κοινές αστικές περιοχές.

Περιοχή Ε4: Συμπεριλαμβάνει κυρίως αστικό περιβάλλον που αποτελείται από εμπορικούς χώρους όπου τα επίπεδα νυκτερινής δραστηριότητας είναι υψηλά.

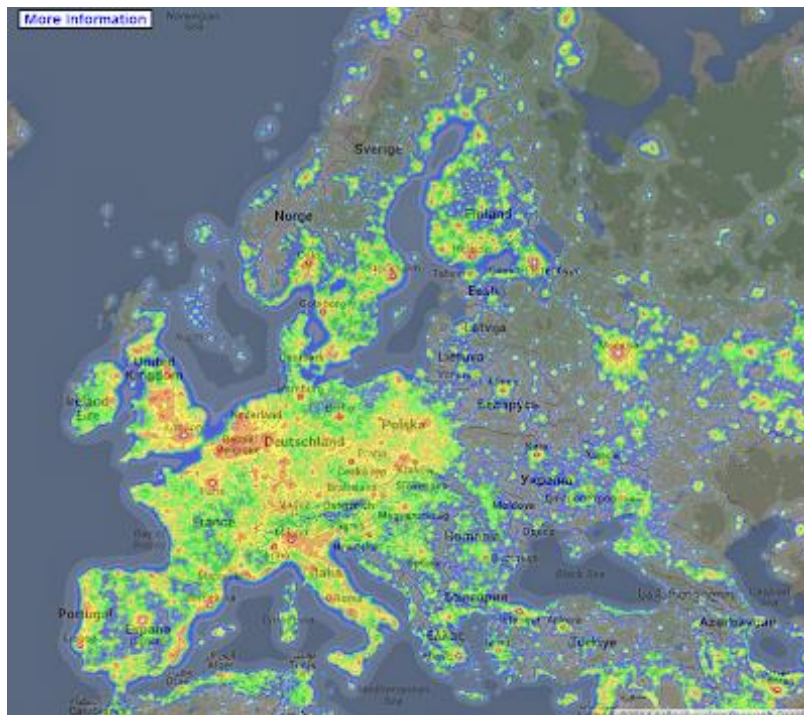
## 4.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Τα επίπεδα φωτορύπανσης υπάρχει και στην Ελλάδα. Οι δύο μεγάλες πόλεις που έχουν αυτό το πρόβλημα είναι η Αθήνα και η Θεσσαλονίκη. Στον πίνακα 3 βλέπουμε τα επίπεδα φωτεινότητας σε διαφορετικές πόλεις της Ελλάδας καθώς και του εξωτερικού. Επίσης παρακάτω φαίνονται τα επίπεδα φωτορύπανσης της Ελλάδας σε χάρτη.

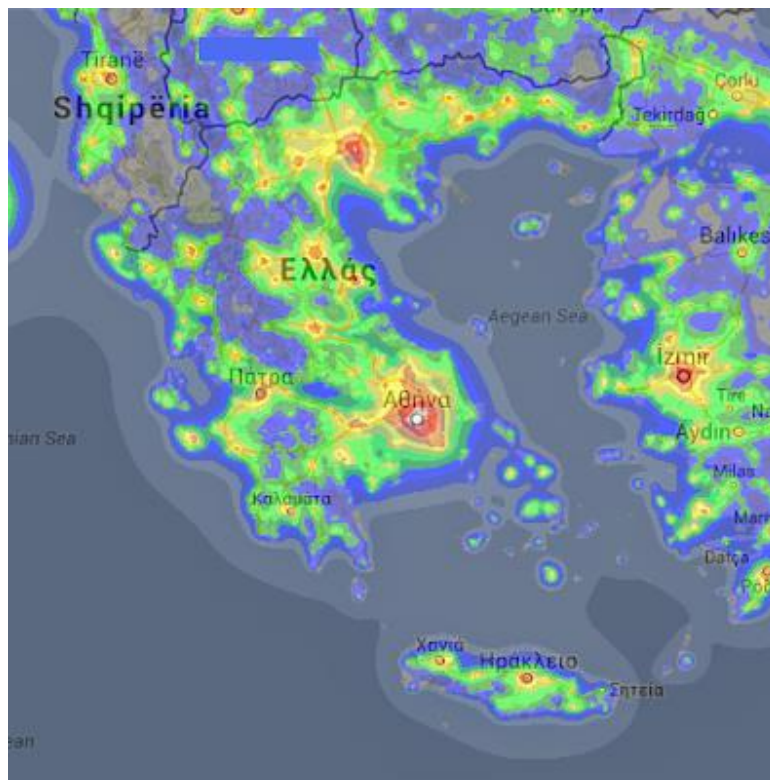
Πόλη	Επίπεδο φωτορύπανσης	Πόλη	Επίπεδο φωτορύπανσης
Νέα Υόρκη	14	Αθήνα	14
Σικάγο	14	Θεσσαλονίκη	13
Λος Άντζελες	14	Ηράκλειο	11
Σάο Πάολο	14	Πάτρα	11
Αθήνα	14	Βόλος	11
Καίρο	14	Λαμία	11
Τελ Αβίβ	14	Λάρισα	11
Μαδρίτη	14	Τρίκαλα	10
Λονδίνο	14	Ιωάννινα	10
Παρίσι	14	Χανιά	10
Ρίο ντε Τζανέιρο	13	Καλαμάτα	10
Μπουένος Άιρες	13	Αγρίνιο	9
Ρώμη	13	Ζάκυνθος	9
Βρυξέλλες	13	Άρτα	9
Βερολίνο	13	Ηγουμενίτσα	9
Μελβούρνη	13	Κέρκυρα	9
Σύδνεϋ	13	Μυτιλήνη	9
Πράγα	12	Αλεξανδρούπολη	9
Βιέννη	12	Καβάλα	9
Βουδαπέστη	12	Ξάνθη	9
Ζάγκρεμπ	12	Σύρος	8
Βελιγράδι	12	Μύκονος	8
Αδελαΐδα	12	Σαντορίνη	8

Πίνακας 3 : Στοιχεία φωτορύπανσης παγκοσμίως.[20]

## Χάρτες φωτορύπανσης για την Ευρώπη και την Ελλάδα



Εικόνα 34: Χάρτης φωτορύπανσης στην Ευρώπη.[20]



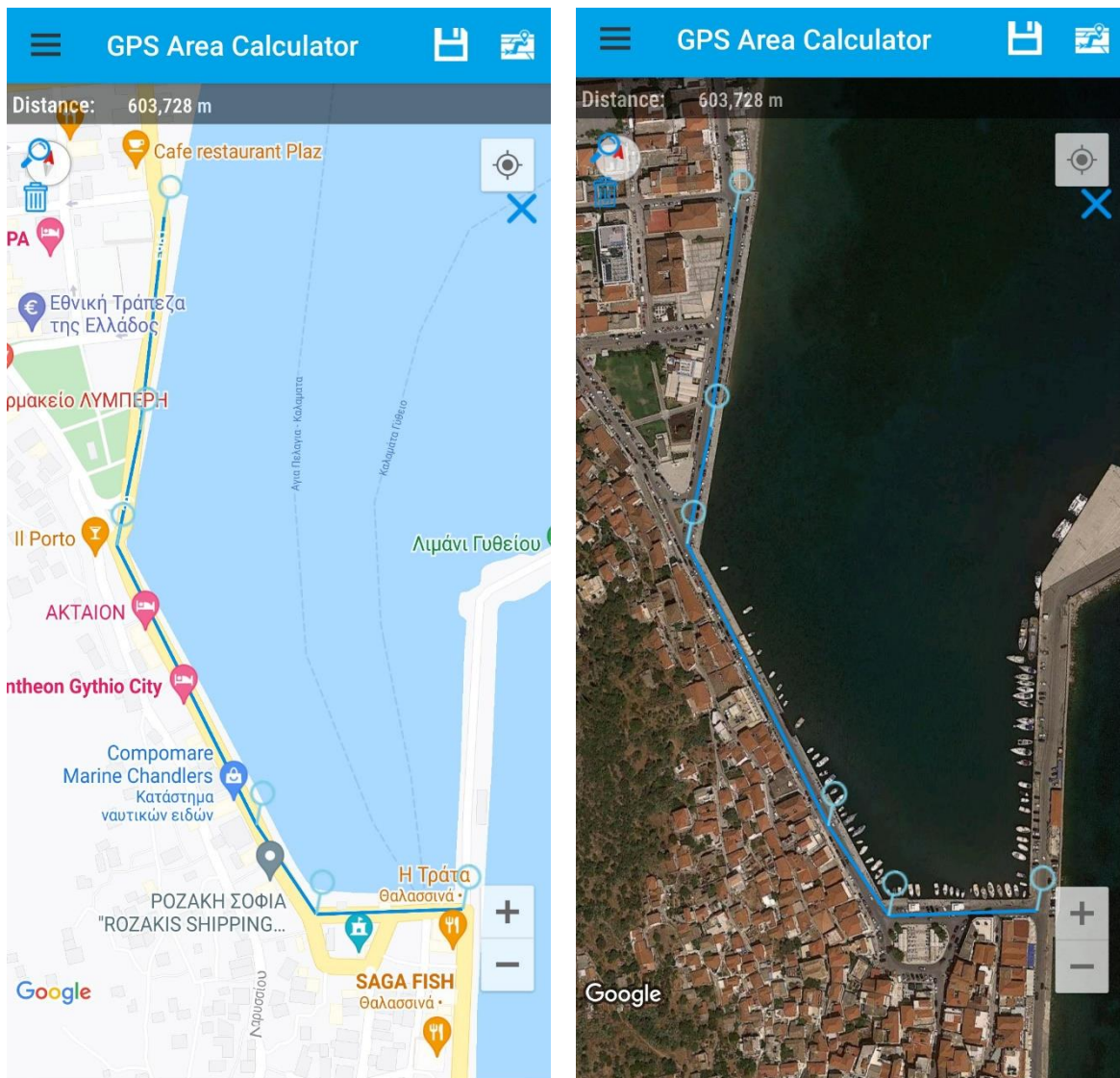
Εικόνα 35: Χάρτης φωτορύπανσης στην Ελλάδα.[20]

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

### 5.1 Συμβατικοί λαμπτήρες στην περιοχή Γυθείου.

Στην μελέτη αυτή θα εξετάσουμε την αντικατάσταση των λαμπτήρων στην περιοχή του Γυθείου, συγκεκριμένα από την είσοδο του λιμένα Γυθείου έως το κτίριο του λυκείου τμήματος της χερσαίας ζώνης του λιμένα Γυθείου. Το οδικό δίκτυο αποτελείται από 43 φωτιστικά σώματα σε μορφή μονής πλευράς.

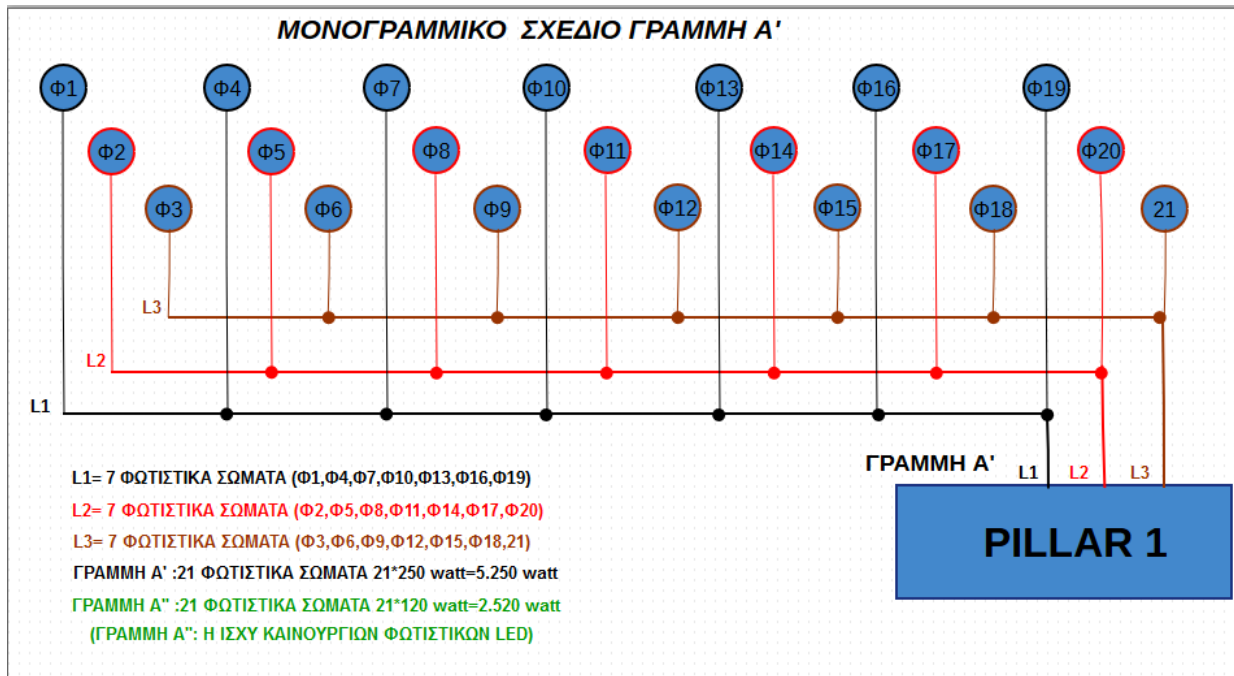
Η συνολική απόσταση όλου του δρόμου είναι 645 μέτρα και η απόσταση μεταξύ των φωτιστικών ανέρχεται στα 15 μέτρα. Οι ιστοί είναι κατασκευασμένη από μαντέμι για να αντέχουν στην διάβρωση, έχουν ύψος 3 μέτρα και είναι παραδοσιακού τύπου με περίτεχνα σχέδια. Το φωτιστικό σώμα είναι τύπου μονό φανάρι κορυφής το οποίο είναι φτιαγμένο από αλουμίνιο και γυαλί με λυχνιολαβή E40 και σύστημα έναύσης για λαμπτήρες ατμών υδραργύρου 250watt.



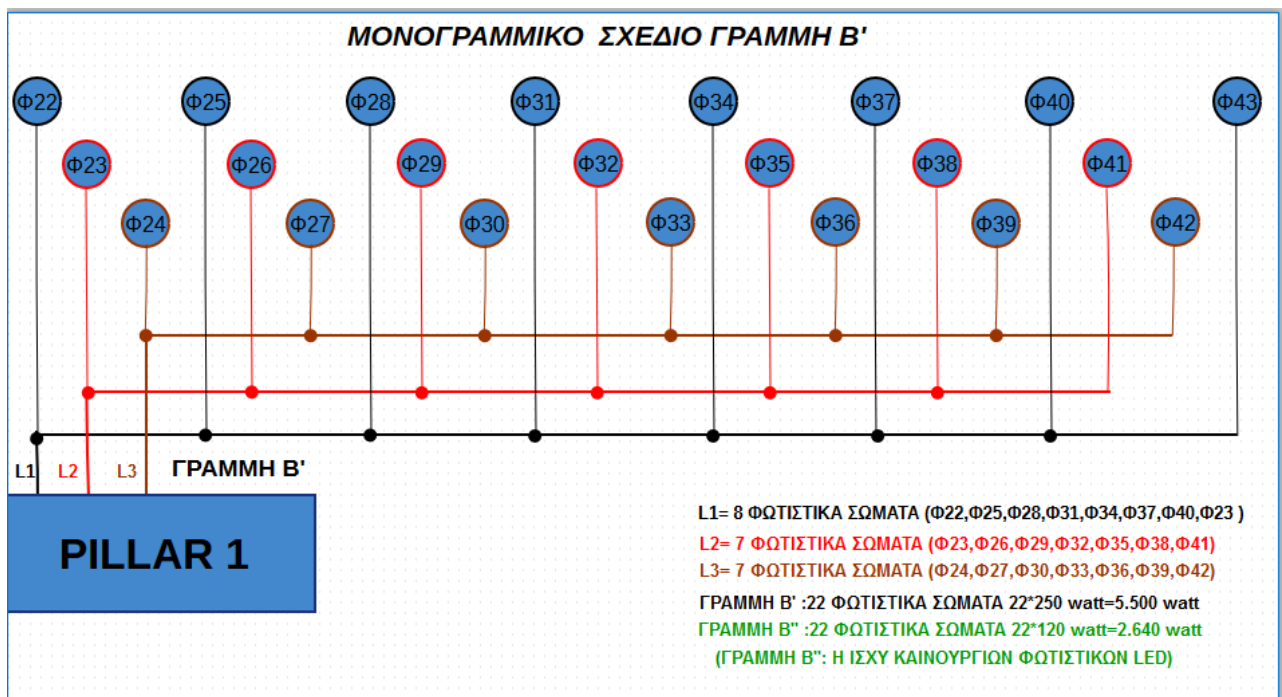
Εικόνα 36: Απόσταση μελέτης



Τα 43 φωτιστικά συνδέονται σε έναν πίνακα, καθώς υπάρχουν δύο γραμμές υπόγεια που φεύγουν από τον πίνακα ( μία γραμμή δεξιά και μία αριστερά του δρόμου) για να γίνεται σωστή καταμέτρηση των φάσεων.



Σχήμα 2: Γραμμή Α' Εφαρμογή σχεδιασμού PENCIL



Σχήμα 3: Γραμμή Β' Εφαρμογή σχεδιασμού PENCIL



Εικόνα 37: Πεζόδρομος Γυθείου

### **5.1.1 Επιμέρους τεχνικές προδιαγραφές (ατμών υδραργύρου):**

Αυτήν την στιγμή τα υπάρχον φωτιστικά σώματα φιλοξενούν λαμπτήρες με την επωνυμία:  
Osram HPL 250 watt

Ονοματική ισχύ: 250 watt

Λυχνιολαβή: E40 βιδωτή

Φωτεινή ροή: 12.000 lm

Ρύθμιση έντασης φωτεινότητας: Όχι

Ωρες λειτουργίας: 10.000 h

Θερμοκρασία χρώματος: 5.000 k

Διάμετρος: 57mm

Μήκος: 249mm

Χρώμα φωτός: Ουδέτερο λευκό

Τύπος: Osram HPL 250 watt (υδραργύρου)

Από το 2019 απαγορεύεται η εισαγωγή των λαμπτήρων αυτών στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης με ευρωπαϊκή οδηγία λόγω της ποσότητας του υδραργύρου που έχουν, πουλιούνται μόνο ότι υπάρχει στοκ στα μαγαζιά και κοστίζει περίπου 5 ευρώ.

### 5.1.2 Ενδεικτικά υπάρχων στοιχεία πίνακα:

Γενικός τριφασικός διακόπτης: 3x45 A

Ενδεικτικές λυχνίες: ναι

Ηλεκτρονόμοι: 2

Μονοπολικοί και διπολικοί διακόπτες: 32 A ,45 A

Ασφάλειες τήξεως: 63 A ,32 A

Χρονοδιακόπτες με μικροαυτόματοι: 16 A

Διατομή Υπόγειων καλωδίων δικτύου: 5x10mm



Εικόνα 38: Πίνακας φωτισμού

Επίσης στον πίνακα υπάρχει ένα φωτιστικό και ένας ρευματοδότης σούκο σε περίπτωση έργων εργασίας εντός του πίνακα. Η ασφάλιση του φωτιστικού και του ρευματοδότη γίνεται με δύο μικροαυτόματους των 10Α.

### 5.1.3 Ρευματοδότηση φωτιστικών σωμάτων

Όλα τα φωτιστικά σώματα συνδέονται παράλληλα ώστε σε περίπτωση κάποιας βλάβης να συνεχίσουν να λειτουργούν κανονικά οι υπόλοιποι λαμπτήρες, και να μην δημιουργήσουν πρόβλημα στην γραμμή. Οι αγωγοί του φωτιστικού σώματος είναι 3x1,5mm<sup>2</sup> και η ασφάλιση των φωτιστικών σωμάτων έχει γίνει με αυτόματες ασφάλειες της κλάσης 10 Α.

#### 5.1.4 Υπολογισμοί κοστολόγιού και κατανάλωση

Χειμερινή περίοδο ωράριο λειτουργίας 17:00μμ-07:00πμ

Θερινή περίοδο ωράριο λειτουργίας 21:00.-06:00πμ

Άρα την χειμερινή περίοδο λειτουργούν 14 ώρες , και την θερινή περίοδο λειτουργούν 9 ώρες. Συνολικά όλο τον χρόνο οι ώρες είναι 2555 ώρες την χειμερινή περίοδο και 1643 την θερινή ,οπότε συνολικά **4198 ώρες/ έτος.**

- Κάθε υπάρχων λαμπτήρας κοστίζει 5 €.

Άρα για 43 φωτιστικά :  $43*5=215$  €

- Ετήσια κατανάλωση :

Συνολικές ώρες λειτουργίας \* αριθμό λαμπτήρων \* κατανάλωση (4198 \*43 \* 250= 45128,5)

Για να μετατραπεί σε κιλοβάτ / 1000 =**45.128,5 κιλοβάτ**

Τιμή ρεύματος: 0,12269 € (χωρίς Φ.Π.Α)

- κατανάλωση  $45.128,5 * 0,12269$  € = **5.536,81 € /έτος**

Κάθε φωτιστικό σώμα χρειάζεται 5μέτρα καλώδιο διατομής 3x1,5mm (NYNHY).

Άρα  $43 * 5= 215$  μέτρα με τιμή αγωγού : 1,01 € (  $0,97 * 215 =217,15$  €)

Στη κεντρική παροχή είναι εγκατεστημένο καλώδιο 5x10mm<sup>2</sup> και έχουμε σύνολο 645 μέτρα καλώδιο και η τιμή του ανέρχεται στα  $9,03$  € \* 645=**5.824,35** €

- Κάθε ιστός κοστίζει 1.300 € . Για 43 ιστούς έχουμε:  $43 * 1.300$  € =**55.900** €

Εφόσον ο λαμπτήρας έχει διάρκεια ζωής 10.000 ώρες και ετήσια λειτουργία είναι 4198 ώρες, άρα θα λειτουργήσει για 2 χρόνια και 3 μήνες . ( $10.000/4198=2,38$  έτη).

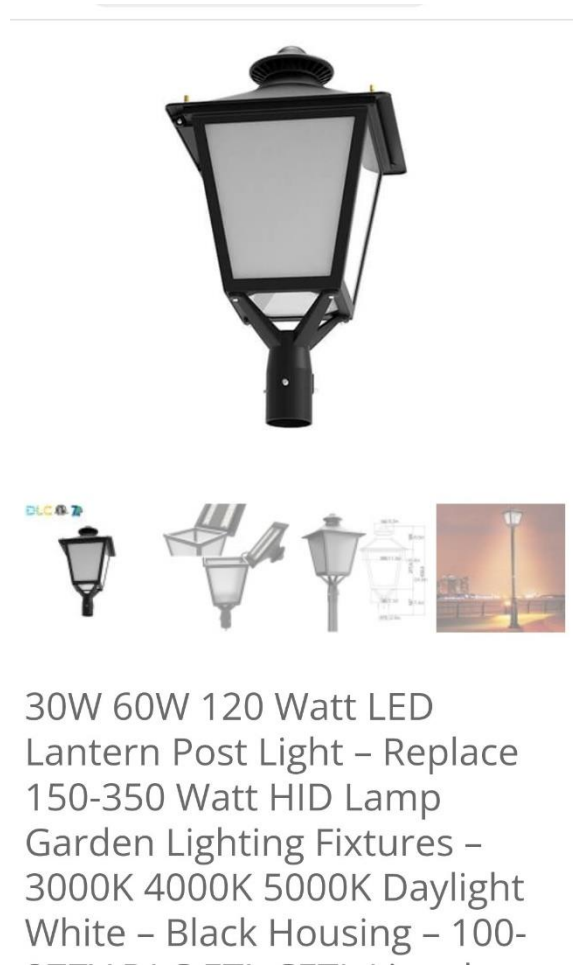
Συνεπώς  $5.536,81 * 2,38$ έτη =**13.177,60** € θα κοστίσουν σε κατανάλωση σε όλη την διάρκεια ζωής τους.

Σύνοψη κόστους
Κόστος αγοράς 43 λαμπτήρων : 215 €
Κόστος αγοράς 43 φωτιστικών σωμάτων: 55.900 €
Κόστος καλωδίωσης : 6.041,5 €
Κόστος κατανάλωσης: 5.536,81 €/ έτος
Σύνολο: <b>67.693,31</b> €

Πίνακας 4: Σύνοψη κόστους (συμβατοί λαμπτήρες)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Μετά από έρευνα αγοράς αποφασίσαμε να προβούμε στην αντικατάσταση της **Osram HPL 250 watt** σε φωτιστικό φανάρι **LED**, όπως φαίνεται παρακάτω.



30W 60W 120 Watt LED  
Lantern Post Light – Replace  
150-350 Watt HID Lamp  
Garden Lighting Fixtures –  
3000K 4000K 5000K Daylight  
White – Black Housing – 100-

**Chiuier Technology Co.,Ltd**  
300 W Anita Blvd, Houston, Texas, United States 77000  
Phone: 008-800-3882  
www.chiuier.com

**Request A Quote**  
sales@chiuier.com

**Description**  
LED Post Lantern Light luminaire has a beautiful classic design which is intended for outdoor school, garden walkway/pathway/yard/sidewalk lighting applications. With reliable LED driver and edged thermal management high-performance illumination that lasts over 50,000hrs, it's ideal for replacing 100-500W metal halide HPS/ CFL, with typical energy savings of 80%.

**LED Post Lantern Light**

**Features**

- Die casting aluminum housing & frosted diffuser
- UL, Sosen driver
- IP65 waterproof
- Easy installation and operation
- CHi -90lm
- CCT adjustable: 3000K/4000K/5000K(30W 60W), 4000K/5000K(120W)
- Lighting distribution: type V
- Working temperature: -45°C ~ 45°C
- Eco friendly without mercury
- Instant start, no flickering, no humming
- Energy saving, long lifespan
- No UV or IR
- 5 years warranty
- Working voltage: 100-277V (standard), 180-480V (special)
- Black housing (standard) white/bronze finish optional (special)
- Bottom base inner diameter 72mm
- Photocell optional
- Pole mounted (standard), Wall mount bracket optional (special)

**Specification**

Product number	Watts	Voltage	Lumen	Dimension	LED chips	Beam Angle	IP rating	Color	Equivalent
CH-YL-30W	30W	100-277V (Standard)	3,900LM	13.7x13.7x24.9"	PHILES	120°	IP65	cETL, ETL, DLC	100-120W HID
CH-YL-60W	60W	100-277V (Standard)	7,800LM	13.7x13.7x24.9"	PHILES	120°	IP65	cETL, ETL, DLC	150-200W HID
CH-YL-120W	120W	180-480V (Special)	15,600LM	13.7x13.7x24.9"	PHILES	120°	IP65	cETL, ETL, DLC	300-500W HID

**Installation**  
Note: If the light post is larger than 2.375", we recommend to use our 3" or 4" fenton adapter reducer to make it fit our LED post lantern light.

**Photometrics**

**Application**  
Outdoor light pole shopping mall, garden, plaza, church parking lighting, backyard, frontyard, roadway/pathway street post lighting etc.

**Step 1:** Use your hand or tools to loosen the 2 screws on the top of the fixture, open the top cover of the fixture then take out the mount bracket inside the fixture.

**Step 2:** Close the top cover of the fixture and fix the top cover onto the fixture using screws. And then after a closer to fix the mount bracket to the fixture.

**Step 3:** Wire the cable with the cable into the pole.

**Step 4:** Use screws to fix the fixture onto the pole.

**Εικόνα 39: Φωτιστικό φανάρι LED.[28]**

## 6.1 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ (Φωτιστικό φανάρι LED):

Ονοματική ισχύ: 120 watt

Φωτεινή ροή: 15.600 lm

Ρύθμιση έντασης φωτεινότητας: Όχι

Ωρες λειτουργίας: 50.000 h

Θερμοκρασία χρώματος: 5.000 k

Χρώμα φωτός: Ουδέτερο λευκό

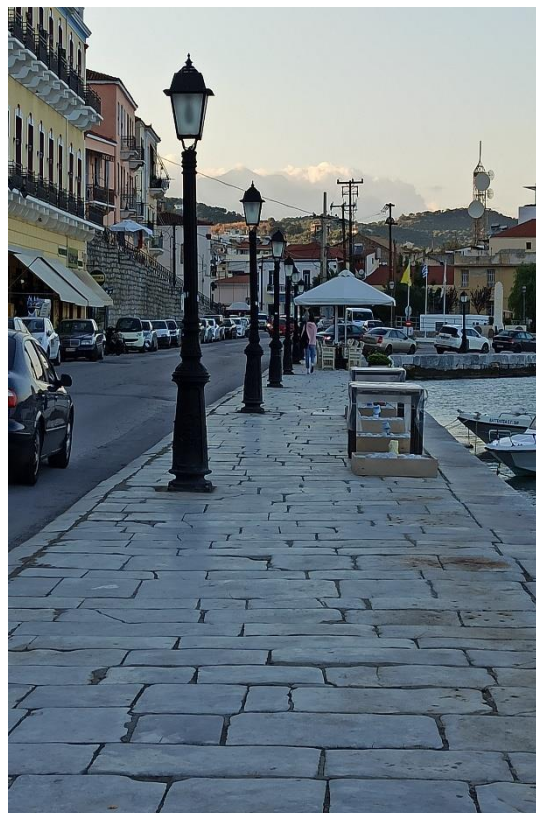
Ενεργειακή κλάση: A+

Γωνία δέσμης : 120 °

IP : IP67

Τύπος: LED

### Αντικατάσταση κολώνας 3 m



Εικόνα 40: Κολώνα πριν-μετά. [29]

Σύμφωνα με έρευνα αγοράς ο νέος λαμπτήρας led που θα αντικαταστήσει το συμβατικό μας λαμπτήρα κοστίζει στην αγορά 256 € ανά τεμάχιο.

παρόλα αυτά δεν χρειάζεται να αγοράσουμε ξεχωριστό φωτιστικό σώμα διότι τα led είναι ήδη εγκατεστημένα πάνω του ,χρειαζόμαστε μόνο ιστό σε περίπτωση που θέλουμε να γίνει αντικατάσταση.

Άρα 43 φωτιστικά σώματα LED \* 256 € = **11.008 €**.

Κάθε φωτιστικό σώμα χρειάζεται 5μέτρα καλώδιο διατομής 2x1mm (NYNHY) δηλαδή 43 \* 5m= 215m.

- Τιμή αγωγού : 0.54 € (0,52\* 215 =**116 €** )

Τιμή ιστού (κολώνας) 3m αντιστοιχεί σε 723,52 € άρα 43 φωτιστικά \* 723,52= **31.111,36 €**

- Η ετήσια κατανάλωση είναι : 4198\* 43 \*120/1.000= **21.661,68 κιλοβάτ**

Η τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος είναι 0,12269 € (χωρίς Φ.Π.Α)

- Κατανάλωση 21.661,68 \* 0,12269 € =**2.657,67 €/ έτος**

Εφόσον ο συγκεκριμένος λαμπτήρας έχει διάρκεια ζωής 50.000 ώρες και η ετήσια λειτουργία του είναι 4198 ώρες , άρα θα λειτουργεί για : 50.000 ώρες /4198 =**11,9 έτη**.

Συνεπώς: για όλη την διάρκεια ζωής του θα κοστίσουν σε κατανάλωση:

2.657,67\* 11,9 =**31.626,27 €** για 11 χρόνια και 9 μήνες και αντίστοιχα για 2 χρόνια και 3 μήνες θα κοστίσουν 2.657,67\*2,38 =**6.325,25 €**.

Σύνοψη κόστους
Κόστος αγοράς 43 λαμπτήρων : 11.008 €
Κόστος αγοράς 43 φωτιστικών σωμάτων: 31.111,36 €
κόστος καλωδίωσης :116 €
Κόστος κατανάλωσης: 2.657,67 €/ έτος
Σύνολο: <b>44.893.03 €</b>

Πίνακας 5: Σύνοψη κόστους (νεοι λαμπτήρες)

### 6.1.1 Σύγκριση κοστολόγιού

Για 43 λαμπτήρες	Συμβατικοί λαμπτήρες	Λαμπτήρες Led
Λαμπτήρες	215 €	11.008 €
Φωτιστικό σώμα	55.900 €	31.111,36 €
Αγωγοί Φ.Σ	217,15 €	116 €
Κεντρικός αγωγός	5.824,35 €	-
<b>Συν. Εγκατάστασης</b>	<b>62.156,5 €</b>	<b>42.235,36 €</b>
Κατανάλωση / Έτος	5.536,81 €/ έτος	2.657,67 €/ έτος
<b>Σύνολο</b>	<b>67.693,31 €</b>	<b>44.893,03 €</b>

Πίνακας 6 : Σύγκριση κοστολόγιου

Όπως παρατηρούμε από τις κοστολογικές διαφορές τους, η τεχνολογία led με τους συμβατούς λαμπτήρες μας αποφέρει κέρδη: **22.800,28 €**

$67.693,31 - 44.893,03 = 22.800,28 \text{ €}$  τον πρώτο χρόνο, συμπεριλαμβάνεται βέβαια και το αρχικό κόστος εγκατάστασης (42.235,36 €) και κατανάλωσης (2.657,67€).

Επίσης στα 11,9 έτη το κόστος κατανάλωσης του συμβατικού λαμπτήρα ανέρχεται στα  $5.536,81 \text{ €/ έτος} * 11,9 \text{ έτη} = 65.888,03 \text{ €}$ . Επίσης, στα 11,9 χρόνια θα χρειαστεί να αλλάξουν τους συμβατούς λαμπτήρες 5 φορές που σημαίνει  $5 * 215 = 1.075 \text{ €}$  επιπλέον. Άρα το σύνολο κατανάλωσης χρημάτων για τους συμβατούς λαμπτήρες είναι  $13.177,60 \text{ €} +$  την αντικατάσταση κάθε δύο χρόνια και 3 μήνες είναι  $1.075 \text{ €}$ , σύνολο δηλαδή  $14.252,6 \text{ €}$ .

Ενώ στα led είναι **31.626,27 €** η διαφορά χρημάτων στα 11,9 χρόνια ανέρχεται στις :  $(2.657,67 * 11,9 = 31.626,27 \text{ €})$

Άρα η διαφορά χρημάτων στα 11 χρόνια είναι:  $5.536,81 \text{ €} - 2.657,67 \text{ €} = 2.879,14 \text{ €}$  ετησίως ή σύνολο στα 11 χρόνια και 9 μήνες είναι:

$65.888,03 \text{ €} - 31.626,67 \text{ €} = 34.261,76 \text{ €}$

Έπειτα από την έρευνα που πραγματοποιήσαμε, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι μπορούμε να μειώσουμε σημαντικά το ενεργειακό κόστος στις εγκαταστάσεις φωτισμού.



## 6.1.2 Έλεγχος πτώση τάσης στην υπάρχουσα γραμμή:

Όσο για την πτώση τάσης παρακάτω φαίνονται οι υπολογισμοί που πραγματοποιήσαμε για την απόσταση των 645 m και βλέπουμε ότι είμαστε μέσα στα επιτρεπτά όρια που ορίζεται από τα πρότυπα ΕΛΟΤ HD 384, για να μπορέσει να γίνει η αντικατάσταση. Στον πίνακα έχουν υπολογιστή και η δύο γραμμές όπου η μία περιλαμβάνει 21 φωτιστικά και η άλλη αποτελείται από 22 φωτιστικά.

Γραμμή Α' (21 φωτιστικά σώματα)			Γραμμή Β' (22 φωτιστικά σώματα)		
Απόσταση (metra)	Ισχύς (watt)	Πτώση τάσης ( $s=\rho*L*P/3*S*u$ )	Απόσταση (metra)	Ισχύς (watt)	Πτώση τάσης ( $s=\rho*I*P/3*S*u$ )
15 m	2.520	0,09	15 m	2.640	0,10
30 m	2.400	0,18	30 m	2.520	0,19
45 m	2.280	0,26	45 m	2.400	0,27
60 m	2.160	0,32	60 m	2.280	0,34
75 m	2.040	0,38	75 m	2.160	0,41
90 m	1.920	0,43	90 m	2.040	0,46
105 m	1.800	0,47	105 m	1.920	0,51
120 m	1.680	0,51	120 m	1.800	0,54
135 m	1.560	0,53	135 m	1.680	0,57
150 m	1.440	0,54	150 m	1.560	0,59
165 m	1.320	0,55	165 m	1.440	0,60
180 m	1.200	0,54	180 m	1.320	0,60
195 m	1.080	0,53	195 m	1.200	0,59
210 m	960	0,51	210 m	1.080	0,57
225 m	840	0,47	225 m	960	0,54
240 m	720	0,43	240 m	840	0,51
255 m	600	0,38	255 m	720	0,46
270 m	480	0,32	270 m	600	0,41
285 m	360	0,26	285 m	480	0,34
300 m	240	0,18	300 m	360	0,27
315 m	120	0,09	315 m	240	0,19
-	-	-	330	120	0,10
<b>Σύνολο</b>	<b>2.520</b>	<b>7,97</b>	<b>Σύνολο</b>	<b>2.640</b>	<b>9,16</b>

Πίνακας 7 : Πτώση τάσης στην υπάρχουσα γραμμή

Όπου  $\rho$  = ειδική αντίσταση αγωγού (για τον χαλκό 0,0175),  $L$ =μήκος αγωγού (m),  $P$ = ισχύ (watt),  $S$ = διατομή αγωγού ( $\text{mm}^2$ ),  $U$ = τάση (volt).

**Γραμμή Α' :  $0,0175*7,97=0,13 \text{ V}$**

**Γραμμή Β' :  $0,0175*9,16=0,16 \text{ V}$**

Δεν χρειάζεται να κάνουμε αντικατάσταση του κεντρικού αγωγού και η δύο γραμμές είναι μέσα στα όρια. Σε περίπτωση που θέλουμε να αλλάξουμε τον αγωγό μας καλύπτει αγωγός με διατομή  $6\text{mm}^2$  εφαρμόζουμε τον τύπο :  $0,0175*150*2.520/3*230*2.2= 4,35\text{mm}^2$  Άρα μας καλύπτει το καλώδιο **5x6  $\text{mm}^2$** .

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνεπώς μετά την έρευνα που πραγματοποιήσαμε, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι μπορούμε να μειώσουμε το ενεργειακό κόστος κατανάλωσης της εγκατάστασης. Η τεχνολογία προχωρά ταχέως ,πράγμα που εξυπηρετεί σε πολλές ανάγκες.

Η έρευνα που κάναμε μας βοήθησε να κατανοήσουμε πόσο σημαντικές διαφορές υπάρχουν στους παλαιούς λαμπτήρες με τους καινούργιες, όχι μόνο στο κόστος κατανάλωσης ενέργειας αλλά και σε περιβαλλοντικά προβλήματα. Η σύγκριση που έγινε στην παραπάνω μελέτη μπορεί να βοηθήσει κάποιον αρμόδιο να σκεφτεί και να προβεί σε μια τέτοια εγκατάσταση, διότι αναλύονται πολλά στοιχεία που χρειάζεται ένας δημόσιος δρόμος.

Τέλος τα συγκεκριμένα φωτιστικά σώματα τύπου φανάρι με τους λαμπτήρες LED μας προσφέρουν **2.879,14€** ευρώ ετησίως μόνο από την διαφορά ισχύος σε σχέση με το συμβατό λαμπτήρα.

Η επιλογή των φωτιστικών σωμάτων τεχνολογίας LED και τα υλικά έγιναν τυχαία με μοναδικά κριτήρια την τιμή στην αγορά, και τα χαρακτηριστικά που μας προσφέρουν.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Θερμοκρασία χρώματος :

1. <https://www.leditnow.gr/ti-einai-thermokrasia-hromatos.-poia-lampa-na-dialekso.html>
2. [file:///home/chronos/u-74d5fee16bd5f10fa61c877ee0950ca90a0caf98/MyFiles/Downloads/H4\\_2018.pdf](file:///home/chronos/u-74d5fee16bd5f10fa61c877ee0950ca90a0caf98/MyFiles/Downloads/H4_2018.pdf)

Αναφορές σε λαμπτήρες :

3. <https://www.ekalampaka.gr/article/pos-leitourgoun-oi-lamptires-fotismoy-kai-poiou-einai-pio-oikonomikoi>
4. <https://riverglennapts.com/el/fluorescent-lamp/406-arc-lamp.html>
5. <https://coolweb.gr/lampes-neon-lamptires-fthorismou-fthoriou/>
6. <https://el-n.decorexpro.com/osveshchenie/galogenovye-lampy/>
7. <https://www.arcadiaportal.gr/news/simantikes-plirofories-gia-toys-lamptires-oikonomias>
8. <https://engineer.decorexpro.com/el/elektrika/svetylnik/kompaktnye-lyuminescentnye-lampy.html>
9. <http://mixanikos365.blogspot.com/2019/04/blog-post.html>
10. [http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/pdf/8547/4436/24-0342\\_Eidikes-Hlektrikes-Egkatasaseis-Teychos-A\\_G-EPAL\\_Vivlio-Mathiti/](http://ebooks.edu.gr/ebooks/v/pdf/8547/4436/24-0342_Eidikes-Hlektrikes-Egkatasaseis-Teychos-A_G-EPAL_Vivlio-Mathiti/)
11. [Τουλόγλου Σ. \(1997\) Εφαρμοσμένη φωτοτεχνία και ηλεκτρικές οικιακές συσκευές. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.](#)
12. [Δημητρόπουλος Β. & Κουτουλάκος Χ. & Βαρβατσουλάκης Μ. & Γεωργάκης Θ. \(2001\) Ειδικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις Α' τεύχος. Αθήνα: Εκδόσεις ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ](#)

Φωτιστικά σώματα -Βαθμός προστασίας (IP) :

13. [Τουλόγλου Σ. \(1997\) Εφαρμοσμένη φωτοτεχνία και ηλεκτρικές οικιακές συσκευές. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ.](#)
14. [file:///home/chronos/u-74d5fee16bd5f10fa61c877ee0950ca90a0caf98/MyFiles/Downloads/MS\\_C IES\\_0001\\_AV DOULOS CHARALAMPOS MS\\_C THESIS.pdf](file:///home/chronos/u-74d5fee16bd5f10fa61c877ee0950ca90a0caf98/MyFiles/Downloads/MS_C IES_0001_AV DOULOS CHARALAMPOS MS_C THESIS.pdf)
15. [file:///home/chronos/u-74d5fee16bd5f10fa61c877ee0950ca90a0caf98/MyFiles/Downloads/H4\\_2018.pdf](file:///home/chronos/u-74d5fee16bd5f10fa61c877ee0950ca90a0caf98/MyFiles/Downloads/H4_2018.pdf)

**Φωτορύπανση - Περιβάλλον :**

16. <https://www.in.gr/2016/06/12/b-science/i-fwtorypansi-thampwnei-pleon-to-80-toy-planiti/>

17. <https://www.lightpollutionmap.info/#zoom=5.03&lat=38.7607&lon=22.6255&lavers=B0FFFFFFFTFFFFFFFFFFFF>

18. <https://www.astronomia.gr/wiki/index.php?title=%CE%A6%CF%89%CF%84%CE%BF%CF%81%CF%8D%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7>

19. <https://www.lrc.rpi.edu/programs/nlpip/lightinganswers/lightpollution/skyGlowReduced.asp>

20. <https://antismvatikos.blogspot.com/2014/06/blog-post.html?m=1>

21. [https://ledokosmos.gr/blog?journal\\_blog\\_post\\_id=67](https://ledokosmos.gr/blog?journal_blog_post_id=67)

**Πρότυπα Ε.Ε :**

22. <https://www.muavene.org/el/iec-standard-test-laboratuvari-153>

23. [https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index\\_el.htm](https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_el.htm)

24. <https://www.consilium.europa.eu/el/policies/green-deal/#>

25. [file:///home/chronos/u-74d5fee16bd5f10fa61c877ee0950ca90a0caf98/MyFiles/Downloads/OJ\\_C\\_2018\\_326\\_FUL\\_L\\_EL\\_TXT.pdf](file:///home/chronos/u-74d5fee16bd5f10fa61c877ee0950ca90a0caf98/MyFiles/Downloads/OJ_C_2018_326_FUL_L_EL_TXT.pdf)

**Τιμολόγιο ΔΕΗ :**

26. <https://www.dei.gr/el/epaggelmaties30802/epaggelmatiesetairies-xamilis-tasis/timologia-1-jan-2021/genika-timologia-emporikis-xrisis/geniko-energeiako-emporiko-g21-1-aug-2021>

27. <https://www.dei.gr/el/epaggelmaties30802/epaggelmatiesetairies-xamilis-tasis/timologia-1-jan-2021/timologia-allwn-xrisewn>

**Αντικατάσταση :**

28. <https://www.chiuer.com/product/led-lantern-post-light>

29. <https://www.kronemag.eu/cast-iron-garden-lighting-post-villa2-1>

**Επιλογή υλικών - Αγωγοί ρεύματος :**

**30.**[https://www.kafkas.gr/ilektrologiko-yliko/kalodia/esot-egkatastaseon/nymhy-nylhy-h05vv-f-h03vv-f/kalodio-efkambto-nymhy2x1-h55vv-f-pvc-2x1mm-mavro\\_191632/](https://www.kafkas.gr/ilektrologiko-yliko/kalodia/esot-egkatastaseon/nymhy-nylhy-h05vv-f-h03vv-f/kalodio-efkambto-nymhy2x1-h55vv-f-pvc-2x1mm-mavro_191632/)

**31.**[https://www.kafkas.gr/ilektrologiko-yliko/kalodia/esot-egkatastaseon/nymhy-nylhy-h05vv-f-h03vv-f/kalodio-efkambto-nymhy-h05vv-f-pvc-3x1-5mm-lefko\\_191641/](https://www.kafkas.gr/ilektrologiko-yliko/kalodia/esot-egkatastaseon/nymhy-nylhy-h05vv-f-h03vv-f/kalodio-efkambto-nymhy-h05vv-f-pvc-3x1-5mm-lefko_191641/)

**32.**[https://www.kafkas.gr/ilektrologiko-yliko/kalodia/exot-egkat/nyy-j1vv-u-j1vv-r-j1vv-s/nyy-chalkou/kalodio-0-6-1kv-nyy-j1vv-r-5x10mm-mavro-strofeio\\_191609/](https://www.kafkas.gr/ilektrologiko-yliko/kalodia/exot-egkat/nyy-j1vv-u-j1vv-r-j1vv-s/nyy-chalkou/kalodio-0-6-1kv-nyy-j1vv-r-5x10mm-mavro-strofeio_191609/)