

ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών Τ.Ε.



PIRAEUS UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
FACULTY OF ENGINEERING
Department of Electronics Engineering

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Διαδικτυωμένα Ηλεκτρονικά Συστήματα

Master of Science in
Internetworked Electronic Systems

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

*Εξοικονόμηση ενέργειας με φωτισμό LED - έρευνα τεχνολογιών και μελέτη
φωτοτεχνικής και ενεργειακής βελτιστοποίησης σε οδικό φωτισμό
στον Δήμο Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνας*



Μεταπτυχιακός Φοιτητής: Χαράλαμπος Αβδούλος, Α.Μ. 0001
Επιβλέπων : Γεώργιος Βόκας, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2017



Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
Διαδίκτυωμένα Ηλεκτρονικά Συστήματα

Master of Science in
Internetworked Electronic Systems

MSc Thesis

*Energy saving study for optimized replacement of old illuminating system
with LEDs - Case study: municipality of Philadelphia-Chalkidona*



Student: Avdoulos, Charalampos, Reg. Nr. 0001

MSc Thesis Supervisor: Vokas Georgios, Associate Professor

ATHENS-EGALEO, SEPTEMBER 2017

Περίληψη

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία πραγματεύεται και μελετά μια πτυχή της επιστημονικής περιοχής της Εξοικονόμησης Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΞΗΕ). Μετά από την παρουσίαση των θεμελιωδών εννοιών της και της σοβαρότητας της υπάρχουσας κατάστασης σε παγκόσμιο επίπεδο, γίνεται συγκεκριμένη αναφορά στις μεθόδους συμβολής στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.

Στη συγκεκριμένη πτυχιακή επιλέχθηκε η ενδεδειγμένη μελέτη και εφαρμογή μιας μεθόδου ΕΞΗΕ, αυτής στο τμήμα του ηλεκτροφωτισμού δημοσίων χώρων. Ειδικότερα, επιλέχθηκε να μελετηθεί η εφαρμογή της στον ηλεκτροφωτισμό ενός Δήμου και πιο συγκεκριμένα του Δήμου Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνας. Στόχος είναι η διερεύνηση του μεγέθους της ΕΞΗΕ από την αντικατάσταση των παλιών συμβατικών λαμπτήρων με νέους τύπου LED. Για το σκοπό αυτό, παρατίθενται αρχικά γενικές φωτοτεχνικές έννοιες καθώς και οι κύριες κατευθυντήριες οδηγίες προς την μελέτη και εφαρμογή της. Κατόπιν, λαμβάνει χώρα η συλλογή πραγματικών στοιχείων κατανάλωσης του Δήμου, υλικών που χρησιμοποιούνται καθώς και νέων προηγμένων υλικών της αγοράς. Η μελέτη εκτείνεται σε όλα τα φωτιστικά δρόμων και πλατειών του Δήμου, και τα αποτελέσματα συνοδεύονται από εκτενή σχολιασμό αλλά και σύγκριση με ανάλογα της διεθνούς έρευνας και εμπειρίας. Η μελέτη ολοκληρώνεται με τον απαραίτητο υπολογισμό των οικονομικών δεικτών μιας τέτοιας πιθανής επένδυσης έχοντας πρωτίστως υπολογίσει αναλυτικά σε δύο σενάρια την ΕΞΗΕ που προκύπτει. Τέλος, γίνεται αναφορά στον οικολογικό αντίκτυπο ενός τέτοιου εγχειρήματος, σε σχέση με την φύση αλλά και τον άνθρωπο.

Ως μελλοντική προοπτική έρευνας και ανάπτυξης στο εξόχως ενδιαφέρον αυτό αντικείμενο προτείνεται η διερεύνηση χρήσης της νέας τεχνολογίας των νέων TRI-R LED σε ποικίλες εφαρμογές και φυσικά σε αυτή του φωτισμού δημοσίων χώρων.

Λέξεις κλειδιά

Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, Δημοτικός οδοφωτισμός, Λαμπτήρες LED, Φωτοτεχνική μελέτη, Ενεργειακό κέρδος

Abstract

This master thesis discusses and examines an aspect of the scientific area of Saving Electricity. After presenting its fundamental concepts and the seriousness of the current situation at a global level, there is a specific reference to methods of contributing to the energy saving.

In this particular dissertation, a thorough study and application of an energy method was chosen in the field of public lighting. In particular, it was chosen to study its application to the street lighting of a municipality, and in particular the Municipality of Philadelphia-Chalcedon. The objective is to investigate the size of the saving by replacing old conventional lamps with new LEDs. For this purpose, the general phototechnical concepts as well as the main guidelines for its study and application are presented. The actual collection of the municipality's consumption data follows, regarding the currently used materials and the new advanced materials available in the (greek) relevant market. The study extends to all street and square lighting fixtures of the Municipality, and the results are accompanied by extensive commentary and compared with similar international research and experience. The study concludes with the necessary calculation of the economic indices of such a possible investment having firstly computed analytically two scenarios of the resulting energy saving. Finally, reference is made to the ecological impact of such a project, in relation to nature and man.

As a future research and study of this highly interesting subject it is proposed to explore the use of the new TRI-RLED technology in a variety of applications and of course in the lighting of public spaces.

Key Words

Energy saving, Municipality street lighting, LED lamps, Case Study, Energy efficiency

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την πορεία μου σε αυτό το μεταπτυχιακό τους καθηγητές μου, καθώς και τους συμφοιτητές μου που με βοήθησαν και μου στάθηκαν σε ότι είχα ανάγκη.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω για την περάτωση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας τον υπεύθυνο καθηγητή μου κ. Βόκα για την καθοδήγηση του, τις τεχνικές του γνώσεις και για τις πολύτιμες συμβουλές που μου έδωσε κατά την διάρκεια της συγγραφής. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δήμο Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνας και πιο συγκεκριμένα τον κ. Σπύρο Ντιούδη για την συνεργασία του και την βοήθεια του, με την παροχή πληροφοριών και δεδομένων έτσι ώστε να γίνει η συγκεκριμένη μελέτη.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στην οικογένεια μου και την γυναίκα μου, που χωρίς αυτούς και την στήριξη τους δεν θα ήμουν εδώ.

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract	3
Ευχαριστίες	4
Περιεχόμενα	5
1. Εισαγωγή	8
1.1 Υπόβαθρο και κίνητρο για την εκπόνηση της εργασίας	8
1.2 Σκοπός και στόχοι	9
1.3 Το θεωρητικό πρόβλημα	9
1.4 Το πρακτικό πρόβλημα	10
1.5 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	11
1.5.1 Το κενό στην Εφαρμογή	12
1.6 Δομή της διπλωματικής εργασίας	13
2. Εξοικονόμηση Ενέργειας	14
2.1 Γενικές έννοιες	14
2.1.1 Ενέργεια	14
2.1.2 Εξοικονόμηση Ενέργειας	14
2.2 Εφαρμογές Εξοικονόμησης Ενέργειας	15
2.2.1 Μεταφορές	15
2.2.2 Κτίρια	15
2.2.3 Βιομηχανία	15
2.2.4 Καταναλωτές	15
2.3 Εξοικονόμηση ηλεκτρικής Ενέργειας	16
2.3.1 Ευρωπαϊκές Οδηγίες σχετικές με το φωτισμό	16
3. Μεθοδολογία	18
3.1 Εισαγωγή στην Φωτοτεχνία	18
3.1.1 Γενικές έννοιες και ιδιότητες φωτός στην Φωτοτεχνία	18
3.2 Εισαγωγή στον Οδοφωτισμό	20
3.2.1 Γενικές έννοιες Οδοφωτισμού	21
3.2.2 Φωτεινές Πηγές	22
3.2.3 Φωτιστικά Σώματα	27
3.2.4 Βασικά χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων δρόμου	28
3.2.5 Τύποι φωτιστικών σωμάτων δρόμου	29
3.2.6 Διατάξεις τοποθέτησης φωτιστικών δρόμου	31

3.2.7	Θέση τοποθέτησης φωτιστικού σώματος	32
3.3	Αρχή προσέγγισης της μελέτης για τον Δήμο Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνas	33
3.3.1	Καταγραφή υφιστάμενου οδοφωτισμού	33
3.3.2	Καταγραφή προγράμματος λειτουργίας φωτισμού	35
3.3.3	Καταγραφή εργατωρών τοποθέτησης, αντικατάστασης	36
3.3.4	Καταγραφή χρέωσης ηλεκτρικού ρεύματος φωτισμού	36
3.4	Δείκτες βιωσιμότητας	36
4.	Δεδομένα	38
4.1	Περιοχή Κάλυψης	38
4.2	Φωτεινές πηγές	44
4.3	Φωτιστικά Σώματα	51
4.4	Αέριες εκπομπές από την ηλεκτροπαραγωγή	55
4.5	Νέες φωτεινές πηγές	56
4.6	Σύγκριση νέων φωτεινών πηγών με υφιστάμενους	65
4.6.1	Φωτεινές πηγές προς αντικατάσταση	65
4.6.2	Έλεγχος συμβατότητας	66
4.6.3	Τελική επιλογή φωτεινών πηγών	68
5.	Φωτοτεχνική Μελέτη	69
5.1	Μελέτη υφιστάμενης κατάστασης	69
5.1.1	Υπολογισμός υφιστάμενης κατάστασης, με βάση τις μονάδες ισχύος	70
5.1.2	Υπολογισμός υφιστάμενης κατάστασης, με βάση τις μονάδες κόστους	71
5.1.3	Υπολογισμός εν δυνάμει κατάστασης, με βάση τις μονάδες ισχύος	72
5.1.4	Υπολογισμός εν δυνάμει κατάστασης, με βάση τις μονάδες κόστους	73
5.1.5	Υφιστάμενες εκπομπές σε ατμοσφαιρικούς ρύπους	74
5.2	Μελέτη νέας κατάστασης	75
5.2.1	Σενάριο Πρώτο	75
5.2.2	Υπολογισμός με βάση τις μονάδες ισχύος 1 ^{ου} σεναρίου	77
5.2.3	Υπολογισμός με βάση τις μονάδες κόστους 1 ^{ου} σεναρίου	79
5.2.4	Ατμοσφαιρικοί ρύποι 1 ^{ου} σεναρίου	80
5.2.5	Σενάριο Δεύτερο	80
5.2.6	Υπολογισμός με βάση τις μονάδες ισχύος 2 ^{ου} σεναρίου	82
5.2.7	Υπολογισμός με βάση τις μονάδες κόστους 2 ^{ου} σεναρίου	83
5.2.8	Ατμοσφαιρικοί ρύποι 2 ^{ου} σεναρίου	84
5.3	Οικονομική μελέτη	84
6.	Σχολιασμός Αποτελεσμάτων	87
6.1	Ενεργειακό και οικονομικό κέρδος	87

6.1.1	Σενάριο Πρώτο	87
6.1.2	Σενάριο Δεύτερο	87
6.2	Βιωσιμότητα επένδυσης	88
6.2.1	Χρόνος ζωής λαμπτήρων	88
6.2.2	Αποτελέσματα υπολογισμών	88
6.3	Οικολογικό κέρδος	89
6.4	Μη αποτιμώμενα οφέλη	91
6.5	Πρόταση	91
7.	Σύγκριση με άλλες μελέτες	92
7.1	Γιατί να επιλεγεί η τεχνολογία LED;	92
7.2	Εσωτερική Ανασκόπηση	94
7.3	Εξωτερική Ανασκόπηση	94
8.	Συμπεράσματα	96
8.1	Γενικά συμπεράσματα	96
8.2	Μελλοντικές προεκτάσεις – Συζήτηση	98
	Παράθεση Εικόνων	101
	Παράθεση Πινάκων	103
	Παράθεση Γραφημάτων	104
	Παράθεση Ορολογίας, Ακρωνυμίων	105
	Βιβλιογραφία	106
	Διαδικτυακές Πηγές	107
	Παραρτήματα: Φύλλα Δεδομένων (Data Sheets)	108

1. Εισαγωγή

1.1 Υπόβαθρο & κίνητρο για την εκπόνηση της εργασίας

Η Ελλάδα του 2017 είναι μέλος της σύγχρονης Ευρώπης και του σύγχρονου κόσμου, ενός κόσμου που πλέον γνωρίζει πολλά, μαθαίνει αρκετά και ανακαλύπτει ακόμη περισσότερα μέρα με την μέρα. Έννοιες που μέχρι και πριν μερικές δεκαετίες ήταν άγνωστες ή ακόμα και ανούσιες, πλέον έχουν αρχίσει να εισχωρούν ολοένα και περισσότερο στην ζωή μας. Η ενέργεια είναι μία έννοια τόσο απλοϊκά γνωστή αλλά και τόσο πολυσύνθετη, που ενώ όλοι μας την αντιλαμβανόμαστε πολλοί από εμάς αγνοούν τα βασικότερα και θεμελιώδη της σημεία, καθώς και την δημιουργία της.

Η ενέργεια λοιπόν και πιο συγκεκριμένα η ηλεκτρική ενέργεια σε γενικές γραμμές παράγεται ή καλύτερα παραγόταν μέχρι σήμερα από συμβατικές πηγές που βασίζονται σε ορυκτά στερεά, υγρά ή αέρια καύσιμα, όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας (λιθάνθρακας και λιγνίτης), το φυσικό αέριο. Μία άλλη τεχνολογία παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας υπήρξε η πυρηνική ενέργεια. Οι πόροι αυτοί εξαντλούνται, παράγουν ρύπους και επίσης αποτέλεσαν και αποτελούν ισχυρό αναπτυξιακό μέσο για τις σύγχρονες οικονομίες. Οπότε, λόγω των συνεχώς αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών ανά τον κόσμο και της κυμαινόμενης διαθεσιμότητάς τους (λόγω έλλειψης ή εξάντλησής τους ή ακόμα και σε τεχνητή έλλειψη με σκοπό τον έλεγχο τιμής και ύψους παραγωγής τους) δημιουργούνται σοβαρά προβλήματα όσον αφορά την επάρκεια και τη σταθερότητα της ενεργειακής τροφοδοσίας. Ακόμα περισσότερο, δημιουργούνται οικολογικά προβλήματα από τις καύσεις αυτών των πόρων με τεράστιες επιπτώσεις. Έτσι έννοιες όπως η Εξοικονόμηση Ενέργειας άρχισαν να γίνονται μέρος της πολιτικής των κρατών και ειδικότερα μέρος της ζωής των πολιτών.

Την Ελλάδα λοιπόν συνάμα με τα παραπάνω η οικονομική κρίση την ώθησε να μπορούσε κανείς να πει ακόμα περισσότερο στην εξοικονόμηση, και στην προκειμένη περίπτωση στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Η επιστημονική και ερευνητική κοινότητα στην οποία ανήκουμε θα προσπαθεί πάντοτε να συμβάλει στη συνολική λύση του προβλήματος δίνοντας επιμέρους λύσεις σε μικρότερα μέρη του θέματος.

Δεν χρειάζεται να λυθεί το παγκόσμιο πρόβλημα ενέργειας, αλλά χρειάζεται και απαιτείται να αποκτηθεί ενεργειακή συνείδηση και να κάνει ο καθένας ότι μπορεί έτσι ώστε να συνεισφέρει στο κοινό καλό.

Ποιος δεν έχει παρατηρήσει στον δρόμο που μένει τον δημοτικό φωτισμό. Και ποιος δεν έχει αναρωτηθεί, κατά πόσο αυτός ο φωτισμός είναι ικανοποιητικός; Ή ακόμα ποιος δεν έχει σκεφτεί ότι «καίει» άσκοπα; Το γεγονός είναι ότι πλέον μεγάλη μερίδα των ανθρώπων, σχετικών με το θέμα ή μη, το έχουν παρατηρήσει. Με έναυσμα αυτό και όλα τα άνωθεν, δραστηριοποιούμαστε και εμείς στον αντίστοιχο τομέα, με γνώμονα την συμβολή στην επίλυση του προβλήματος. Ο τρόπος προσέγγισης που επιλέχτηκε είναι τμηματικός. Επιλέχτηκε για αρχή, η επέμβαση στον οδοφωτισμό ενός Δήμου. Η επιλογή του Δήμου και της συγκεκριμένης επέμβασης έγινε λόγω εύκολης πρόσβασης αλλά και εφαρμογής.

1.2 Σκοπός και στόχοι

Σκοπός λοιπόν της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί το μέγεθος της εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας, όταν υλοποιηθεί μια παρέμβαση αλλαγής εξοπλισμού με νεότερο χαμηλότερης κατανάλωσης σε ευρεία κλίμακα και ειδικότερα στον δημοτικό ηλεκτροφωτισμό του Δήμου Φιλαδέλφειας – Χαλκηδόνος. Με γνώμονα τις έρευνες γύρω από την εξοικονόμηση ενέργειας τις μεθόδους και τις ανακαλύψεις στον τομέα της τεχνολογίας, αλλά και τις ανάγκες του εν λόγω Δήμου και των πολιτών, πάρθηκε η απόφαση για επέμβαση στον τομέα του φωτισμού, θεωρώντας την ως μια παρέμβαση με άμεσα ενεργειακά και περιβαλλοντικά αποτελέσματα πέραν της βελτίωσης του επιπέδου ζωής. Η μελέτη στοχεύει σε μία λύση η οποία να είναι απτή και υλοποιήσιμη, όταν αυτή μελετηθεί ορθά και μεθοδικά. Γνωρίζοντας το καθεστώς και την μέχρι τώρα κατάσταση αποφασίστηκε μία προσέγγιση χωρίς ριζικές δομικές αλλαγές, γιατί τέτοιες πολύ δύσκολα θα μπορούσαν να εφαρμοστούν και τελικά δεν θα κατέληγαν κάπου.

1.3 Το θεωρητικό πρόβλημα

Το θεωρητικό πρόβλημα στην ουσία είναι η βέλτιστη διαχείρισή της ίδιας της ενέργεια. Είναι εύλογο να προσθέσουμε στο συλλογισμό αυτό ότι ο άνθρωπος με την σειρά του είναι και αυτός μέρος του προβλήματος, διότι αυτός την διαχειρίζεται. Η ενεργειακή (πετρελαϊκή) κρίση του 1973 ήταν το εναρκτήριο λάκτισμα για την εκκίνηση των όλων ενεργειών και συζητήσεων έτσι ώστε να βρεθεί μία λύση στο πρόβλημα [\[1\]](#), [\[Δ1\]](#). Η αύξηση του πληθυσμού και συνάμα η αύξηση της ζήτησης της ενέργειας συνέβαλαν και αυτά με την σειρά τους στο πρόβλημα με παράπλευρες απώλειες το περιβάλλον και την άνοδο της θερμοκρασίας, το γνωστό σε όλους μας φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι πρώτες συζητήσεις ξεκίνησαν με σκοπό την ανεύρεση νέων πηγών ενέργειας οι οποίες να μην προέρχονται από συμβατικές πηγές. Η αρχή έγινε στα τέλη της δεκαετίας του 1980 με την ίδρυση της Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC), η οποία επιφορτίστηκε με την υποχρέωση να παρακολουθεί το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής και να ενημερώνει τις κυβερνήσεις. Από τότε, έχει γίνει ποικίλες επιστημονικές μελέτες αναφορικά με τα αίτια δημιουργίας του προβλήματος, τις επιπτώσεις και τις πιθανές λύσεις που πρέπει να εφαρμοστούν. Συγκεκριμένα, η σταδιακή αύξηση του φαινομένου του θερμοκηπίου σε συνδυασμό με την αλόγιστη χρήση των ορυκτών καυσίμων και την κατ' επέκταση αύξηση των επιβλαβών ρύπων δημιούργησε την ανάγκη για περιορισμό των εκπομπών αερίων ρύπων και οδήγησε τον Ιούνιο του 1992 σε Παγκόσμια Συνδιάσκεψη, η οποία πραγματοποιήθηκε στο Ρίο, όπου ηγέτες 106 χωρών δεσμεύτηκαν να μειώσουν τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου μέχρι το 2000 στα επίπεδα του 1990. Η Ελλάδα επικύρωσε την Σύμβαση με τον Νόμο 2205/1994 (ΦΕΚ 60/Α/15-4-1994). Στις 21 Μαρτίου 1994 υπογράφηκε από το σύνολο σχεδόν των χωρών του πλανήτη και απέκτησε δεσμευτική ισχύ. Το Δεκέμβριο του 1997 πραγματοποιήθηκε Διακυβερνητική διάσκεψη στο Κιότο της Ιαπωνίας, όπου υπογράφηκε η συνθήκη του Κιότο. Η Ελλάδα υπέγραψε το Πρωτόκολλο τον Απρίλιο του 1998, παράλληλα με τα υπόλοιπα Κράτη Μέλη της Ε. Ε. και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Το Πρωτόκολλο στοχεύει σε συνολική μείωση των εκπομπών τουλάχιστον κατά 5% την πενταετία 2008-2012

σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Για την επίτευξή του, τα ανεπτυγμένα Κράτη - Μέρη του Πρωτοκόλλου καλούνται να εξασφαλίσουν ότι οι εκπομπές τους, για 6 συνολικά αέρια, δεν θα υπερβούν τα όρια που τους τίθενται με το Πρωτόκολλο αυτό. Η Ελλάδα δεσμεύεται να περιορίσει την αύξηση των εκπομπών της στο +25% για το διάστημα 2008-2012, προκειμένου να συνεισφέρει στο κοινό στόχο της ΕΕ για 8% μείωση των εκπομπών της για το συγκεκριμένο διάστημα. Για να ανταποκριθεί στη δέσμευσή της αυτή, η χώρα μας εκτόνησε το Εθνικό Πρόγραμμα μείωσης εκπομπών αερίων φαινόμενου θερμοκηπίου για την περίοδο 2000-2010 [1], [Δ2]. Στις αρχές Δεκεμβρίου 2015 συγκεντρώθηκαν στο Παρίσι για την 21η Διάσκεψη των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (UNFCCC), αντιπροσωπείες όλων των χωρών του ΟΗΕ - δηλαδή περίπου 195 κράτη, μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα- που αποτελούν μέλη της Σύμβασης. Η κρισιμότητα της Διάσκεψης COP-21 (21ης Διάσκεψης των Μερών) έγκειται στο γεγονός ότι πλέον το Πρωτόκολλο του Κιότο περατώθηκε το 2012 και συνεπώς ήταν αναγκαίο τα Μέρη να συμφωνήσουν ώστε να υιοθετηθεί μια νέα παγκόσμια συμφωνία για το κλίμα που θα τεθεί σε ισχύ μετά το 2020. Τον Οκτώβριο του 2014, οι ηγέτες της ΕΕ συμφώνησαν, μεταξύ άλλων, σε ένα συγκεκριμένο εγχώριο στόχο μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου έως το 2030 κατά τουλάχιστον 40% σε σχέση με τις εκπομπές του 1990. Ο στόχος αυτός αποτελεί τη συμβολή της Ευρωπαϊκής Ένωσης με τη νέα συμφωνία για την αλλαγή του κλίματος. Αναμένουμε την συμφωνία που έχει κατατεθεί στα κεντρικά γραφεία του ΟΗΕ στη Νέα Υόρκη στις 22 Απριλίου του 2016 που θα ξεκινήσει μια χρονική περίοδος ενός (1) έτους δηλ. 21-4-2017 για υπογραφή αποδοχής από τις χώρες έτσι ώστε να τεθεί σε ισχύ μόνο εφόσον, τουλάχιστον 55 χώρες, που θα αντιπροσωπεύουν τουλάχιστον το 55% των παγκόσμιων εκπομπών θα έχουν καταθέσει στον ΟΗΕ τα έγγραφα επικύρωσης (ratification) της [1], [Δ3]. Σε έρευνα της Siemens σε συνεργασία με τον καθηγητή Horst Wildemann του Πολυτεχνείου του Μονάχου προκύπτει ότι αναμένεται να παρουσιάσει αύξηση σχεδόν 3% κατά μέσο όρο τον χρόνο, η παγκόσμια ενεργειακή ζήτηση κατά τη διάρκεια της τρέχουσας αλλά και της επόμενης δεκαετίας. Η άνοδος αυτή θα οδηγήσει σε αύξηση της συνολικής ενεργειακής ζήτησης έως το 2030 κατά περισσότερο από 50% σε σχέση με τα τωρινά της επίπεδα. Εάν νέες ενεργειακές μονάδες προστεθούν όπως προβλέπεται, οι εκπομπές CO₂ είναι πιθανό να αυξηθούν κατά 25% ή 3.500 μεγατόνους. Συμπερασματικά, βλέπουμε πως πλέον το ενεργειακό πρόβλημα έχει αρχίσει να μας επηρεάζει δραματικά σε εθνικό αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο. Πρέπει λοιπόν και εμείς με την σειρά μας να ακολουθήσουμε τις οδηγίες και τα πλαίσια αλλά και τις μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας, γιατί η εξοικονόμηση ενέργειας θεωρείται η φθηνότερη εγχώρια ευγενής μορφή ενέργειας που είναι άμεσα εκμεταλλεύσιμη.

1.4 Το πρακτικό πρόβλημα

Ως πρακτικό πρόβλημα μπορεί να θεωρηθεί η ενδεδειγμένη μελέτη και η επιλογή ενός τρόπου προσέγγισης εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως όμως έχει αναφερθεί παραπάνω, επιλέχθηκε η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας στον ειδικότερο τομέα του δημόσιου οδικού φωτισμού. Σύμφωνα με στοιχεία της ΕΛΣΤΑΤ, πλέον η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που αντιστοιχεί στον φωτισμό κυμαίνεται στην Ελλάδα γύρω στο 16% [Δ4]. Το

ποσοστό αυτό είναι ιδιαίτερα μεγάλο και είναι προφανές ότι προσφέρει μεγάλα περιθώρια εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας, εάν παρόμοιες παρεμβάσεις εφαρμοστούν σε ευρύτερη κλίμακα. Τα ειδικότερα πρακτικά προβλήματα που παρουσιάζονται και αντιμετωπίζονται στην συνέχεια είναι, η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης και ο υπολογισμός της ενεργειακής κατανάλωσης στα πλαίσια του συγκεκριμένου Δήμου, ο οποίος είναι ιδιαίτερα μεγάλος σε έκταση. Στην συνέχεια εξετάζονται θέματα όπως η μελέτη των φωτιστικών πηγών, η αντιστοίχησή τους με άλλα ίδιας κατηγορίας αλλά διαφορετικής τεχνολογίας. Εξετάζονται επίσης πρακτικά ζητήματα κατά πόσο είναι εφικτές και σε ποια βαθμίδα να γίνουν αλλαγές στην υπάρχουσα εγκατάσταση. Εν κατακλείδι θα μπορούσε να θεωρηθεί ως συνολικό πρακτικό πρόβλημα η όλη εφαρμογή της τεχνολογίας και της μελέτης σε πραγματικό επίπεδο σε έναν Δήμο. Όλα αυτά όχι τυχαία, μιας και η Ευρωπαϊκή Νομοθεσία ασχολείται (και) με το φωτισμό θεσπίζοντας πολλές οδηγίες και κανονισμούς [\[Δ5\]](#). Αναφέρουμε μερικές αυτές οι οποίες παρουσιάζονται και αναλύονται σε παρακάτω κεφάλαιο (Κεφ. 2.3.1):

- Οδηγία Χαμηλής Τάσης
- Οδηγία Ενεργειακού Σχεδιασμού
- Εναπόθεση Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού
- Ενεργειακή Επισήμανση Οικολογικών Προϊόντων
- Απαγόρευση Επικίνδυνων Συστατικών
- Καταγραφή, Αξιολόγηση, Εξουσιοδότηση και Περιορισμός των Χημικών

1.5 Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Ο Δημήτριος Α. Γεωργιάκελλος το 2012 διερεύνησε τις επιπτώσεις του κύκλου ζωής των ρύπων, συγκεκριμένα του διοξειδίου του άνθρακα λόγω της παραγωγής του από τις μονάδες ηλεκτροπαραγωγής [\[2\]](#).

Οι M. Jacobson et al., το 2015 μελέτησαν ένα οδικό σύστημα και στις 50 πολιτείες της Αμερικής με σκοπό να τροφοδοτείτε από 100% ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και πως αυτό θα βοηθούσε στο ενεργειακό πρόβλημα, με κερδοφόρο αποτέλεσμα στους τομείς περιβάλλοντος και της κοινωνίας αλλά και να είναι οικονομικά βιώσιμο [\[3\]](#).

Οι Jayashri A et al., το 2012, στο επιστημονικό περιοδικό ασχολήθηκαν και μελέτησαν την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να επέλθει από τον τομέα των διαδρόμων σε μεγάλα δημόσια και μη κτίρια με την εφαρμογή ελεγχόμενου φωτισμού LED [\[4\]](#).

Η Σουηδική Βασιλική Ακαδημία το 2014, ανακοίνωση στη σελίδα των βραβείων Νόμπελ το υπόβαθρο για το Νόμπελ φυσικής της μελέτης και ανάπτυξης του μπλε LED και πως αυτό συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και την αρχή όλων των μελετών πάνω στην εξοικονόμηση [\[5\]](#).

Ο Γεώργιος Α. Τσιώνος, το 2010 στην διπλωματική του εργασία μελέτησε ένα αντίστοιχο θέμα με αυτό που ασχολείται η παρούσα εργασία. Την αντικατάσταση των παλιών

συμβατικών λαμπτήρων με νέους LED στον δήμο Χαλανδρίου. Λαμβάνοντας θετικά αποτελέσματα όσο αναφορά την εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας [\[6\]](#).

Ο Δημήτριος Παναγιώτης Τ. Νικολάου, το 2013 με εκτενή ανάλυση και ευκρίνεια στην διπλωματική του διαπίστωσε ομοίως και αυτός τα ενδεχόμενα εξοικονόμησης ενέργειας μέσω τεχνολογίας LED, έναν από τους τομείς που θα ασχοληθεί η παρούσα η μελέτη [\[7\]](#).

Οι Ahemen I. et al., το 2014 από το τμήμα Φυσικής και Γεωργίας του κρατικού πανεπιστημίου της Νιγηρίας κάνουν μια εκτενή αναφορά στις τεχνολογίες των λαμπτήρων οδόφωτισμού κάνοντας και σύγκριση με την νέα τεχνολογία λαμπτήρων LED. Διευθετούν ζητήματα σχετικά με τον αντίκτυπο αυτής της νέας τεχνολογίας φωτισμού στις αναπτυσσόμενες χώρες στους τομείς του εμπορίου, της εκπαίδευσης, της υγείας και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε σύγκριση με τις συμβατικές τεχνολογίες φωτισμού. Τα αποτελέσματά τους είναι ενθαρρυντικά για την αντικατάσταση των συμβατικών λαμπτήρων φωτισμού σε εγκαταστάσεις δρόμων με λαμπτήρες LED με εξίσου αξιοσημείωτα μη αποτιμώμενα οφέλη [\[8\]](#).

Οι Dongjing Liu et al., το 2012 από το πανεπιστήμιο Guilin της Κίνας στην εργασία τους εξέτασαν την αξιοπιστία των λαμπτήρων LED υψηλής ισχύος για εγκαταστάσεις εξωτερικών χώρων, υποβάλλοντας τους σε διάφορες θερμοκρασίες. Τα αποτελέσματά τους, σύμφωνα πάντα με τους συγγραφείς δείχνουν ότι οι λαμπτήρες και τα φανάρια με συστοιχίες LED, έχουν καλύτερες επιδόσεις στην δομική παραμόρφωση [\[9\]](#).

Οι Xuan-Hao Lee et al., το 2013 στην δημοσίευση διερεύνησαν έναν αποδοτικό, όπως αναφέρει, λαμπτήρα LED για φωτισμό δρόμων με υψηλή ποιότητα. Το φωτιστικό που αναφέρουν παρουσιάζει υψηλή οπτική απόδοση, υψηλό οπτικό συντελεστή χρησιμοποίησης, χαμηλή αντανάκλαση, και φωτίζει το δρόμο ομοιόμορφα. Η ιδέα είναι μια συστοιχία LED με φακούς «TIR» ,η οποία τοποθετείται μέσα σε αντανάκλαστικό παράθυρο, το οποίο καλύπτεται από ένα φύλλο μικρό-φακών [\[10\]](#).

1.5.1 Το κενό στην Εφαρμογή

Συμπερασματικά, είναι προφανές και ευρέως αποδεκτό ότι η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ένα θέμα μείζονος ενδιαφέροντος. Παραπάνω έγινε μία ανασκόπηση σε ένα δείγμα από διάφορες μελέτες και εφαρμογές που έχουν γίνει σε σχέση με το θέμα της εξοικονόμησης, τονίζοντας έτσι την σημαντικότητα του προβλήματος. Στον Ελληνικό χώρο δεν έχουν γίνει παρόμοιες εκτεταμένες παρεμβάσεις με τελευταίου τύπου φωτεινές πηγές. Ως εκ τούτου, εντοπίζεται ένα κενό που δημιουργεί χώρο για έρευνα και εφαρμογή: συγκεκριμένα, δεν έχει γίνει έρευνα για εφαρμογή εξοικονόμησης ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση τεχνολογίας LED στον ελληνικό χώρο γενικότερα αλλά και ακόμα πιο συγκεκριμένα στο Δήμο της Νέας Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνος. Αυτό το κενό στην εφαρμογή φιλοδοξεί να καλύψει η παρούσα μελέτη.

1.6 Δομή της διπλωματικής εργασίας

Στο 1^ο κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγή ως προς τα κίνητρα που ώθησαν στην ενασχόληση με το θέμα. Αναφέρθηκε η θεωρία της ενέργειας και πως επηρεάζει άμεσα την ζωή. Προσδιορίστηκε το ενεργειακό πρόβλημα, η αρχή του, τα πρώτα βήματα που έγιναν και τα επόμενα που πρέπει να γίνουν έτσι ώστε να τεθεί ένας έλεγχος και να βρεθεί μία λύση. Έγινε αναφορά επίσης στα πρακτικά προβλήματα που τέθηκαν έτσι ώστε να γίνει μία επιλογή στον τρόπο προσέγγισης. Τέλος έγινε βιβλιογραφική ανασκόπηση στο θέμα της εξοικονόμησης. Αναφέρθηκαν επιγραμματικά οι συγγραφείς και το τι ειπώθηκε για το θέμα έτσι ώστε να αναδυθεί το πρόβλημα και να τεκμηριωθεί μέσω αυτών, το λόγος η εργασία κατάληξε σε αυτήν την προσέγγιση.

Στο 2^ο κεφάλαιο αναδεικνύεται ο λόγος ενασχόλησης με το κύριο θέμα της εργασίας, καλύπτονται έννοιες όπως η εξοικονόμηση ενέργειας και οι εφαρμογές της και καταλήγει ειδικά στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας στον οδοφωτισμό ενός Δήμου.

Στο 3^ο κεφάλαιο εξηγούνται έννοιες σχετικές με το φως και το φωτισμό, βήμα βήμα αναλύθηκαν οι θεωρητικές και πρακτικές βάσεις για την αρχή της φωτοτεχνικής μελέτης στον Δήμο. Έγινε επίσης καταγραφή στην υφιστάμενη κατάσταση του οδοφωτισμού του Δήμου.

Στο 4^ο κεφάλαιο επιδεικνύονται τα δεδομένα που συλλέχθηκαν. Παρουσιάστηκαν οι φωτεινές πηγές που υπάρχουν ήδη, καθώς και τα φωτιστικά σώματα που τις φέρουν. Η περιοχή κάλυψης πάνω στην οποία έγινε η μελέτη. Στην συνέχεια του κεφαλαίου έγινε έρευνα αγοράς σε νέες πηγές τύπου LED οι οποίες μελετήθηκαν και τέλος μέσω σχετικής διαδικασίας ελέγχου έγινε η τελική επιλογή έτσι ώστε να ξεκινήσει η τελική μελέτη.

Στο 5^ο κεφάλαιο λαμβάνει χώρα η μελέτη για 2 σενάρια εφαρμογής της. Δημιουργήθηκαν πίνακες με όλα τα δεδομένα συγκεντρωμένα, ραβδογράμματα που δείχνουν με μία ματιά καταναλώσεις, κόστος και εκπομπές σε ατμοσφαιρικούς ρύπους. Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει επίσης και τα σενάρια που προτείνονται προς εξοικονόμηση ενέργειας με τους αντίστοιχους υπολογισμούς και τα αντίστοιχα διαγράμματα.

Στο 6^ο κεφάλαιο παρατίθενται οι σχολιασμοί των αποτελεσμάτων των 2 σεναρίων που αναλύθηκαν. Γίνεται εκτενής αναφορά για το ενδεχόμενο εξοικονόμησης και τον αντίκτυπό που έχει στον Δήμο και γενικότερα στην κοινωνία, Τέλος αποτιμάται η βιωσιμότητα της επένδυσης.

Στο 7^ο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εσωτερική και εξωτερική ανασκόπηση της όλης εργασίας. Αναδεικνύεται ο λόγος ενασχόλησης με το παρόν θέμα και το κατά πόσο η εργασία αυτή μπόρεσε να απαντήσει στα εύλογα ερευνητικά και μελετητικά ερωτήματα. Εξετάστηκε επίσης η υπόσταση της στο ευρύτερο κοινωνικό και τεχνολογικό επίπεδο.

Στο 8^ο και τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας παρατίθενται τα τελικά συμπεράσματα της εργασίας. Έγιναν αναφορές σε σημεία σταθμούς κατά την διάρκεια της και τέλος δόθηκαν προβλέψεις σχετικά με το τεχνικό κομμάτι της εργασίας καθώς και με την όλη θεωρία και ανάγκη που υπάρχει στην εξοικονόμηση της ενέργειας και το μέλλον των LEDs, τα οποία και αποτελούν σημείο μελλοντικής ενασχόλησης και περαιτέρω έρευνας.

2. Εξοικονόμηση Ενέργειας

2.1 Γενικές έννοιες

2.1.1 Ενέργεια

Ενέργεια είναι η ικανότητα ενός σώματος ή ενός συστήματος να παραγάγει έργο. Οποιαδήποτε μορφή δράσης προϋποθέτει κατανάλωση ενέργειας. Η ενέργεια χαρακτηρίζεται, τόσο στη θεωρία όσο και στην πράξη, περισσότερο ως μια λογιστική έννοια, που δίνει τη δυνατότητα πρόβλεψης της εξέλιξης ενός συστήματος. Ορίζεται σαν το ποσό του έργου που απαιτείται προκειμένου το σύστημα να μεταβεί από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική. Ανάλογα με τον τρόπο απόκτησης, ανταλλαγής ή αποθήκευσης, μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε την ενέργεια σε:

- Μηχανική ενέργεια
- Ηλεκτρική ενέργεια,
- Πυρηνική ενέργεια
- Θερμική ενέργεια
- Χημική ενέργεια
- Υλο-ενέργεια

Επιπλέον, ανάλογα με την πηγή προέλευσής τους οι διάφορες μορφές ενέργειας χωρίζονται σε ανανεώσιμες μορφές και μη (ή αλλιώς συμβατικές). Ανανεώσιμες είναι αυτές οι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες που θεωρούνται ανεξάντλητες, όπως πχ ο άνεμος και ο ήλιος. Συμβατικές είναι αυτές οι οποίες συνήθως εξορύσσονται από το έδαφος και δεν ανανεώνονται σε μικρή χρονική διάρκεια όπως πχ το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο [\[Δ1\]](#).

2.1.2 Εξοικονόμηση Ενέργειας

Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, εξοικονόμηση είναι η ποσότητα της ενέργειας, η οποία προσδιορίζεται με τη μέτρηση ή/και τον κατ' εκτίμηση υπολογισμό της κατανάλωσης πριν και μετά την υλοποίηση ενός ή περισσότερων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, βάσει ισοδύναμων εξωτερικών συνθηκών που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση. Πολύ απλά η διαδικασία με την οποία αποδίδεται το επιθυμητό έργο καταναλώνοντας την ίδια ή/και λιγότερη ενέργεια στην αντίστοιχη μορφή της. Οι τομείς που επιδιώκεται κυρίως η εξοικονόμηση ενέργειας είναι η θέρμανση, η ψύξη και ο ηλεκτρισμός [\[Δ2\]](#).

2.2 Εφαρμογές εξοικονόμηση Ενέργειας

Εφαρμογές εξοικονόμησης ενέργειας έχουν ήδη εισχωρήσει στο μεγαλύτερο εύρος της πλέον ζωής μας, καθώς όλο και περισσότερες εγκαταστάσεις αλλά και πολίτες εφαρμόζουν πολιτικές και μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας.

2.2.1 Μεταφορές

Ο τρόπος μετακίνησης και τα μέσα αυτής όπως, π.χ. αυτοκίνητα, μέσα μαζικής μεταφοράς είναι από μόνα τους πεδία για την μελέτη εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτοκίνητα με καλύτερη αεροδυναμική, καλύτερή μελέτη κατασκευής, καλύτερους και πιο αποδοτικούς κινητήρες ακόμα και υβριδικά βοηθούν στην εξοικονόμηση της ενέργειας πρώτον καταναλώνοντας λιγότερο και δεύτερον εκπέμποντας λιγότερους ρύπους. Ακόμα και η σχεδίαση των δρόμων μπορεί να μελετηθεί έτσι ώστε να έχουμε εξοικονόμηση. Αρκεί απλά να φανταστεί κάποιος ένα πλήρες ποδηλατικό δίκτυο και το κέρδος αυτού από την όποια χρήση των ποδηλάτων αντί των μηχανοκίνητων οχημάτων. Το ίδιο ισχύει και για τα μέσα μαζικής μεταφοράς, καλύτερα δίκτυα και πιο μελετημένα αποφέρουν μεγαλύτερη απόδοση και εξοικονόμηση.

2.2.2 Κτίρια

Τα κτίρια με την σειρά τους είναι και αυτά αντικείμενο μελέτης προς εξοικονόμηση ενέργειας. Ο τρόπος δόμησης τους ανάλογα με την γεωγραφική τους περιοχή και οι προδιαγραφές που πρέπει πλέον να πληρούνται, μας δημιουργούν εξοικονόμηση ενέργειας σε πολλούς τομείς, όπως θέρμανση, ψύξη και ηλεκτρισμό. Μέχρι και κατά την οικοδόμηση τους υπό τις σωστές προϋποθέσεις τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων, τα γνωστά σε όλους, «μπάζα» μπορούν να ανακυκλωθούν και έτσι να έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας.

2.2.3 Βιομηχανία

Οι σημαντικότερες επεμβάσεις εξοικονόμησης που μπορούν να υλοποιηθούν στην βιομηχανία είναι η αντικατάσταση ηλεκτροκινητήρων με σύγχρονους υψηλού βαθμού απόδοσης, ο εκσυγχρονισμός των συστημάτων, η ρύθμιση, η συντήρηση, αντικατάσταση, η θερμομόνωση εξοπλισμού, η εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης, η υποκατάσταση υγρών καυσίμων από φυσικό αέριο, η εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού κα.

2.2.4 Καταναλωτές

Μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης μπορεί να επιτευχθεί και από τις καταναλωτικές συσκευές και συνήθειες. Πλέον οι καταναλωτές μπορούν να αντικαταστήσουν τις συσκευές τους με

νέες αντίστοιχες υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Μπορούν ακόμα και γιατί όχι, να ρυθμίζουν και να προγραμματίζουν όπου είναι δυνατόν τις εργασίες τους με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να συμμορφώνονται με τις αντίστοιχες οδηγίες για την εξοικονόμηση, της οποίας μορφής ενέργειας αναφέρεται στην οδηγία

2.3 Εξοικονόμηση ηλεκτρικής Ενέργειας

Όπως αναφέραμε και παραπάνω γενικά οι εφαρμογές εξοικονόμησης αφορούν διάφορους τομείς, εμείς θα επικεντρωθούμε στην εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας. Στον συγκεκριμένο λοιπόν τομέα θέλουμε να αναφερθούμε στην εξοικονόμηση που μπορεί να επιτευχθεί από την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνετε στον φωτισμό και ιδιαίτερα στον οδοφωτισμό των Δήμων. Για τον φωτισμό οι Δήμοι καταναλώνουν ένα πολύ μεγάλο μέρος της συνολικής τους ηλεκτρικής ενέργειας, κάποιο για τον φωτισμό των κτιρίων τους και ένα πολύ μεγάλο μέρος για τον φωτισμό δρόμων, οδών, πεζοδρόμων και πλατειών. Πολλές φορές μάλιστα χωρίς το προβλεπόμενο αποτέλεσμα και με πολύ περισσότερη ενέργεια από ότι αντιστοίχως θα έπρεπε. Με την εξέλιξη των τεχνολογιών και τον μεθόδων κάλυψης έχουν αρχίσει πλέον την εκ νέου μελέτη στους Δήμους με απώτερο σκοπό την εξοικονόμηση αυτής της ενέργειας. Μέθοδοι όπως η αντικατάσταση φωτιστικών πηγών αλλά και σωμάτων είναι αυτοί που κυριαρχούν σε αυτόν τον τομέα.

2.3.1 Ευρωπαϊκές Οδηγίες σχετικές με το φωτισμό

Στην εξοικονόμηση της ηλεκτρικής ενέργειας η περιβαλλοντική νομοθεσία σχετικά με το φωτισμό γίνεται ολοένα πιο αυστηρή, με αποτέλεσμα να υπάρχουν προδιαγραφές για επαναπροσδιορισμό απαιτήσεων σχετικά με αυτόν. Οι απαιτήσεις αυτές επηρεάζουν από νομικής, περιβαλλοντικής και οικονομικής πλευράς την υλοποίηση της κάθε εγκατάστασης φωτισμού. Παρακάτω περιγράφονται με λίγα λόγια οι διάφορες Ευρωπαϊκές Οδηγίες που αφορούν τις εγκαταστάσεις φωτισμού [\[Δ5\]](#).

- **EuP**

Σύμφωνα με την Οδηγία αυτήν, συγκεκριμένα προϊόντα που καταναλώνουν μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας καταργούνται σταδιακά στο άμεσο μέλλον, (π. χ. οι λαμπτήρες πυράκτωσης κ. ά.) τα φωτιστικά και ο εξοπλισμός χαμηλής ενεργειακής απόδοσης. Τα προϊόντα αυτά θα πρέπει να αντικαθίστανται με αντίστοιχες εναλλακτικές λύσεις φιλικές προς το περιβάλλον.

- **WEEE**

Η Ευρωπαϊκή Νομοθεσία περί Αποβλήτων Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού απαιτεί τη συλλογή και την ανακύκλωση όλων των τύπων λαμπτήρων, των σχετικών φωτιστικών & οργάνων λειτουργίας (εκτός από τους λαμπτήρες πυράκτωσης & αλογόνων). Οι κατασκευαστές και οι εισαγωγείς είναι υπεύθυνοι για αυτή τη διαδικασία, ενώ το κόστος συλλογής και ανακύκλωσης καλύπτεται από μια μικρή επιβάρυνση επί της τιμής του κάθε λαμπτήρα (συμπεριελήφθησαν και οι λαμπτήρες LED). Ο κύριος στόχος της οδηγίας είναι να

μην καταλήγουν τα ηλεκτρονικά προϊόντα σε χώρους απόρριψη ή σε αποτεφρωτήρες. Επίσης, ο κύκλος ζωής του προϊόντος ολοκληρώνεται με την ανακύκλωση, προάγοντας περαιτέρω την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση για όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη.

- **Ballast**

Η νομοθεσία στοχεύει στην κατάργηση των λιγότερο αποδοτικών συμβατικών ballast. Τα προϊόντα αυτά θα πρέπει να αντικαθίστανται με αντίστοιχες εναλλακτικές λύσεις φιλικές προς το περιβάλλον, όπως είναι τα ηλεκτρονικά ballast, που συμβάλουν στη μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων, αλλά και στη βελτίωση του συντελεστή ισχύος της ηλεκτρικής εγκατάστασης.

- **EEL**

Η Ετικέτα Ενεργειακής Απόδοσης έχει σχεδιαστεί προκειμένου να διευκολύνει την επιλογή προϊόντων με υψηλότερη ενεργειακή απόδοση. Η υψηλότερη κατηγορία (π. χ. Α) σημαίνει υψηλότερα πρότυπα ποιότητας, όπως την μικρότερη κατανάλωση ενέργειας από ηλεκτρικές συσκευές, την συμβολή σε μικρότερα ποσά CO₂, κ. λπ.

- **RoHS**

Η Οδηγία RoHS περιορίζει τη χρήση ορισμένων επικίνδυνων ουσιών π. χ. υδράργυρος σε λαμπτήρες φθορισμού, συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού, κλπ.

- **EN 12464-1**

Ο φωτισμός πρέπει να διασφαλίζει ότι όσοι βρίσκονται στο χώρο εργασίας είναι ασφαλείς και σε θέση να εκτελούν τα καθήκοντά τους. Αυτό πραγματοποιείται, στις ενεργειακά αποδοτικές εγκαταστάσεις φωτισμού, στις οποίες εξασφαλίζεται η άνεση, η ασφάλεια και η απόδοση.

3. Μεθοδολογία

3.1 Εισαγωγή στην Φωτοτεχνία

Η Φωτοτεχνία είναι η επιστήμη που ασχολείται με τη μελέτη και την εφαρμογή του φωτισμού που απαιτείται σε ένα χώρο είτε πρόκειται για εσωτερικό είτε για εξωτερικό, έτσι ώστε να πληροί τις αντίστοιχες προδιαγραφές που ζητούνται [\[6\]](#), [\[11\]](#).

3.1.1 Γενικές έννοιες και ιδιότητες φωτός στην φωτοτεχνία

- **Φωτεινή ροή (Luminous Flux)**

Η φωτεινή ροή Φ , ορίζεται ως το ποσό της ακτινοβολούμενης ισχύος που εκπέμπει μια φωτεινή πηγή ανά μονάδα χρόνου. Πρακτικά αναπαριστά την φωτεινή ενέργεια που εκπέμπει μια φωτεινή πηγή (λαμπτήρας) υπό την κανονικοποίησης της φωτοπικής συνάρτησης ευαισθησίας του ανθρώπινου οφθαλμού και μετρείται σε lumen (lm).

Οι μετρήσεις φωτεινής ροής τεχνητών φωτεινών πηγών γίνονται εντός μιας λευκής σφαίρας τέλειας διάχυσης, την επονομαζόμενη σφαίρα του Ulbricht [\[6\]](#), [\[11\]](#).

- **Φωτεινή ένταση (luminous intensity)**

Η φωτεινή ένταση είναι ένα διανυσματικό μέγεθος που εκφράζει τη φωτεινή ροή που διοχετεύεται προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση του χώρου από την φωτεινή πηγή. Συμβολίζεται με I και έχει ως μονάδα μέτρησης την Candela.

Μία Candela ισούται με 1 lumen / στεράδιο, επομένως η φωτεινή ένταση μπορεί να εκφραστεί ως η φωτεινή ροή σε συγκεκριμένη κατεύθυνση, εκπεμπόμενη ανά μονάδα στερεάς γωνίας. $1 \text{ Candela} = 1 \text{ lumen} / \text{sr}$ [\[6\]](#), [\[11\]](#).

- **Απόδοση φωτεινής πηγής (luminous efficiency)**

Η απόδοση μιας φωτεινής «η» πηγής εκφράζει την ποσότητα των παραγόμενων lumen ανά Watt κατανάλωσης. Μετρείται σε lm/W [\[6\]](#), [\[11\]](#).

- **Θερμοκρασία χρώματος (CCT)**

Εκφράζεται με την ισοδύναμη θερμοκρασία στην οποία όταν βρεθεί η πηγή αναφοράς (μέλαν σώμα του Planck), θα παράγει φως ίδιου χρώματος με την φωτεινή πηγή και μετράται σε βαθμούς Kelvin. Η χρωματική εμφάνιση του φωτός ενός λαμπτήρα μπορεί να εκφραστεί χρησιμοποιώντας την θερμοκρασία χρώματος του. Υπάρχουν τρεις κύριες χρωματικές ομάδες [\[6\]](#), [\[11\]](#):

1. «Ζεστό» λευκό (warmwhite) με $T_c < 3.300 \text{ }^\circ\text{K}$
2. «Ουδέτερο» λευκό (neutralwhite) με $3.300 \text{ }^\circ\text{K} < T_c < 5.000 \text{ }^\circ\text{K}$
3. Λευκό «ημέρας» (daylightwhite) με $T_c > 5.000 \text{ }^\circ\text{K}$

- **Χρωματική απόδοση (Ra)**

Η χρωματική απόδοση παίζει σημαντικό ρόλο στον τρόπο που φαίνονται τα αντικείμενα κάτω από μία δεδομένη φωτεινή πηγή. Για να προσδιοριστεί ο δείκτης χρωματικής απόδοσης των φωτεινών πηγών δημιουργήθηκε από την CIE ένας Γενικός Κώδικα χρωματικής απόδοσης ή CRI. Ο δείκτης αυτός καθορίζει την πυκνότητα με την οποία το φως μιας φωτεινής πηγής αποδίδει τα χρώματα σε σύγκριση με άλλη πηγή που θεωρείται πρότυπη. Η σύγκριση δύο πηγών με κριτήριο το δείκτη χρωματικής απόδοσης δεν μπορεί να γίνει παρά μόνο όταν οι δύο πηγές έχουν την ίδια θερμοκρασία χρώματος. Άρα ο δείκτης Ra έχει σχετική (όχι απόλυτη) έννοια όταν λαμβάνεται σαν πηγή αναφοράς το μέλαν σώμα στους 3000 °K, όπου ο δείκτης Ra είναι ίσος με 100. Χαμηλό CRI δείχνει ότι τα αντικείμενα μπορεί να παρουσιάζονται αφύσικα από την επίδραση της φωτεινής πηγής, ενώ μια φωτεινή πηγή με υψηλό CRI θα έχει ως αποτέλεσμα τα χρώματα ενός αντικειμένου να φαίνονται πιο ρεαλιστικά [\[6\]](#), [\[11\]](#).

- **Ένταση φωτισμού επιφάνειας (illuminance)**

Η ένταση φωτισμού επιφάνειας εκφράζει την ποσότητα φωτεινής ροής, που προσπίπτει πάνω σε μια επιφάνεια. Εκφράζεται με το σύμβολο E. Μονάδα μέτρησης είναι το lux (lx). Ένα lux ισούται με ένα lumen ανά τετραγωνικό μέτρο (lm / m²). Η ένταση φωτισμού επιφάνειας είναι ανεξάρτητη από την κατεύθυνση με την οποία προσπίπτει στην επιφάνεια η φωτεινή ροή. Η ένταση φωτισμού επιφάνειας μετράται με τη χρήση λουξόμετρου. Το λουξόμετρο χρησιμοποιεί φωτοκύτταρο που είναι προσαρμοσμένο με χρήση ειδικού φίλτρου ούτως ώστε να ταιριάζει με την καμπύλη ευαισθησίας V (λ) του ανθρώπινου ματιού [\[6\]](#), [\[11\]](#).

- **Λαμπρότητα-Φωτεινότητα (luminance)**

Η λαμπρότητα εκφράζει την ένταση του φωτός που εκπέμπεται ανά μονάδα επιφάνειας σε συγκεκριμένη κατεύθυνση. Μετρά το φως λοιπόν όπως το αντιλαμβάνεται ο ανθρώπινος οφθαλμός. Η ορατότητα όλων των επιφανειών και των αντικειμένων στο πεδίο όρασής μας οφείλεται στη λαμπρότητα τους, ενώ στην ουσία το επίπεδο της έντασης φωτισμού δεν γίνεται αντιληπτό. Επιφάνειες με διαφορετικές ιδιότητες αντανάκλασης θα έχουν την ίδια ένταση φωτισμού αλλά διαφορετική λαμπρότητα. Η λαμπρότητα ή του δρόμου είναι το βασικό κριτήριο στα πρότυπα εφαρμογών οδικού φωτισμού. Μονάδα μέτρησης είναι η candela ανά τετραγωνικό μέτρο (cd / m²) [\[6\]](#), [\[11\]](#).

- **Θάμβωση (Glare)**

Θάμβωση είναι η ενόχληση του παρατηρητή, καθώς και η δυσκολία διάκρισης διαφόρων αντικειμένων από μέρους του. Προκύπτει είτε από υψηλές τιμές λαμπρότητας, είτε από υψηλές αντιθέσεις λαμπρότητας, αλλά και από κακή κατανομή αυτής. Παρατηρούνται τρεις μορφές θάμβωσης [\[6\]](#), [\[11\]](#):

- a) Θάμβωση ενόχλησης,
- b) Θάμβωση ανικανότητας
- c) Απόλυτη θάμβωση

Παρακάτω στον **Πίνακα 3.1** φαίνονται μερικές από τις ιδιότητες του φωτός, πάντα στα πλαίσια της φωτοτεχνικής μελέτης. Ο πίνακας περιέχει τα ονόματα, τα σύμβολα, τις μονάδες καθώς επίσης και τους τύπους των ιδιοτήτων αυτών [\[Δ6\]](#).

Πίνακας 3.1 Φωτομετρικές ιδιότητες

ΟΝΟΜΑ	NAME	ΣΥΜΒΟΛΟ ΜΟΝΑΔΑΣ	ΤΥΠΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ (S. I)
Φωτεινή Ροή	LuminousFlux	Φ	$lm = cd \cdot sr$	Lumen (lm)
Φωτεινή Ένταση	luminousintensity	I	$Cd = lm / sr$	Candela (cd)
Απόδοση Φωτεινής Πηγής	luminousefficiency	η	lumen ανά watt (καταναλώσης)	lm/W
Θερμοκρασία Χρώματος	CCT			
Χρωματική απόδοση	Ra			
Ένταση Φωτισμού Επιφανείας	illuminance	E	$lux = lm/m^2$	lm/m^2
Φωτεινότητα	luminance	L	cd/m^2	cd/m^2
Θάμβωση	Glare			

3.2 Εισαγωγή στον Οδοφωτισμό

Ο οδοφωτισμός είναι ένα τμήμα της Φωτοτεχνίας το οποίο εστιάζει στον φωτισμό εξωτερικών χώρων, κυρίως αυτοκινητόδρομων, οδών, πεζοδρόμων κτλ. Πρέπει να παρέχει ασφάλεια και άνεση σε κάθε χρήστη του δρόμου εν μέσω έλλειψης φυσικού φωτισμού (ήλιος). Ειδικότερα ο χρήστης θα πρέπει να μπορεί να διακρίνει τη μορφή του δρόμου το λιγότερο για 5 έως 10 δευτερόλεπτα εάν αναφέρεται σε όχημα, να εντοπίζει και να αναγνωρίζει εγκαίρως και με βεβαιότητα κάθε ειδική σήμανση και κάθε εμπόδιο που υπάρχει ή μπορεί να εμφανιστεί. Για το λόγο αυτό ακολουθούνται οδηγίες σύμφωνα με τις συστάσεις τις Διεθνούς Επιτροπής Φωτισμού (CIE) και τους κανονισμούς Ευρωπαϊκών προτύπων. Έτσι λοιπόν έχουμε τις εξής κατηγορίες φωτισμού δρόμων σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 13201-2:2003 όπως φαίνονται παρακάτω [\[12\]](#).

- **ME:** Αναφέρονται σε δρόμους στους οποίους κινούνται οδηγοί μηχανοκίνητων οχημάτων, και σε μικρές χώρες σε δρόμους κατοικημένων περιοχών που επιτρέπουν μέσες έως υψηλές ταχύτητες οδήγησης (Συνήθως μεγαλύτερες από 60 Km/h).
- **CE:** Αναφέρονται σε δρόμους στους οποίους κινούνται οδηγοί μηχανοκίνητων οχημάτων αλλά και σε αμφισβητούμενες περιοχές όπως: οδοί αγορών, οδικές

διασταυρώσεις με κάποιας πολυπλοκότητας, διασταυρώσεις κυκλικής κυκλοφορίας (round about) και περιοχές αναμονής. Αυτές οι κατηγορίες ισχύουν επίσης για πεζούς και ποδηλάτες, υπόγειες διαβάσεις πεζών κα.

- **S:** Αναφέρονται σε δρόμους στους οποίους κινούνται πεζοί και ποδηλάτες, σε μονοπάτια και πλατείες, σε λωρίδες έκτακτης ανάγκης και άλλες οδικές περιοχές που βρίσκονται χωριστά ή κατά μήκος του οδοστρώματος μιας διαδρομής κυκλοφορίας, σε κατοικημένους δρόμους, σε πεζόδρομους, σε περιοχές χώρων στάθμευσης, προαύλια σχολείων κα.
- **ES:** Αναφέρονται ως πρόσθετη κατηγορία στις περιπτώσεις όπου ο δημόσιος φωτισμός είναι απαραίτητος για τον προσδιορισμό των προσώπων και των αντικειμένων και στις οδικές περιοχές με υψηλή εγκληματικότητα.
- **EV:** Αναφέρονται ως πρόσθετη κατηγορία στις περιπτώσεις όπου οι κάθετες επιφάνειες πρέπει να είναι ορατές. Εφαρμόζονται σε οδικές περιοχές όπως οι σταθμοί διοδίων, οι περιοχές ανταλλαγής κα

3.2.1 Γενικές έννοιες Οδοφωτισμού

- **Η μέση λαμπρότητα:**

Το επίπεδο λαμπρότητας που περιγράφεται από τη μέση λαμπρότητα της επιφάνειας του δρόμου καθορίζει ως ένα μεγάλο βαθμό την ευκολία προσαρμογής του οφθαλμού του χρήστη. Με λίγα λόγια το μέγεθος αυτό περιγράφει την ικανότητα του οδηγού να διακρίνει άνετα το δρόμο και να κινείται σε αυτόν με ασφάλεια [\[13\]](#).

- **Η ομοιομορφία λαμπρότητας:**

Για να είναι ένα αντικείμενο ορατό πάνω στο οδόστρωμα πρέπει η κατανομή της λαμπρότητας σε αυτό να είναι ομοιόμορφη. Η ομοιομορφία εκφράζεται είτε για διεύθυνση κάθετη στη διεύθυνση του παρατηρητή (εγκάρσια ομοιομορφία) είτε για διεύθυνση που συμπίπτει με τη διεύθυνση του παρατηρητή (διαμήκης ομοιομορφία). Η επανάληψη φωτεινών και σκοτεινών περιοχών (κατάσταση γνωστή ως δέρμα της λεοπάρδαλης) δηλαδή η έλλειψη ομοιομορφίας προκαλεί συνεχείς εναλλαγές στην προσαρμογή του οφθαλμού του οδηγού με αποτέλεσμα την εμφάνιση σημαδιών κόπωσης του οδηγού. Η ομοιομορφία διακρίνεται σε τρεις συντελεστές. Γενικός συντελεστής ομοιομορφίας U_0 , ο οποίος ορίζεται ως ο λόγος L_{min}/L_{med} , ή L_{min}/L_{max} , όπου L_{min} , L_{med} , L_{max} η ελάχιστη, μέση και η μέγιστη αντίστοιχα λαμπρότητα στο σύνολο της εξεταζόμενης επιφάνειας.

- Συντελεστής διαμήκους ακτινοβολίας U_l , ο οποίος ορίζεται ως ο μικρότερος λόγος L_{min}/L_{max} σε ευθείες παράλληλες προς τον άξονα της οδού. Η ανεπαρκής διαμήκης ομοιομορφία βλάπτει την άνεση και την ασφάλεια.
- Συντελεστής εγκάρσιας ομοιομορφίας U_v , ο οποίος ορίζεται ως ο μικρότερος λόγος L_{min}/L_{max} σε ευθείες κάθετες προς τον άξονα της οδού. Καλή εγκάρσια ομοιομορφία επιτρέπει στον οδηγό να διακρίνει με ευκρίνεια την επιφάνεια της οδού σε όλο της το πλάτος [\[13\]](#).

- **Ο περιορισμός της θάμβωσης:**

Η θάμβωση μπορεί να πάρει δύο μορφές, οι οποίες κάποιες φορές συμβαίνουν ξεχωριστά και κάποιες άλλες ταυτόχρονα. Η πρώτη έχει ως αποτέλεσμα την μειωμένη οπτική εκτέλεση πράξεων και οπτική ικανότητα και ονομάζεται φυσιολογική (disability glare). Η δεύτερη μορφή δημιουργεί αίσθημα δυσφορίας αλλά δεν μειώνει απαραίτητα την οπτική ικανότητα και ονομάζεται ψυχολογική (discomfort glare). Η θάμβωση μπορεί να είναι άμεση ή ανακλώμενη. Η άμεση μπορεί να προκληθεί από ένα «αδιαιτέρως φωτεινό» φωτιστικό το οποίο θα βρεθεί εντός του οπτικού πεδίου ενός παρατηρητή.

Για την εκτίμηση της θάμβωσης στην περίπτωση του οδοφωτισμού χρησιμοποιείται κυρίως η μέθοδος της «αύξησης κατωφλίου» TI και του GCM, οι οποίες δεν χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις φωτισμού περιοχών (πχ ανοικτά γήπεδα). Και αυτό γιατί, η κατεύθυνση θέασης του παρατηρητή είναι μεταβλητή και όχι σταθερή. Επιπροσθέτως, οι φωτεινές πηγές συνήθως δεν τοποθετούνται με τακτικό, συγκεκριμένο και γραμμικό τρόπο, ενώ τα ύψη ανάρτησης και οι εντάσεις φωτισμού απέχουν σημαντικά από τα αντίστοιχα μεγέθη που εμφανίζονται στον φωτισμό δρόμου [\[13\]](#).

- **Ο φωτισμός του περιβάλλοντος χώρου**

Για να φωτίζουμε αποτελεσματικά ένα δρόμο θα πρέπει και ο περιβάλλον χώρος να εξίσου ικανοποιητικά φωτισμένος. Ο σωστός φωτισμός του περιβάλλοντος χώρου ελέγχεται προδιαγράφοντας το λόγο της μέσης λαμπρότητας σε λωρίδες πλάτους 5 μέτρων (ή μικρότερες, αν δεν επιτρέπει ο χώρος) δίπλα στην άκρη του οδοστρώματος προς τη μέση λαμπρότητα σε λωρίδες πλάτους 5 μέτρων πάνω στο οδόστρωμα.

Με τη χρήση της αναλογίας αυτής γίνεται ορθός και ο φωτισμός του περιβάλλοντος χώρου του δρόμου, με σκοπό τα ψηλά αντικείμενα που βρίσκονται στο χώρο αυτό να γίνονται ορατά από τους οδηγούς [\[13\]](#).

- **Η οπτική καθοδήγηση**

Η οπτική καθοδήγηση είναι ένα ποιοτικό κριτήριο που σχετίζεται άμεσα με την οδική ασφάλεια. Μία καλή οπτική καθοδήγηση έχουμε εάν η διάταξη των φωτιστικών σωμάτων δίνει μια σαφή και μη παραπλανητική ένδειξη της πορείας του δρόμου. Είναι κοινά αποδεκτό ότι η κακή οπτική καθοδήγηση σε ένα δρόμο μπορεί να αποβεί μοιραία [\[13\]](#).

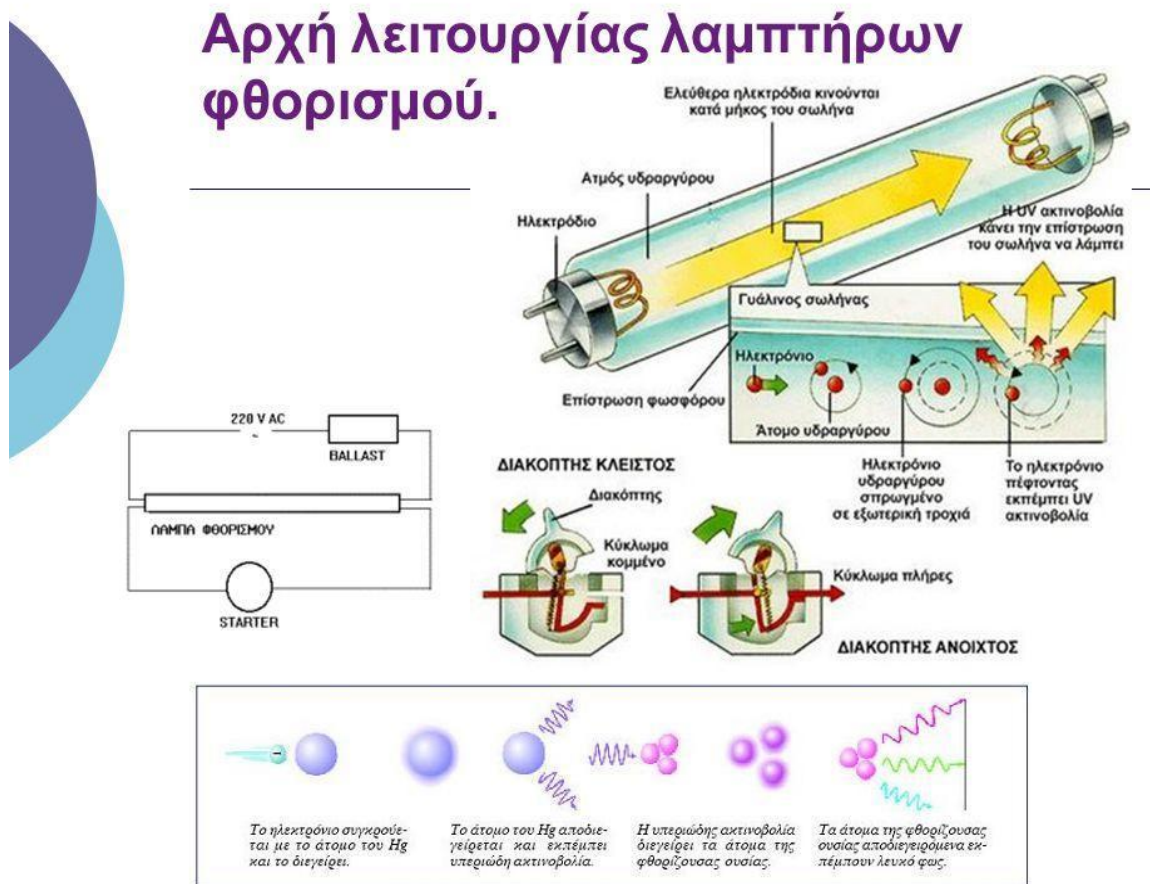
3.2.2 Φωτεινές Πηγές

Ως προς τις φωτιστικές πηγές, θα αναφερθούν κυρίως αυτές που χρησιμοποιούνται ήδη στον Δήμο αλλά και αυτές που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε αντικατάσταση, [\[6\]](#), [\[14\]](#):

- **Λαμπτήρας Φθορισμού**

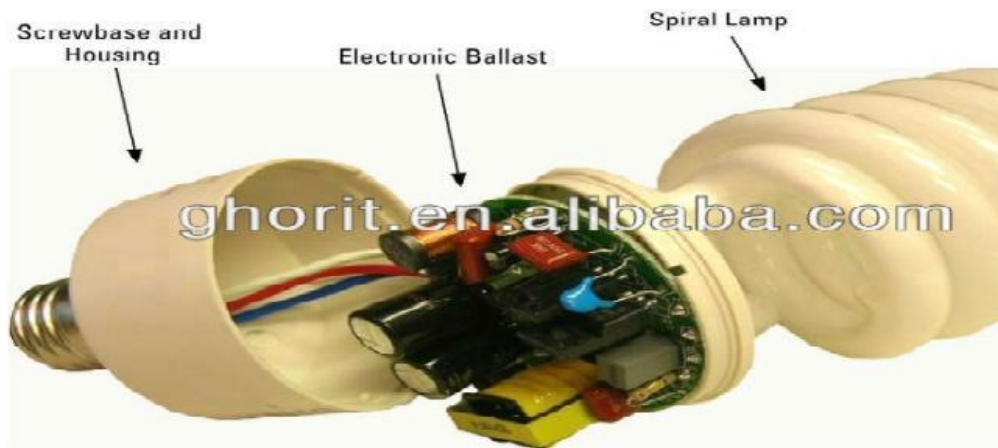
Οι λαμπτήρες φθορισμού ανήκουν στην κατηγορία των λαμπτήρων εκκένωσης χαμηλής πίεσης. Το ορατό φως παράγεται κυρίως από επικαλύψεις φωσφόρου ενεργοποιούμενες από την προσπίπτουσα υπεριώδη ακτινοβολία. Ο λαμπτήρας (συνήθως σωληνωτός) περιέχει ατμούς υδραργύρου σε χαμηλή πίεση με ένα μικρό ποσό αδρανούς ευγενούς αερίου (νέο και αργό) για την διευκόλυνση της έναρξης του τόξου. Ένα ηλεκτρικό ρεύμα στο αέριο διεγείρει τον ατμό υδραργύρου με αποτέλεσμα την παραγωγή βραχέων κυμάτων υπεριώδους φωτός

που στη συνέχεια αναγκάζει την επικάλυψη φωσφόρου που υπάρχει στο εσωτερικό του βολβού να λάμπει. Οι λαμπτήρες φθορισμού απαιτούν ένα ηλεκτρονικό ballast για να ρυθμίσει το ρεύμα που διαρρέει τον λαμπτήρα. Στην **Εικόνα 3.1** παρουσιάζεται γραφικά η αρχή λειτουργίας ενός λαμπτήρα φθορισμού.



Εικόνα 3.1 Αρχή λειτουργίας λαμπτήρα φθορισμού [URL:www.slideplayer.gr/slide/2883945]

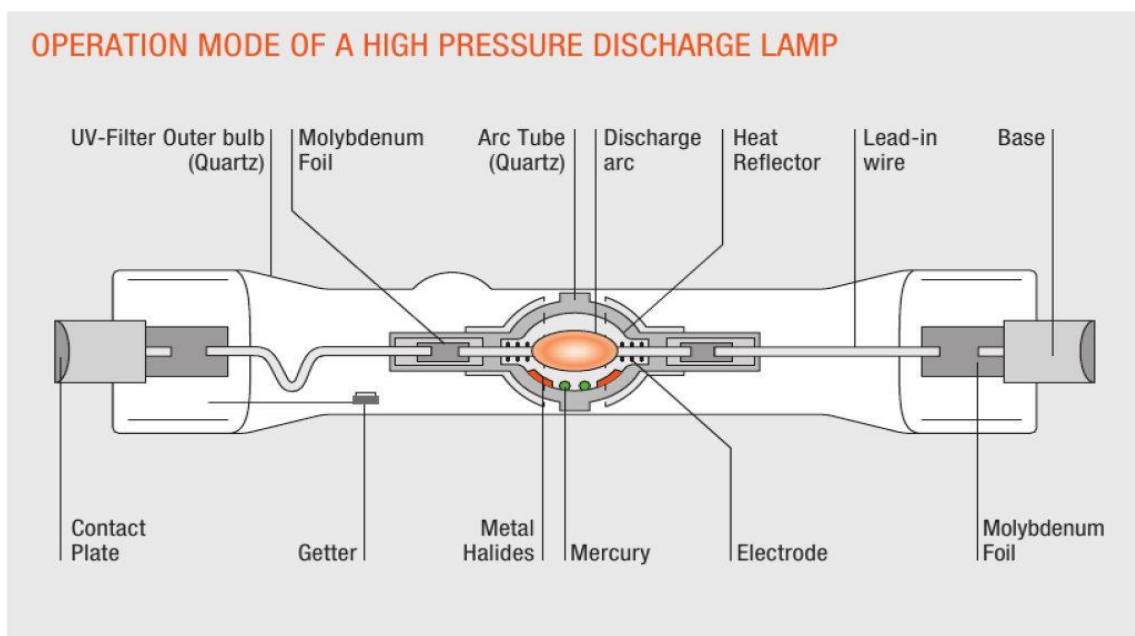
Πλέον υπάρχουν και οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού CFL γνωστοί και ως λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας. Οι λαμπτήρες αυτού του τύπου χρησιμοποιούν ένα σωλήνα που είναι καμπύλος ή διπλωμένος ώστε να ταιριάζει στο χώρο ενός λαμπτήρα πυράκτωσης και περιέχουν ένα συμπαγές ηλεκτρονικό ballast στη βάση του λαμπτήρα. Γενικά τα πλεονεκτήματα της εκκένωσης χαμηλής πίεσης είναι η άμεση εκκίνηση χωρίς τρεμόπαιγμα στη λειτουργία ballast και ο υψηλός βαθμός απόδοσης και οικονομίας. Στην **Εικόνα 3.2** δίνεται σε φωτογραφία η δομή ενός τέτοιου λαμπτήρα.



Εικόνα 3.2 Συμπαγής Λαμπτήρας Φθορισμού [URL: https://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1272528]

- **Λαμπτήρες μεταλλικών αλογονιδίων με τεχνολογία γυαλιού χαλαζία**

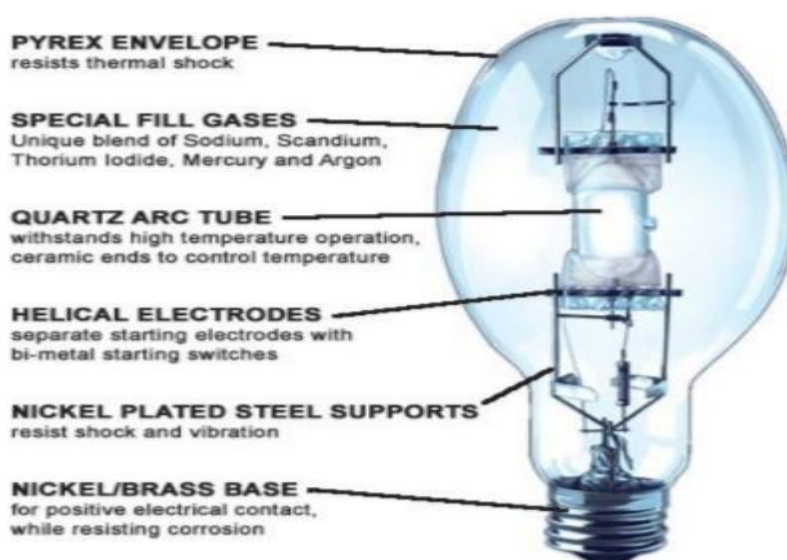
Οι λαμπτήρες αυτοί είναι πατενταρισμένοι από την OSRAM. Ενσωματώνουν την τεχνολογία quartz HQI και λειτουργούν με τη χρήση ενός δοχείου εκκένωσης (σωλήνας τόξου) κατασκευασμένου από διαφανές γυαλί quartz ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες και επίσης στις αλλαγές της θερμοκρασίας. Έτσι επιτυγχάνει τα υψηλότερα δυνατά επίπεδα ισχύος και προσφέρει μια ποικιλία χρωμάτων φωτός. Το αποτέλεσμα είναι η βελτίωση της αναπαραγωγής των χρωμάτων. Στην **Εικόνα 3.3** διακρίνεται σχηματικά η αρχή λειτουργίας ενός αντίστοιχου λαμπτήρα [\[Δ7\]](#).



Εικόνα 3.3 Αρχή Λειτουργίας Λαμπτήρα HQI [URL: www.ledvance.gr]

- **Λαμπτήρες Νατρίου υψηλής πίεσης**

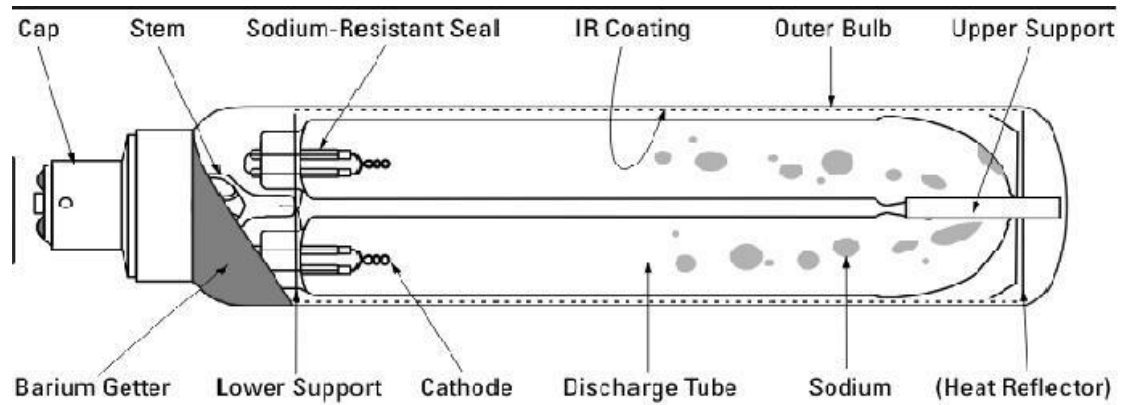
Οι λαμπτήρες αυτοί αποτελούνται από ένα σωλήνα κεραμικού υλικού που είναι ανθεκτικός στις υψηλές θερμοκρασίες καθώς οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται είναι πράγματι πολύ υψηλές. Ο σωλήνας περιέχει στερεό νάτριο μαζί με λίγο υδράργυρο μέσα σε αέριο. Ένα σημαντικό ποσοστό της εκπεμπόμενης ενέργειας από το τόξο υδραργύρου είναι στην υπεριώδη περιοχή του φάσματος. Με τη χρήση φωσφορικών καλυμμάτων στην εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού περιβλήματος, ένα τμήμα της υπεριώδους ακτινοβολίας μετατρέπεται σε ορατό φως. Η εκπεμπόμενη ακτινοβολία είναι μονοχρωματική κίτρινου χρώματος. Μετά την εκκίνηση του ο λαμπτήρας χρειάζεται περίπου 10 λεπτά μέχρι να αποδώσει πλήρως, ενώ ο χρόνος επανεκκίνησης είναι 1-3 λεπτά. Η διάρκεια ζωής των λαμπτήρων αυτών κυμαίνεται περίπου στις 32.000 ώρες. Βασικό μειονέκτημά τους είναι η υποβάθμιση της φωτεινής έντασης σε σχέση με το χρόνο λειτουργίας. Δεν προκαλούν θάμβωση και διευκολύνουν την διάκριση των αντικειμένων, γι' αυτό άλλωστε και βρίσκουν μεγάλη εφαρμογή στον οδοφωτισμό. Μερικά από τα πιο σημαντικά σημεία του λαμπτήρα αυτού φαίνονται στην **Εικόνα3.4**.



Εικόνα 3.4 Αρχή Λειτουργίας Λαμπτήρα Na υψηλής πίεσης [URL: <http://hgi-fire.com/blog/warehouse-fire-hazards-part-1-high-intensity-discharge-lighting>]

- **Λαμπτήρες Νατρίου χαμηλής πίεσης**

Η παραγόμενη ακτινοβολία των ατμών νατρίου είναι μήκους κύματος που βρίσκεται σχεδόν στην κορυφή της καμπύλης ευαισθησίας του ανθρώπινου ματιού, πράγμα που τους καθιστά πιο αποδοτικούς. Το τόξο διέρχεται μέσω του αεριοποιημένου νατρίου. Το αέριο εκκίνησης είναι νέον με χαμηλές προσθήκες αργού, ξένου ή ήλιου. Για να επιτευχθεί μέγιστη απόδοση στην μετατροπή της ηλεκτρικής ισχύος σε φωτεινή ισχύ μέσω εκκένωσης τόξου, η πίεση του νατρίου θα πρέπει να είναι συγκεκριμένη, ενώ οποιαδήποτε σημαντική απόκλιση από αυτή θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της απόδοσης. Για τον λόγο αυτό ο σωλήνας τόξου είναι τοποθετημένος μέσα σε ένα περίβλημα κενού. Η ακτινοβολία τους είναι μονοχρωματική και συγκεκριμένα κίτρινη, επομένως η χρήση τους περιορίζεται σε θέσεις που δεν απαιτούν διακρίσεις χρωμάτων (π.χ. αυτοκινητόδρομοι). Μειονέκτημα είναι ο χρόνος για να φτάσει ο λαμπτήρας την πλήρη φωτεινή ισχύ του, που είναι περίπου 7-15 λεπτά. Στην **Εικόνα 3.5** φαίνεται σε σχηματική απόδοση η αρχή λειτουργίας του λαμπτήρα.



Εικόνα 3.5 Αρχή Λειτουργίας Λαμπτήρα Να χαμηλής πίεσης [URL: <http://www.lamptech.co.uk/Documents/SO%20Introduction.htm>]

- **Δίοδοι Εκπομπής Φωτός (LED)**

Ένας λαμπτήρας τύπου LED είναι ένα προϊόν διόδων εκπομπής φωτός (LED) που συναρμολογούνται σε μορφή λάμπας για χρήση σε φωτιστικά. Επειδή η ανάλυση των LED ξεφεύγει από το πλαίσιο της παρούσας εργασίας, εδώ αναφέρονται επιγραμματικά τα επιμέρους σημεία τα οποία θεωρείται ότι ενδιαφέρουν την παρούσα προσέγγιση.

Τα LED για να παράγουν φως απλά μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια που διέρχεται από αυτά (σε ορθή πόλωση) σε ακτινοβολία στενού φάσματος, με τρόπο άμεσο που δεν συνοδεύεται από σημαντική εκπομπή θερμότητας προς το περιβάλλον. Το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται εξαρτάται από την χημική σύσταση του ημιαγωγικού υλικού που χρησιμοποιείται. Μπορεί να είναι υπεριώδες, ορατό ή υπέρυθρο και εξαρτάται από το χάσμα ενέργειας των υλικών τα οποία χρησιμοποιούνται για την δημιουργία της επαφής p-n. Πολλά πλεονεκτήματα απορρέουν από την χρήση αυτών των λαμπτήρων, τόσο στα ηλεκτρικά τους χαρακτηριστικά και στην συμπεριφορά τους προς το περιβάλλον όσο και στην συνολική τους συνεισφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Σε άλλο κεφάλαιο αναλύονται περισσότερο τα χαρακτηριστικά αυτά. Στην **Εικόνα 3.6** φαίνονται μερικοί λαμπτήρες LED σε σχήμα γλόμπου.



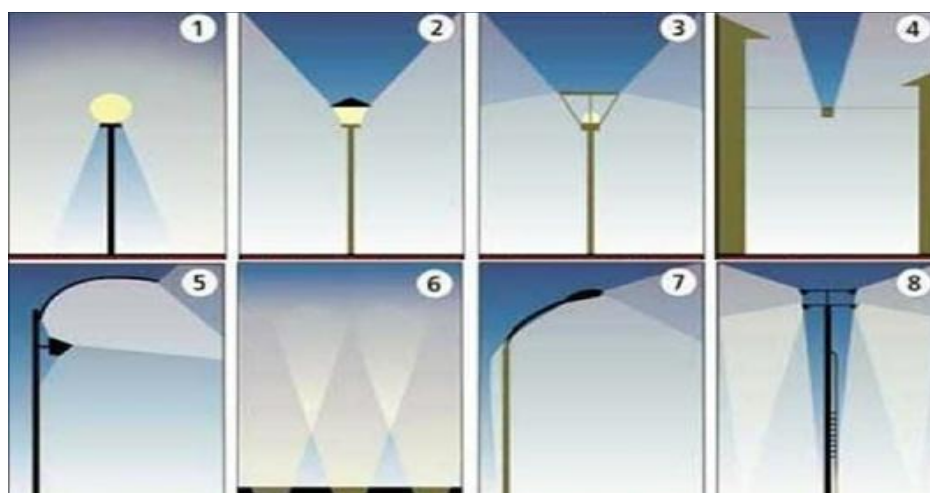
Εικόνα 3.6 Λαμπτήρας Led [URL: www.theledcompany.gr/led]

3.2.3 Φωτιστικά Σώματα

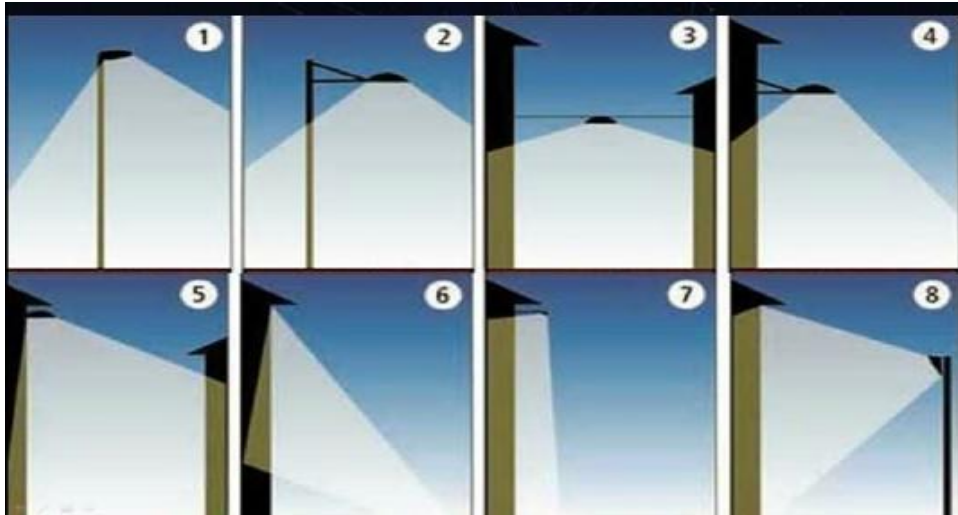
Τα κατάλληλα φωτιστικά σώματα είναι ζωτικής σημασίας για τον σωστό οδοφωτισμό. Τα φωτιστικά σώματα αποτελούν τη λεγόμενη «συσκευή φωτισμού» που περιέχει (α) τη φωτεινή πηγή (λαμπτήρας) και (β) βοηθητικές διατάξεις που βελτιώνουν τα οπτικά χαρακτηριστικά. Τα κύρια στοιχεία ενός φωτιστικού σώματος είναι η φωτεινή πηγή, η συσκευή ελέγχου της τάσης (εάν απαιτείται), ο ανακλαστήρας, το διαφανές κάλυμμα της διάταξης και το σώμα. Συχνό φαινόμενο είναι δυστυχώς τα φωτιστικά σώματα που είτε έχουν απώλειες φωτός προς τον ουρανό, είτε κατά κύριο λόγο στοχεύουν προς τον ουρανό. Σε κάθε περίπτωση ο εξωτερικός φωτισμός θα πρέπει να σχεδιάζεται και να εγκαθίσταται έτσι ώστε [\[6\]](#), [\[14\]](#):

- Να διευκολύνει και να προστατεύει την όραση από το επιθετικό θάμβος.
- Να αξιοποιεί τη νέα γενιά φωτιστικών σωμάτων που είναι καλύτερης ποιότητας και διαθέτουν ειδικά μελετημένα συστήματα που κατευθύνουν με ακρίβεια τη ροή του εκπεμπόμενου φωτός εκεί και μόνο όπου χρειάζεται, αποφεύγοντας έτσι την άσκοπη και επιβλαβή διάχυση φωτός στον ορίζοντα.
- Στόχευση του φωτός μόνο προς το έδαφος ή προς το σημείο που πρέπει να φωτιστεί.
- Χρήση φωτιστικών τύπου full cut-off που δεν αφήνουν καθόλου φως να διαφύγει προς τα πάνω.
- Να έχει τη δυνατότητα μείωσης του χρόνου που η εγκατάσταση φωτισμού βρίσκεται σε λειτουργία, ειδικά τις ώρες που δεν εξυπηρετεί τους σκοπούς για τους οποίους σχεδιάστηκε.
- Να χρησιμοποιεί λαμπτήρες υψηλής φωτεινής απόδοσης αλλά μικρής κατανάλωσης, άριστης χρωματικής απόδοσης, για αύξηση της ορατότητας.

Στις **Εικόνες 3.7** και **3.8** φαίνονται διατάξεις φωτιστικών σωμάτων σε σχέση με την τοποθέτησή τους.



Εικόνα 3.7 Λάθος επιλεγμένα φωτιστικά σώματα
[\[URL:www.oaedhlectrologoi.blogspot.gr/2016/11/blog-post_25.html\]](http://www.oaedhlectrologoi.blogspot.gr/2016/11/blog-post_25.html)

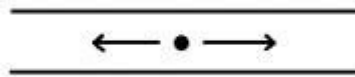


Εικόνα 3.8 Σωστά επιλεγμένα φωτιστικά σώματα [URL: www.oaedhlectrologoi.blogspot.gr/2016/11/blog-post_25.html]

3.2.4 Βασικά χαρακτηριστικά φωτιστικών σωμάτων δρόμου

Τα βασικά φωτομετρικά χαρακτηριστικά και στοιχεία φωτιστικής λειτουργίας του κάθε φωτιστικού σώματος δίνονται από τον εκάστοτε κατασκευαστή όπως φαίνονται παρακάτω [\[6\]](#), [\[11\]](#), [\[14\]](#):

- Συντελεστής χρησιμοποίησης CU: είναι το ποσοστό της συνολικής φωτεινής ροής που φτάνει σε συγκεκριμένη επιφάνεια,
- Συντελεστής απόδοσης φωτιστικού LOR: δείχνει τι ποσοστό από τη φωτεινή ροή της πηγής που έχει τοποθετηθεί στο φωτιστικό εκπέμπεται στο περιβάλλον. Αυτό μας φανερώνει ότι πολλές φορές η οπτική και ανακλαστική επιφάνεια του σώματος είναι πιο σημαντική από την φωτιστική πηγή,
- Συντελεστής απαξίωσης φωτισμού LLF: εκφράζει τις απώλειες στα φωτεινά χαρακτηριστικά του σώματος κατά την διάρκεια του χρόνου,
- Διάγραμμα καμπύλων ίσου φωτισμού (Isofoot Candle Chart): είναι το διάγραμμα που περιγράφει τα φωτεινά αποτελέσματα ενός φωτιστικού σώματος τοποθετημένου σε συγκεκριμένο ύψος πάνω στο έδαφος,
- Κατακόρυφη Διασπορά: Ανάλογα με την απόσταση του σημείου πρόσπτωσης της μέγιστης φωτεινής έντασης από το φωτιστικό σώμα, η κατακόρυφη διασπορά αναλύεται σε βραχεία, μέση ή μακρά. Με βάση αυτό το χαρακτηριστικό υπολογίζεται η απόσταση μεταξύ των ιστών στήριξης των φωτιστικών σωμάτων,
- Πλευρική Διασπορά: Το μέγεθος αυτό καθορίζει τη μέγιστη ακτίνα πρόσπτωσης της φωτεινής έντασης του φωτιστικού κατά πλάτος του δρόμου. Με βάση την πλευρική διασπορά, τα φωτιστικά σώματα κατατάσσονται σε πέντε τύπους οι οποίοι αφορούν στο πλάτος του δρόμου και στην τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων:
 - Τύπος 1: Διασπορά κατάλληλη για ποδηλατοδρόμους και διαβάσεις πεζών.



Εικόνα 3.9 Διασπορά τύπου 1

- Τύπος 2: Διασπορά κατάλληλη για διαβάσεις πεζών μεγαλύτερου πλάτους από την αντίστοιχη Τύπου I και ποδηλατοδρόμους



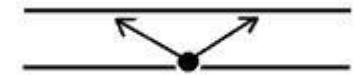
Εικόνα 3.10 Διασπορά τύπου 2

- Τύπος 3: Κατάλληλη για αυτοκινητοδρόμους



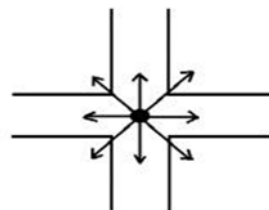
Εικόνα 3.11 Διασπορά τύπου 3

- Τύπος 4: Κατάλληλη για χώρους παρκινγκ, καθώς αφορά κυρίως φωτιστικά που στερεώνονται σε τοίχους.



Εικόνα 3.12 Διασπορά τύπου 4

- Τύπος 5: Κατάλληλη για περιπτώσεις φωτισμού προς κάθε κατεύθυνση όπως ας πούμε διασταύρωσης. Αφορά κυρίως φωτιστικά που στερεώνονται σε υψηλούς ιστούς.



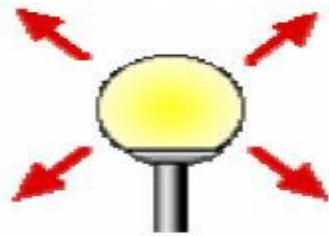
Εικόνα 3.13 Διασπορά τύπου 5

3.2.5 Τύποι φωτιστικών σωμάτων δρόμου

Γενικά τα φωτιστικά σώματα δρόμων είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να ελέγχουν την διάχυση του φωτός. Υπάρχουν τέσσερα (4) είδη φωτιστικών που παρέχουν διαφορετικές γωνίες ελέγχου [\[14\]](#):

- Non cutoff

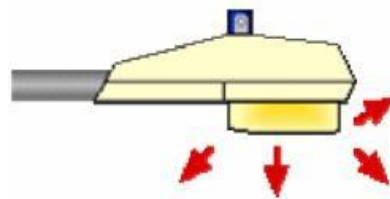
Τα φωτιστικά τύπου Non cutoff επιτρέπουν την διάχυση του φωτός προς όλες τις κατευθύνσεις



Εικόνα 3.14 Φωτιστικό σώμα δρόμου τύπου Non cutoff

- Semi cutoff

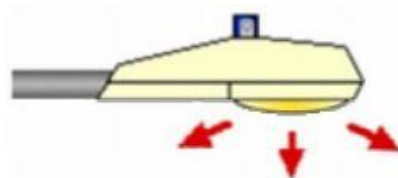
Τα φωτιστικά τύπου Semi cutoff επιτρέπουν το φως να διαχυθεί κάτω από το επίπεδο των 90° , ενώ ένα ποσοστό (έως 5%) διαχέεται πάνω από το επίπεδο των 90° .



Εικόνα 3.15 Φωτιστικό σώμα δρόμου τύπου Semi cutoff

- Cutoff

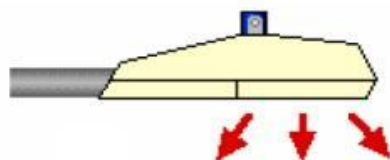
Τα φωτιστικά τύπου Cutoff επιτρέπουν μεγαλύτερο έλεγχο του φωτός που διαχέεται από ότι τα Semi cutoff. Στα φωτιστικά τύπου Cutoff λιγότερο από 2.5% του φωτός διαφεύγει πάνω από το επίπεδο των 90° .



Εικόνα 3.16 Φωτιστικό σώμα δρόμου τύπου Cutoff

- Full cutoff

Τα φωτιστικά τύπου Full cutoff κατευθύνουν το φως μόνο προς το έδαφος, κάτω από το φωτιστικό. Τα φωτιστικά αυτά δεν επιτρέπουν την διάχυση φωτός άνω του επιπέδου των 90° .



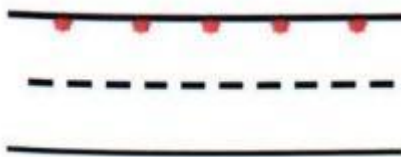
Εικόνα 3.17 Φωτιστικό σώμα δρόμου τύπου Full cutoff

3.2.6 Διατάξεις τοποθέτησης φωτιστικών δρόμου

Οι βασικές διατάξεις τοποθέτησης φωτιστικών για οδοφωτισμό είναι οι εξής [6], [14].

- Η μονόπλευρη διάταξη (single-sided)

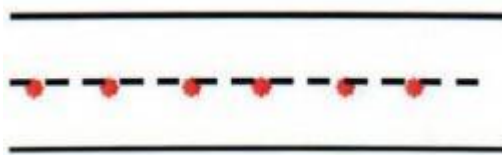
Τα φωτιστικά είναι τοποθετημένα στην μια πλευρά του δρόμου. Η διάταξη αυτή προτείνεται για πλάτος δρόμου μικρότερο ή ίσο με το ύψος ανάρτησης του φωτιστικού



Εικόνα 3.18 Μονόπλευρη διάταξη

- Η αξονική διάταξη (catenary)

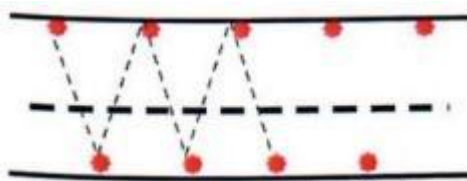
Τα φωτιστικά βρίσκονται στο κέντρο του δρόμου. Η διάταξη αυτή συνιστάται για χρήση σε δρόμους πλάτους ≤ 1 ΜΗ, όπου ΜΗ το Ύψος Ανάρτησης.



Εικόνα 3.19 Αξονική διάταξη

- Η αμφίπλευρη τριγωνική διάταξη (staggered)

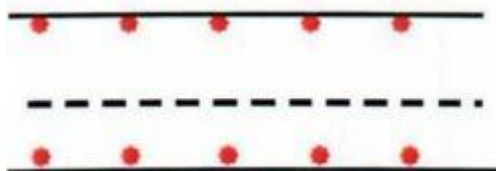
Τα φωτιστικά είναι τοποθετημένα εκατέρωθεν του δρόμου. Η διάταξη προτείνεται για χρήση σε δρόμους με πλάτος από 1 μέχρι 1.5 ΜΗ.



Εικόνα 3.20 Αμφίπλευρη τριγωνική διάταξη

- Η αμφίπλευρη διάταξη (opposite)

Τα φωτιστικά είναι τοποθετημένα και στις δυο πλευρές του δρόμου. Η διάταξη αυτή συνιστάται για δρόμους πλάτους > 1.5 ΜΗ.

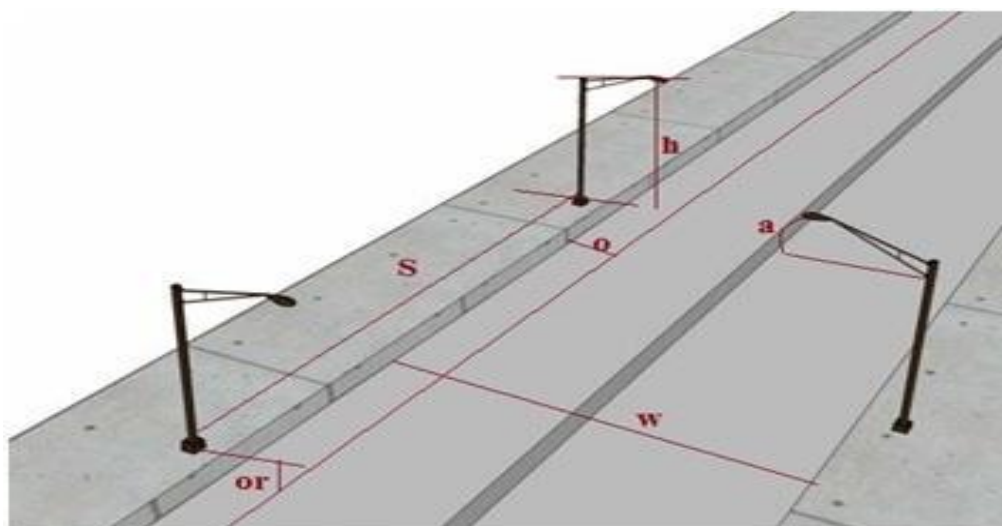


Εικόνα 3.21 Αμφίπλευρη διάταξη

3.2.7 Θέση τοποθέτησης φωτιστικού σώματος

Παρακάτω γίνεται αναφορά σε μερικές ιδιότητες των φωτιστικών σωμάτων που πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά την εγκατάστασή τους [6], [11], [14].

- Κλίση (Angle of tilt) **A**: Η κλίση με την οποία είναι τοποθετημένο το φωτιστικό. Ουσιαστικά πρόκειται για την κλίση του βραχίονα.
- Απόσταση Ιστών (Spacing) **S**: Η απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών ιστών φωτισμού. Σημαντικός παράγοντας για να διατηρείται η διαμήκης ομοιομορφία. Η απόσταση των ιστών όμως καθορίζεται συνήθως από την θέση των πυλώνων της ΔΕΗ, από τις ιδιοκτησίες κατά μήκος του δρόμου, τα δέντρα κτλ. Γενικά προτιμάται ο συνδυασμός μεγάλης απόστασης ιστών και μεγάλου ύψους ανάρτησης.
- Προβολή (Outreach) **Or**: Η απόσταση μεταξύ της προεξοχής του φωτιστικού και του ιστού.
- Προεξοχή (Overhang) **O**: Η οριζόντια απόσταση μεταξύ του κέντρου του φωτιστικού και του ρείθρου του δρόμου. Γενικά η προεξοχή του φωτιστικού δεν θα πρέπει να ξεπερνάει το $1/4$ ΜΗ.
- Ύψος Ανάρτησης **ΜΗ**: Το ύψος που έχει τοποθετηθεί το φωτιστικό και όχι απαραίτητα ίδιο με το ύψος του ιστού. Τις τελευταίες δεκαετίες τα ύψη ανάρτησης των φωτιστικών έχουν αυξηθεί σημαντικά λόγω της βελτιωμένης απόδοσης των νέων τεχνολογιών λαμπτήρων.



Street Lighting Features

A: Angle of Tilt

Or: Outreach

S: Spacing

W: Width

MH: Mounting Height

O: Overhang

Εικόνα 3.22 Ιδιότητες φωτιστικών σωμάτων προς εγκατάσταση [URL: <https://electricalnotes.wordpress.com/2014/05/04/calculate-no-of-street-light-poles/>]

3.3 Αρχή προσέγγισης της μελέτης για τον Δήμο Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνας

Μετά την αναφορά που έγινε στις προηγούμενες παραγράφους ως προς τις βασικές αρχές, έννοιες και ιδιότητες του φωτός και του οδοφωτισμού ειδικότερα, έχουν τεθεί πλέον οι βάσεις για την εκκίνηση αυτής της μελέτης. Πρώτο βήμα είναι η προσέγγιση της Τεχνικής Υπηρεσίας του Δήμου, με στόχο την αναζήτηση των δεδομένων του Δήμου όσον αναφορά τον οδοφωτισμό του. Λόγω των ήδη υπάρχουσών μελετών όσο αναφορά την κατηγοριοποίηση των εξεταζόμενων δρόμων, δεν έγιναν εκ νέου μετρήσεις φωτός. Ο λόγος είναι ότι ο Δήμος δεν έχει προβεί σε δομικές αλλαγές από την προηγούμενη μελέτη του, οπότε τα στοιχεία αυτά παραμένουν επίκαιρα.

3.3.1 Καταγραφή υφιστάμενου οδοφωτισμού

Με την βοήθεια του Δήμου, συλλέχθηκαν πληροφορίες για τις οδούς, τις πλατείες, τους πεζόδρομους και τον φωτισμό που φέρουν, την κατηγορία δρόμων καθώς επίσης και διάφορες άλλες τεχνικές πληροφορίες. Τα συνολικά στοιχεία που συλλέχθηκαν περιέχουν πληροφορίες για τα εξής:

- Αριθμός φωτιστικού σώματος ανά οδό, πεζόδρομο, πλατεία κ.α.
- Αριθμός φωτιστικών πηγών ανά φωτιστικό σώμα
- Τύπος φωτιστικού σώματος
- Ύψος φωτιστικού σώματος
- Τύπος βάσης (κουμπώματος) φωτιστικής πηγής
- Τύπος φωτιστικής πηγής
- Ισχύς φωτιστικής πηγής

Όλα τα στοιχεία που συλλέχθηκαν εισάχθηκαν σε πίνακες με στόχο την εύκολη εξαγωγή πληροφοριών και δεδομένων. Ο πίνακας θα εμφανιστεί σε επόμενο σημείο της παρούσας εργασίας. Ακολουθούν μερικές φωτογραφίες από τα υπάρχοντα φωτιστικά σώματα του Δήμου, στις **Εικόνες 3.23** μέχρι **3.25**.



Εικόνα 3.23 Φωτιστικό σώμα στα 12 μέτρα, τύπου semi cutoff, σε μονόπλευρη διάταξη επί της λεωφόρου Δεκελείας, με φωτεινή πηγή Na 400 Watt



Εικόνα 3.24 Φωτιστικό σώμα στα 5 μέτρα, τύπου semi cutoff, σε στύλο της ΔΕΗ, περιμετρικά της πλατείας Μουστακλή, με φωτεινή πηγή Na 150 Watt



Εικόνα 3.25 (α) Φωτιστικά σώματα στα 3μέτρα, τύπου Non cutoff, σε κλασικό στύλ «Δίπαλο, Μπάλα», με φωτεινή πηγή CFL 23 Watt και (β) προβολέας στα 5μέτρα, με φωτεινή πηγή HQI, 150 Watt επί της πλατείας Μικρασιατών.

3.3.2 Καταγραφή προγράμματος λειτουργίας φωτισμού

Έγινε καταγραφή του προγράμματος λειτουργίας του Δήμου σχετικά με τον οδοφωτισμό, για τους εαρινούς και τους χειμερινούς μήνες. Τα φωτιστικά σώματα λειτουργούν εννιά (9) ώρες ημερησίως τους εαρινούς μήνες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) και δώδεκα (12) ώρες ημερησίως τους χειμερινούς (Φθινόπωρο & Χειμώνας). Να σημειωθεί εδώ, ότι ο Δήμος έχει την επιλογή να ενεργοποιεί και χειροκίνητα κάποια φωτιστικά σώματα σε συγκεκριμένα μέρη, π.χ. γήπεδα. Η πληροφορία αυτή έχει επίσης καταγραφεί και προστεθεί αντίστοιχα στα δεδομένα.

3.3.3 Καταγραφή εργατωρών τοποθέτησης, αντικατάστασης

Κατόπιν συνεννόησης με τους τεχνικούς του Δήμου, ελήφθησαν τα εξής στοιχεία όσον αφορά στις εργατώρες για τοποθέτηση ή αντικατάσταση φωτιστικής πηγής:

- Για εγκατάσταση φωτεινής πηγής, από 2 (συνήθως για τις χαμηλές πηγές φωτισμού, δηλαδή έως 3μ. ύψος) έως 3 εργατώρες (για τα ψηλά φωτιστικά)
- Για επιδιόρθωση φωτεινής πηγής, από 0.5 (χαμηλές πηγές) έως 1 εργατώρα (για τις ψηλές πηγές)
- Για αντικατάσταση φωτεινής πηγής, από 1 (χαμηλές πηγές) έως 2 εργατώρες (για τις ψηλές πηγές)

3.3.4 Καταγραφή χρέωσης ηλεκτρικού ρεύματος φωτισμού

Για το συγκεκριμένο θέμα δεν ήταν δυνατόν να διατεθούν πληροφορίες από το Δήμο, οπότε ως δεδομένο για την μελέτη και για όλους τους μετέπειτα υπολογισμούς θα ληφθεί υπόψη η εντολή χρέωσης της ΔΕΗ όσον αναφορά στους Δήμους όπως φαίνεται στην **Εικόνα 3.26 [Δ8]**.

Γ-4 (Εφαρμόζεται σε όλη τη χώρα μόνο σε Δήμους και Κοινότητες)

πάγιο:	0 €
ενέργεια:	
λυκόφως - λυκαυγές:	0,09117 €/kWh
λυκόφως - μεσονύκτιο:	0,10642 €/kWh
ελάχιστη χρέωση:	0 €

Εικόνα 3.26 Τιμολόγιο ΔΕΗ για Δήμους και Κοινότητες. Στην εργασία για υπολογισμό θα χρησιμοποιηθεί ο μέσος όρος των χρεώσεων [ΠΗΓΗ: Τιμοκατάλογος ΔΕΗ, URL: www.dei.gr]

3.4 Δείκτες βιωσιμότητας

Τελικό στάδιο στην μελέτη είναι η οικονομική της εκτίμηση. Για να πιστοποιηθεί το εάν και κατά πόσο είναι ρεαλιστική η πρόταση της παρούσας εργασίας και από τεχνική αλλά και από οικονομική πλευρά, έγινε οικονομική προσέγγιση του κόστους με την χρήση κάποιων δεικτών βιωσιμότητας. Οι δείκτες είναι οι εξής **[Δ9]**:

1. Ο δείκτης επιστροφής κεφαλαίου (Return Of Investment)

Ο δείκτης αυτός χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της απόδοσης μιας επένδυσης ή για να συγκρίνει την αποδοτικότητα διαφορετικών επενδύσεων. Ο τύπος του είναι:

$$ROI(\%) = \frac{\text{Κέρδη Επένδυσης} - \text{Έξοδα Επένδυσης}}{\text{Έξοδα Επένδυσης}} \quad (1)$$

2. Ο εκτιμώμενος χρόνος απόσβεσης (Payback period)

Αυτός ο δείκτης μας δείχνει σε πόσα χρόνια θα γίνει απόσβεση της επένδυσής μας, δηλαδή πόσο καιρό θα χρειαστεί για να πάρουμε πίσω τα χρήματα που δαπανήσαμε για την μελέτη σε σχέση με το κέρδος μας. Ο τύπος είναι ο εξής:

$$Pp = \frac{\text{Κόστος Επένδυσης}}{\text{Ετήσια Οικονομικά οφέλη}} \quad (2)$$

3. Ο δείκτης καθαρής παρούσας αξίας (Net Present Value)

Ο δείκτης αυτός ουσιαστικά φανερώνει εάν η επένδυση είναι κερδοφόρα με προεξοφλημένες τις ταμειακές ροές στο παρόν. Ο τύπος του είναι:

$$NPV = -K_0 + \sum_{t=1}^t \times \frac{KTP_t}{(1+p)^t} \quad (3)$$

K₀: είναι το αρχικό κόστος της επένδυσης

KTP_t: οι καθαρές ταμειακές ροές ανά έτος

p: το επιτόκιο αναγωγής

4. Δεδομένα

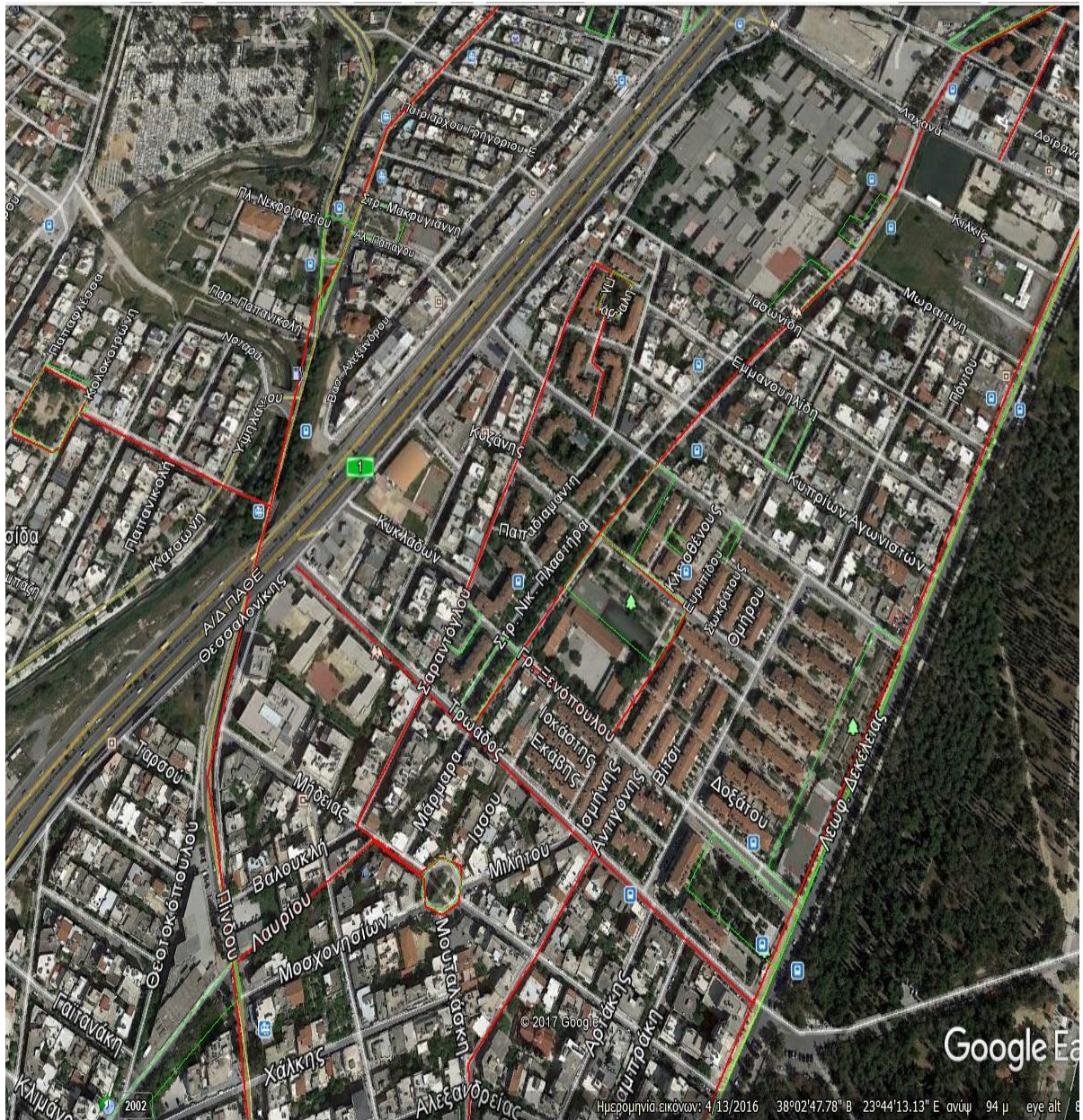
Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει παρουσίαση των δεδομένων που συλλέχθηκαν για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας στο σύνολό τους, ξεκινώντας από την περιοχή κάλυψης.

4.1 Περιοχή Κάλυψης

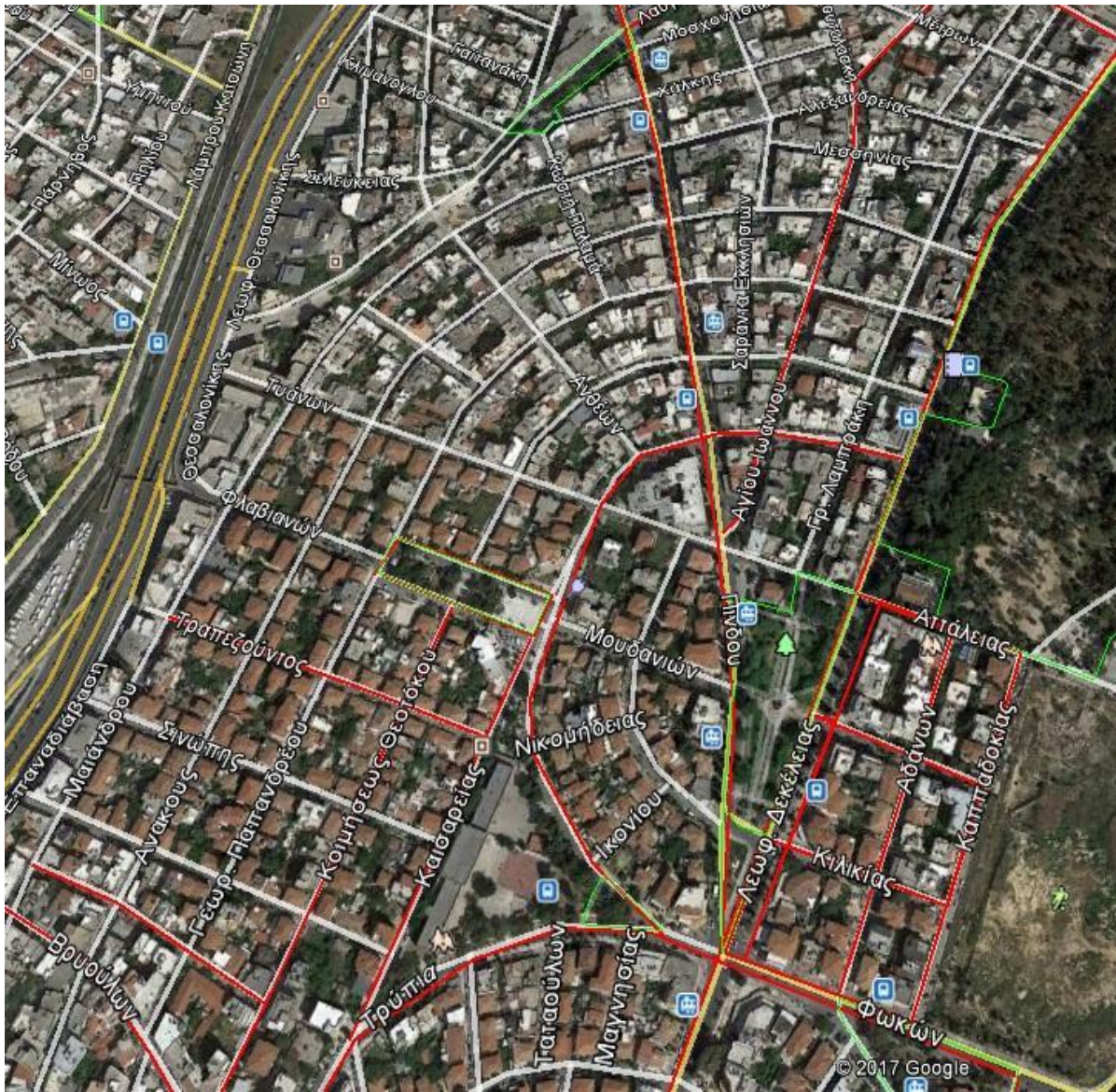
Στις **Εικόνες 4.1** έως **4.7** φαίνονται μέσω δορυφόρου (GoogleEarth) οι δρόμοι, με **κόκκινη σκιαγράφηση**, από τους οποίους έχουν συλλεχτεί τα δεδομένα που προαναφέρθηκαν. Επίσης έχει γίνει συλλογή δεδομένων και από τις πλατείες και τους πεζόδρομους, οι οποίοι διακρίνονται με **πράσινη σκιαγράφηση**.



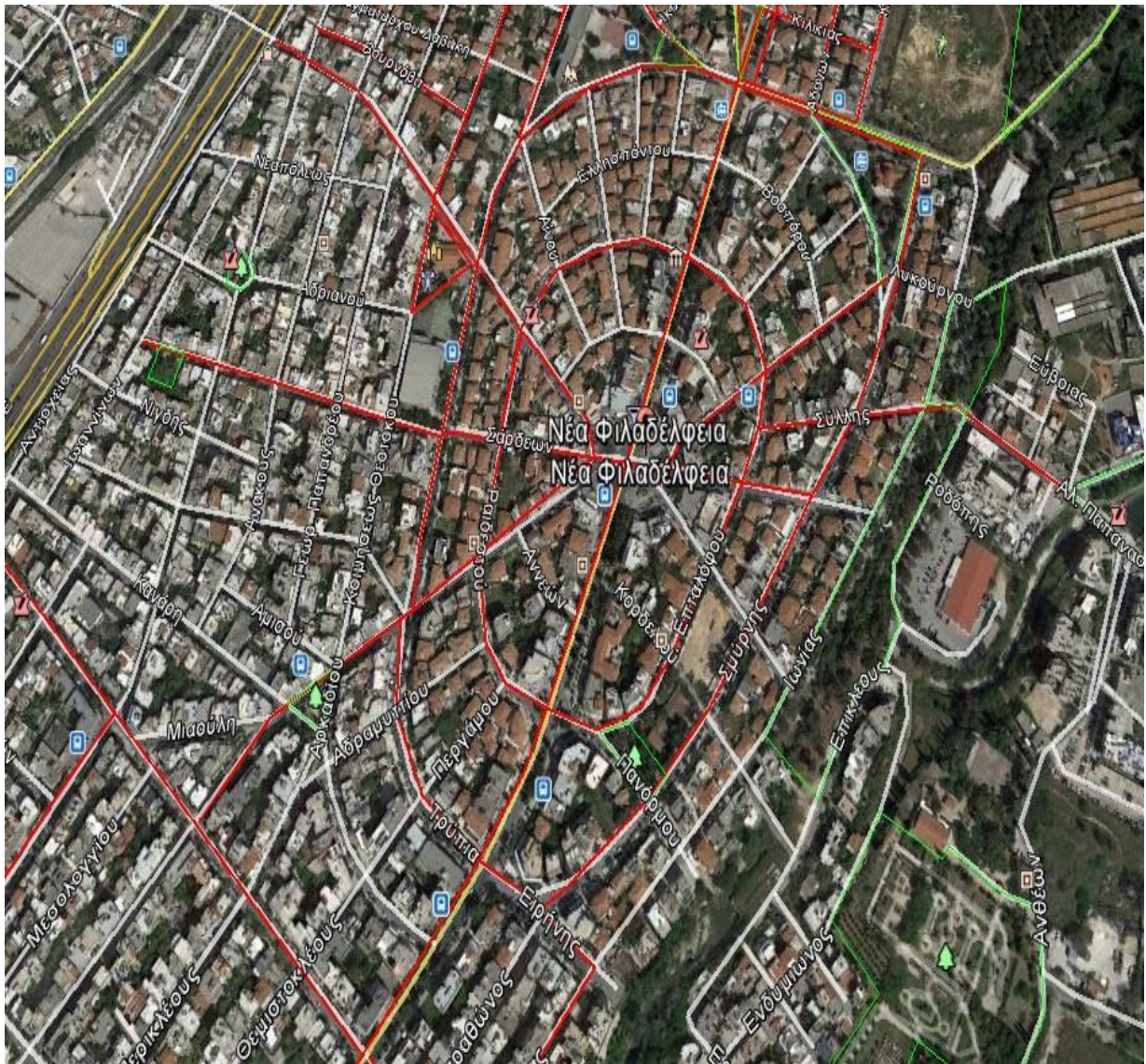
Εικόνα 4.1 Τελευταίο Βόρειο Τμήμα (Σύνορο) Νέας Φυλαδέφειας. Περιλαμβάνει δρόμους, (κόκκινο), αλλά και αρκετές πλατείες και πεζόδρομους (πράσινο)



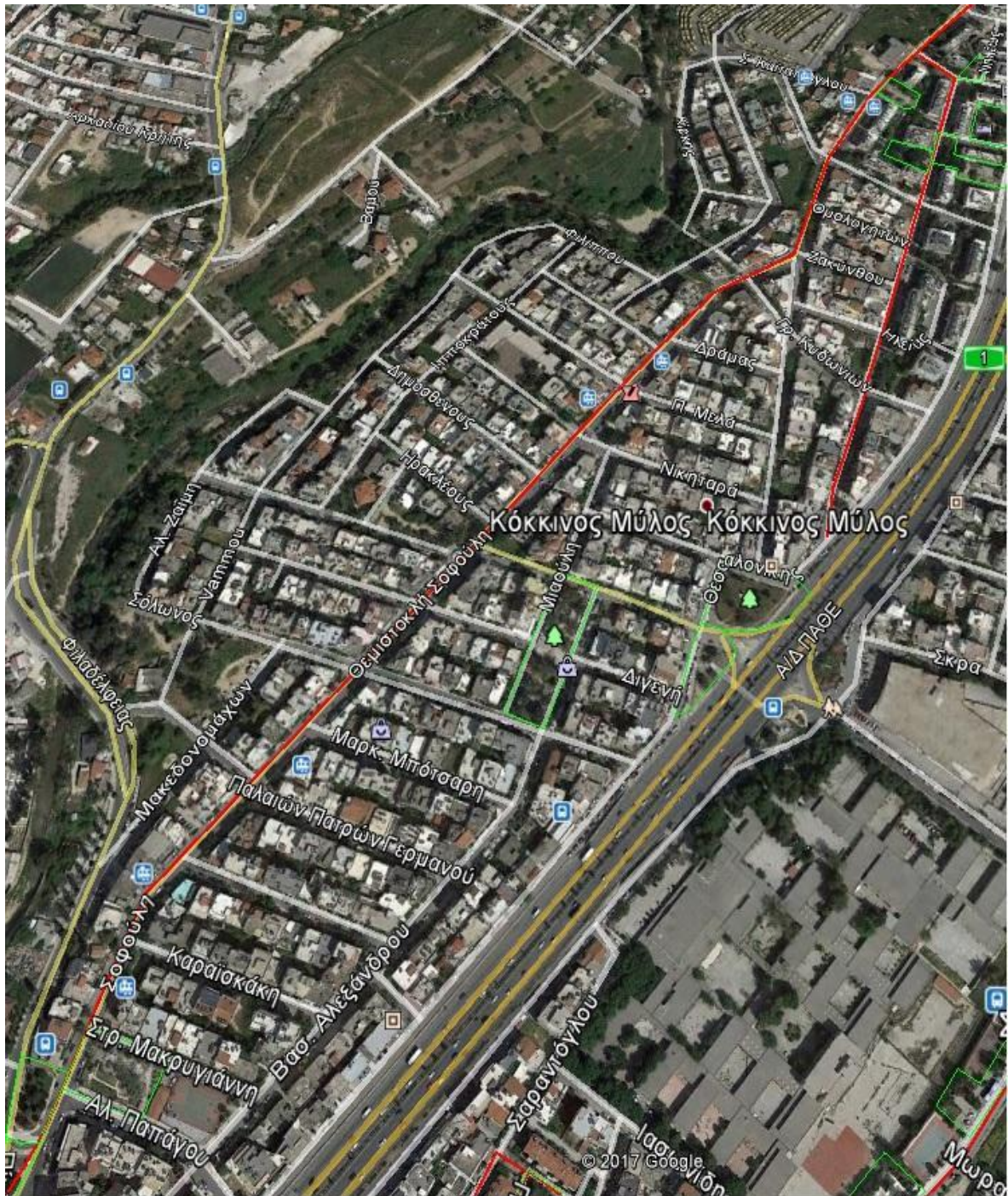
Εικόνα 4.2 Μία μεγάλη έκταση του Δήμου κυρίως βόρεια του κέντρου της Νέας Φιλαδέλφειας. Περιλαμβάνει και το τμήμα της «Νησίδας». Διακρίνονται αρκετοί δρόμοι, πλατείες, πεζόδρομοι, γήπεδα 5x5 και σχολεία



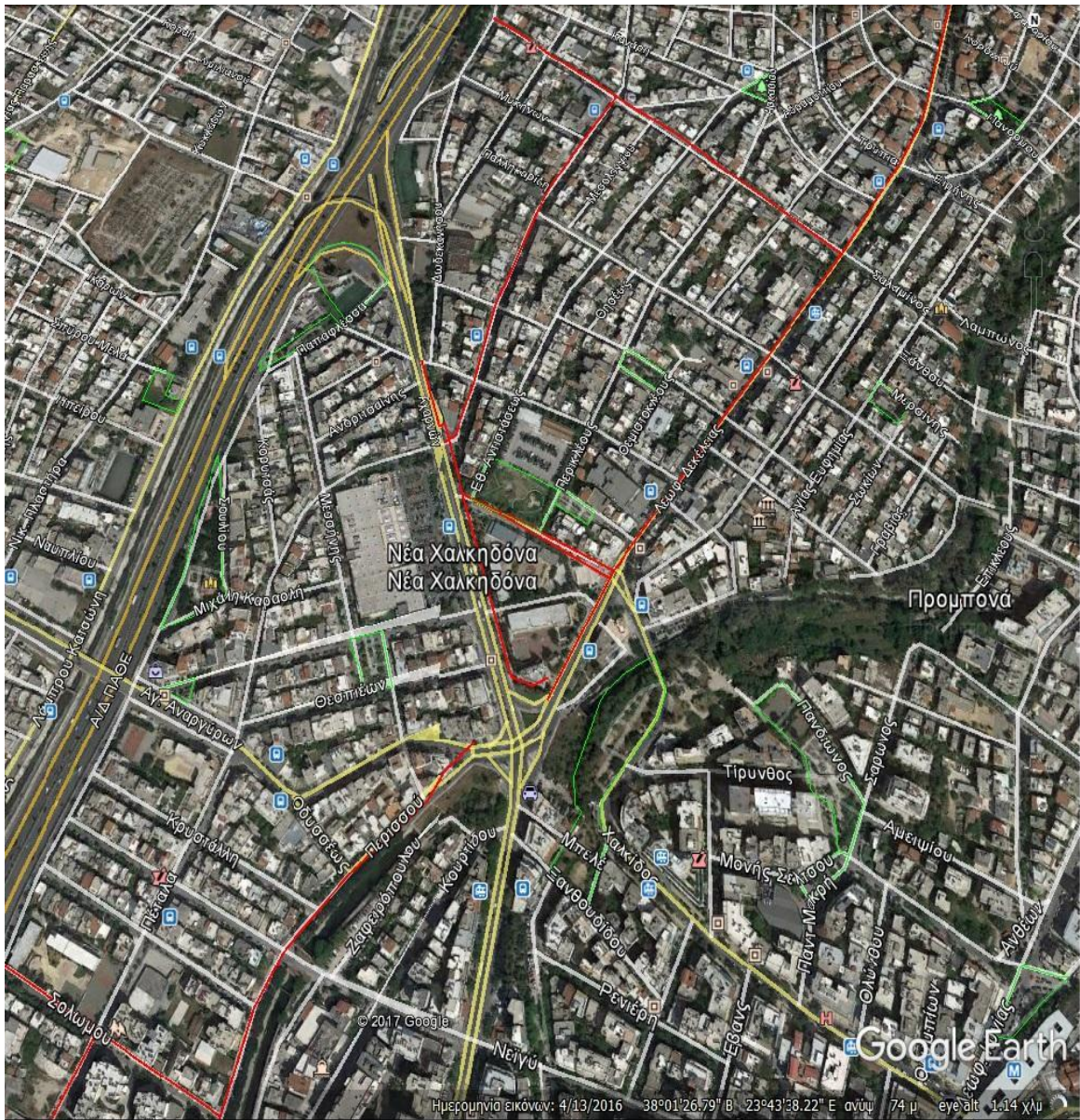
Εικόνα 4.3 Κοντά στο κέντρο του Δήμου της Νέας Φιλαδέλφειας



Εικόνα 4.4 Κέντρο του Δήμου της Νέας Φιλαδέλφειας και αρχή του Δήμου Νέας Χαλκηδόνος



Εικόνα 4.5 Το βόρειο και ανατολικό σύνορο και άκρο του Δήμου της Νέας Φυλαδέφειας



Εικόνα 4.6 Κέντρο του Δήμου της Νέας Χαλκηδόνας



Εικόνα 4.7 Τελικό άκρο του Δήμου Νέας Χαλκηδόνος και συνολικό άκρο του Καλλικρατικού Δήμου Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνος (τέλος της εδώ μελετώμενης περιοχής)

Κλείνοντας αυτή την ενότητα, παρατηρείται ότι από το σύνολο των δεδομένων που έχουν συγκεντρωθεί από το Δήμο όσον αφορά στους δρόμους, τα περισσότερα δεδομένα αναφέρονται σε δρόμους κλάσης S, ορισμένα σε κλάση CE και ένα μεγάλο μέρος από πλατείες και πεζόδρομους. Γενικά, ο Δήμος Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνος μπορεί να χαρακτηριστεί ως ένας κυρίως οικιστικός Δήμος [\[12\]](#).

4.2 Φωτεινές πηγές

Ο Δήμος χρησιμοποιεί κυρίως τέσσερις (4) κατηγορίες φωτεινών πηγών σε όλη του την επικράτεια. Αυτές αναλύονται στη συνέχεια. Οι τεχνικές πληροφορίες προέρχονται από τα εκάστοτε φύλλα κατασκευαστή (datasheets) στα Παραρτήματα της εργασίας. Επίσης αναφέρεται και το πλήθος φωτεινών πηγών κάθε τύπου που είναι ενεργές:

- CFL: ο Δήμος χρησιμοποιεί **898** πηγές της συγκεκριμένης κατηγορίας, των **23 Watt**, με τα παρακάτω τεχνικά χαρακτηριστικά [\[Δ10\]](#).

δεδομένα Προϊόντων

Γενικές πληροφορίες		Χρόνος έναρξης (ονομ.)	0.3 s
Λυχνιολαβή	E27 [E27]	Χρόνος προθέρμανσης έως το 80% του φωτός (ελάχ.)	5 s
Ονομαστική διάρκεια ζωής (ονομ.)	10000 h	Χρόνος προθέρμανσης έως το 80% του φωτός (μέγ.)	40 s
Κύκλος λειτουργίας	10000X	Συντελεστής ισχύος (ονομ.)	0.6
		Τάση (ονομ.)	220-240 V
Τεχνικός φωτισμός			
Κωδικός χρώματος	827 [CCT με 2700K]		
Φωτεινή ροή (ονομ.)	1450 lm		
Φωτεινή ροή (ονομαστική) (ονομ.)	1450 lm		
Ανάθεση χρωμάτων	Θερμό λευκό (WW)		
Επίπεδο φωτεινότητας στις 2000 ώρες (ελάχ.)	88 %		
Σχετική θερμοκρασία χρώματος (ονομ.)	2700 K		
Απόδοση φωτεινότητας (ονομαστική) (ονομ.)	62 lm/W		
Δείκτης χρωματικής απόδοσης (ονομ.)	80		
LIpf στο τέλος της ονομαστικής διάρκειας ζωής (ονομ.)	65 %		
Λειτουργία και ηλεκτρικά συστήματα			
Συχνότητα εισόδου	50 ή 60 Hz		
Power (Rated) (Nom)	23 W		
Ένταση ρεύματος λαμπήρα (ονομ.)	165 mA		
Αντίστοιχη ισχύς	103 W		



Εικόνα 4.8 Τεχνικά χαρακτηριστικά της φωτεινής πηγής CFL 23W της εταιρίας Philips [URL : www.philips.gr]

- **HQI:** Σε αυτήν την κατηγορία ο Δήμος χρησιμοποιεί αρκετές διαφορετικές πηγές όσον αναφορά στην ισχύ τους αλλά και στην βάση τους. Συγκεκριμένα χρησιμοποιεί **13 πηγές των 70 W** με βάση G12, **8 πηγές των 150 W** με βάση E40, **3 πηγές των 250 W**, **30 πηγές των 400 W**, **3 πηγές των 1000 W**. Τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται στις παρακάτω δύο εικόνες [\[Δ7\]](#).

Technical data		Electrical data					Photometrical data				
Product description	Nominal wattage	Rated wattage	Lamp current	PFC capacitor at 50 Hz	Ignition voltage	Rated lamp efficacy (standard condition)	Rated luminous flux	Color rendering index Ra	Color temperature	Rated LLMF at 2,000 h	Rated LLMF at 4,000 h
HQI-E 70 W/WDL CL	70.00 W	73.00 W	1.0 A	12 μF ¹⁾	3.6 / 5.0 kVp ²⁾	74 lm/W	5200 lm	75	3000 K	0.60	0.49
HQI-E 70 W/NDL CL	70.00 W	73.00 W	1.0 A	12 μF ¹⁾	3.6 / 5.0 kVp ²⁾	79 lm/W	5500 lm	80	4200 K	0.84	0.76
HQI-E 150 W/WDL CL	150.00 W	150.00 W	1.8 A	20 μF ¹⁾	3.6 / 5.0 kVp ²⁾	86 lm/W	12900 lm	75	3000 K	0.70	0.56
HQI-E 150 W/NDL CL	150.00 W	150.00 W	1.8 A	20 μF ¹⁾	3.6 / 5.0 kVp ²⁾	83 lm/W	12500 lm	88	4200 K	0.94	0.84
HQI-T 70 W/NDL UVS	70.00 W	73.00 W	0.9 A	12 μF ¹⁾	3.6 / 5.0 kVp ²⁾	77 lm/W	5800 lm	80	4200 K	0.80	0.74

Product description	Rated LLMF at 6,000 h	Rated LLMF at 8,000 h	UV protection	Dimensions & weight				Temperatures & operating conditions		Lifespan	
				Diameter	Length	Light center length (LCL)	Product weight	Max. permitted outer bulb temperature	Max. permitted edge temperature	Rated lamp survival factor at 2,000 h	Rated lamp survival factor at 4,000 h
HQI-E 70 W/WDL CL	0.47	0.47	Yes	55.0 mm	141.0 mm	89.0 mm	75.35 g	330 °C	210 °C	0.99	0.97
HQI-E 70 W/NDL CL	0.69		Yes	55.0 mm	141.0 mm	89.0 mm	71.15 g	330 °C	210 °C	0.99	0.95
HQI-E 150 W/WDL CL	0.61	0.48	Yes	55.0 mm	141.0 mm	89.0 mm	79.10 g	350 °C	210 °C	0.99	0.99
HQI-E 150 W/NDL CL	0.81		Yes	55.0 mm	141.0 mm	89.0 mm	80.18 g	350 °C	210 °C	0.99	0.94
HQI-T 70 W/NDL UVS	0.68	0.60	Yes	25.0 mm	84.0 mm	56.0 mm	30.00 g	500 °C		0.87	0.85

Product description	Additional product data			Base (standard designation)
	Rated lamp survival factor at 6,000 h	Rated lamp survival factor at 8,000 h	Lifespan B50	
HQI-E 70 W/WDL CL	0.95	0.85	10000 h	E27
HQI-E 70 W/NDL CL	0.50		6000 h	E27
HQI-E 150 W/WDL CL	0.95	0.90	10000 h	E27
HQI-E 150 W/NDL CL	0.50		6000 h	E27
HQI-T 70 W/NDL UVS	0.80	0.60	9000 h	G12



Εικόνα 4.9 Τεχνικά χαρακτηριστικά των πηγών HQI 70 W, 150 W της Osram [URL: www.osram.com]

Technical data		Electrical data					Photometrical data				
Product description	Nominal wattage	Rated wattage	Lamp current	PFC capacitor at 50 Hz	Nominal voltage	Ignition voltage	Rated lamp efficacy (standard condition)	Rated luminous flux	Color rendering index Ra	Color temperature	Light color
HQI-T 250 W/N/SI ¹⁾	250.00 W	250.00 W		32 μ F ³⁾		0.75 / 1.3 kVp ⁴⁾	76 lm/W	19000 lm	65	4500 K	
HQI-T 250 W/N PLUS	270.00 W	270.00 W	2.6 A	32 μ F ³⁾	130 V		83 lm/W	22500 lm	>65	3800 K	742
HQI-T 400 W/N ²⁾	400.00 W	448.00 W	3.9 A	45 μ F ³⁾	126 V	4.0 / 5.0 kVp ⁴⁾	90 lm/W	40000 lm	62	3700 K	642
HQI-T 400 W/N/SI ¹⁾	400.00 W	400.00 W		45 μ F ³⁾		0.75 / 1.3 kVp ⁴⁾	82 lm/W	33000 lm	65	4100 K	

Product description	Rated LLMF at 2,000 h	Rated LLMF at 4,000 h	Rated LLMF at 6,000 h	Rated LLMF at 8,000 h	Rated LLMF at 12,000 h	UV protection	Dimensions & weight			Temperatures & operating conditions		
							Diameter	Length	Light center length (LCL)	Product weight	Max. permitted outer bulb temperature	Max. permitted edge temperature
HQI-T 250 W/N/SI ¹⁾	0.77	0.61	0.38	0.32		Yes	57.0 mm	249.0 mm	160.0 mm	154.00 g	400 °C	250 °C
HQI-T 250 W/N PLUS	0.84	0.76	0.74	0.72	0.68	Yes	46.0 mm	248.0 mm		150.00 g		
HQI-T 400 W/N ²⁾	0.85	0.79	0.68	0.65	0.62	Yes	46.0 mm	273.0 mm	175.0 mm	179.40 g	500 °C	250 °C
HQI-T 400 W/N/SI ¹⁾	0.76	0.67	0.60	0.51		Yes	57.0 mm	249.0 mm	160.0 mm	154.00 g	400 °C	250 °C

Product description	Lifespan						Lifespan B50	Base (standard designation)
	Rated lamp survival factor at 2,000 h	Rated lamp survival factor at 4,000 h	Rated lamp survival factor at 6,000 h	Rated lamp survival factor at 8,000 h	Rated lamp survival factor at 12,000 h	Rated lamp survival factor at 12,000 h		
HQI-T 250 W/N/SI ¹⁾	1.00	1.00	1.00	0.93			10000 h	E40
HQI-T 250 W/N PLUS	0.95	0.90	0.80	0.70	0.50			E40
HQI-T 400 W/N ²⁾	0.99	0.98	0.93	0.83	0.50		12000 h	E40
HQI-T 400 W/N/SI ¹⁾	0.95	0.87	0.82	0.75			10000 h	E40



Εικόνα 4.10 Τεχνικά χαρακτηριστικά των πηγών HQI 250 W, 400 W της Osram
[URL:www.osram.com]

- **Na:** Σε αυτή την κατηγορία ο Δήμος χρησιμοποιεί επίσης αρκετές διαφορετικού τύπου πηγές ως προς την ισχύ. Συγκεκριμένα χρησιμοποιεί **12 πηγές των 110 W, 12 πηγές των 150 W, 21 πηγές των 250 W και 65 πηγές των 400 W**, όλες με βάση E40. Τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται στις παρακάτω εικόνες.

Γενικές πληροφορίες		Απόδοση φωτεινότητας (ονομαστική) (ονομ.) 116 lm/W	
Λυχνιολαβή	E40 [E40]	Δείκτης χρωματικής απόδοσης (μέγ.)	25
Θέση λειτουργίας	UNIVERSAL [Any or Universal (U)]	LLMF 2000 h Rated	99 %
Διάρκεια ζωής έως 5% αστοχίας (ονομ.)	20500 h	LLMF 4000 h Rated	98 %
Διάρκεια ζωής έως 10% αστοχίας (ονομ.)	24000 h	LLMF 6000 h Rated	97 %
Διάρκεια ζωής έως 20% αστοχίας (ονομ.)	28000 h	LLMF 8000 h Rated	96 %
Διάρκεια ζωής έως 50% αστοχίας (ονομ.)	36000 h	LLMF 12000 h Rated	96 %
Περιγραφή συστήματος	με εξωτερικό ενασυτήρα (E)	LLMF 16000 h Rated	95 %
LSF 2000 h Rated	100 %	LLMF 20000 h Rated	94 %
LSF 4000 h Rated	99 %	Κατανάλωση ενέργειας kWh/1000 ώρες	169 kWh
LSF 6000 h Rated	99 %	Λειτουργία και ηλεκτρικά συστήματα	
LSF 8000 h Rated	99 %	Τάση τροφοδοσίας λαμπτήρα	230 V [230]
LSF 12000 h Rated	99 %	Power (Rated) (Nom)	154.0 W
LSF 16000 h Rated	98 %	Ένταση ρεύματος λαμπτήρα (EM) (ονομ.)	1.8 A
LSF 20000 h Rated	95 %	Τάση τροφοδοσίας εκκίνησης (μεγ.)	198 V
Τεχνικός φωτισμός		Μέγιστη τάση εκκίνησης (μεγ.)	2800 V
Κωδικός χρώματος	220 [CCT με 2000K]	Χρόνος επανεκκίνησης (ελάχ.) (μεγ.)	180 s
Φωτεινή ροή (ονομαστική) (ονομ.)	17700 lm	Χρόνος εκκίνησης (μεγ.)	5 s



Εικόνα 4.11 Τεχνικά χαρακτηριστικά των πηγών Na 150 W της Philips [URL: www.philips.gr]

Γενικές πληροφορίες		Σχετική θερμοκρασία χρώματος (ονομ.) 1950 K	
Λυχνιολαβή	E40 [E40]	Απόδοση φωτεινότητας (ονομαστική) (ονομ.)	133 lm/W
Θέση λειτουργίας	UNIVERSAL [Any or Universal (U)]	Δείκτης χρωματικής απόδοσης (μέγ.)	25
Διάρκεια ζωής έως 5% αστοχίας (ονομ.)	28000 h	LLMF 2000 h Rated	99 %
Διάρκεια ζωής έως 10% αστοχίας (ονομ.)	32000 h	LLMF 4000 h Rated	98 %
Διάρκεια ζωής έως 20% αστοχίας (ονομ.)	36500 h	LLMF 6000 h Rated	97 %
Διάρκεια ζωής έως 50% αστοχίας (ονομ.)	45000 h	LLMF 8000 h Rated	96 %
Περιγραφή συστήματος	με εξωτερικό ενασυτήρα (E)	LLMF 12000 h Rated	96 %
LSF 2000 h Rated	100 %	LLMF 16000 h Rated	95 %
LSF 4000 h Rated	99 %	LLMF 20000 h Rated	94 %
LSF 6000 h Rated	99 %	Κατανάλωση ενέργειας kWh/1000 ώρες	275 kWh
LSF 8000 h Rated	99 %	Λειτουργία και ηλεκτρικά συστήματα	
LSF 12000 h Rated	99 %	Power (Rated) (Nom)	250.0 W
LSF 16000 h Rated	99 %	Ένταση ρεύματος λαμπτήρα (EM) (ονομ.)	3 A
LSF 20000 h Rated	99 %	Τάση τροφοδοσίας εκκίνησης (μεγ.)	198 V
Τεχνικός φωτισμός		Μέγιστη τάση εκκίνησης (μεγ.)	2800 V
Φωτεινή ροή (ονομαστική) (ονομ.)	33300 lm	Χρόνος επανεκκίνησης (ελάχ.) (μεγ.)	120 s
		Χρόνος εκκίνησης (μεγ.)	10 s



Εικόνα 4.12 Τεχνικά χαρακτηριστικά των πηγών Na 250 W της Philips [URL: www.philips.gr]

Γενικές πληροφορίες		Ισχύς (ονομαστική) (ελάχ.)	430.0 W
Λυχνιολαβή	E40 [E40]	Power (Rated) (Nom)	430.0 W
Θέση λειτουργίας	UNIVERSAL [Any or Universal (U)]	Ένταση ρεύματος λαμπτήρα (EM) (ονομ.)	3.9 A
Διάρκεια ζωής έως 5% αστοχίας (ονομ.)	5000 h	Τάση τροφοδοσίας εκκίνησης (μεγ.)	198 V
Διάρκεια ζωής έως 20% αστοχίας (ονομ.)	9500 h	Μέγιστη τάση εκκίνησης (μεγ.)	2800 V
Διάρκεια ζωής έως 50% αστοχίας (ονομ.)	18000 h	Χρόνος επανεκκίνησης (ελάχ.) (μεγ.)	2 min
Περιγραφή συστήματος	με εξωτερικό εναιστήρα (E)	Χρόνος εκκίνησης (μεγ.)	10 s
Κατανάλωση ενέργειας kWh/1000 ώρες			473 kWh

Τεχνικός φωτισμός

Κωδικός χρώματος	220 [CCT με 2000K]
Φωτεινή ροή (ονομαστική) (ονομ.)	57000 lm
Φωτοσυνθετική ροή φωτονίων (PPF)	695 μmol/s
Διατήρηση PPF στις 2000 ώρες	96 %
Διατήρηση PPF στις 5000 ώρες	90 %
Διατήρηση PPF στις 10000 ώρες	84 %
Σχετική θερμοκρασία χρώματος (ονομ.)	2000 K
Απόδοση φωτεινότητας (ονομαστική) (ονομ.)	132.5 lm/W
Δείκτης χρωματικής απόδοσης (μέγ.)	25
Δείκτης χρωματικής απόδοσης (ονομ.)	20



Εικόνα 4.13 Τεχνικά χαρακτηριστικά των πηγών Na 400 W της Philips [URL: www.philips.gr]

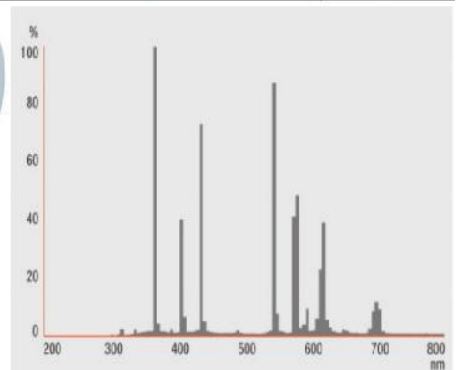
- **HQL:** Σε αυτή την κατηγορία ο Δήμος χρησιμοποιεί αρκετές διαφορετικές πηγές όσο αναφορά στην ισχύ. Για την ακρίβεια, χρησιμοποιεί **2074 πηγές των 80 W** με βάση E27 και **230 πηγές των 125 W** με βάση E27. Τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται στις παρακάτω δύο εικόνες [\[Δ11\]](#).

Ηλεκτρικά στοιχεία

Ονομαστική κατανάλωση	80,00 W	Διάρκεια ζωής B50	24000 h
Κατανάλωση ενέργειας	88 kWh/1000h	Διάρκεια ζωής B10	8000 h
Ρεύμα λαμπτήρα	0,8 A	Διάρκεια ζωής B5	6000 h
Ονομαστική τάση	115 V	Κατάσταση λειτουργίας LLMF/LSF	50 Hz
Τάση ανάφλεξης	0,198 kVp	Πρόσθετα στοιχεία προϊόντος	
Ονομαστική απόδοση λαμπτήρα(κανον.συνθ.)	48 lm/W	Βάση (τυπικός προδιορισμός)	E27

Φωτομετρικά δεδομένα

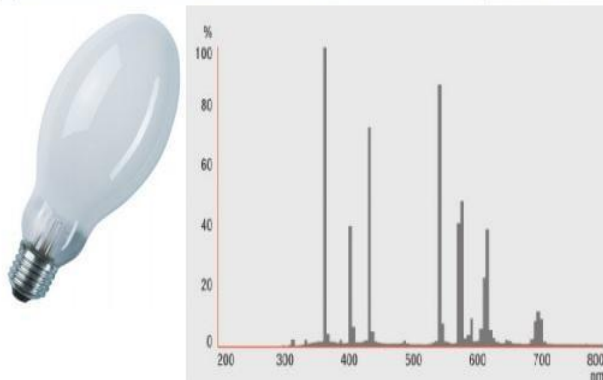
Ονομαστική φωτεινή ροή	3800 lm	Σχέδιο / έκδοση	Γαλακτόχρωμη
Δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra	50	Περιεκτικότητα λαμπτήρων σε υδράργυρο	14,6 mg
Θερμοκρασία χρώματος	4100 K		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 2000h	0,88		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 4000h	0,83		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 6000h	0,78		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 8000h	0,75		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 12000h	0,70		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 16000h	0,65		



Εικόνα 4.14 Τεχνικά χαρακτηριστικά των πηγών HQL 80 W της Osram [URL: www.ledvance.gr]

Ηλεκτρικά στοιχεία

Όνομαστική κατανάλωση	125,00 W	Διάρκεια ζωής B50	24000 h
Κατανάλωση ενέργειας	138 kWh/1000h	Διάρκεια ζωής B10	8000 h
Ρεύμα λαμπτήρα	1,15 A	Διάρκεια ζωής B5	6000 h
Όνομαστική τάση	125 V	Κατάσταση λειτουργίας LLMF/LSF	50 Hz
Τάση ανάφλεξης	0,198 kVp	Πρόσθετα στοιχεία προϊόντος	
Όνομαστική απόδοση λαμπτήρα(κανον.συνθ.)	50 lm/W	Βάση (τυπικός προδιορισμός)	E27
Φωτομετρικά δεδομένα		Σχέδιο / έκδοση	Γαλακτόχρωμη
Όνομαστική φωτεινή ροή	6300 lm	Περιεκτικότητα λαμπτήρων σε υδράργυρο	21,8 mg
Δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra	50		
Θερμοκρασία χρώματος	4000 K		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 2000h	0,90		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 4000h	0,85		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 6000h	0,77		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 8000h	0,75		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 12000h	0,69		
Συντ/της συντ/σης lm λαμπτήρα σε 16000h	0,63		



Εικόνα 4.15 Τεχνικά χαρακτηριστικά των πηγών HQL 125 W της Osram [URL: www.ledvance.gr]

4.3 Φωτιστικά Σώματα

Ο επιλεγμένος Δήμος χρησιμοποιεί ποικίλα φωτιστικά σώματα ανάλογα με την περίπτωση, όπως και κάθε άλλος Δήμος. Ανεξάρτητα από την εφαρμογή τους, τα φωτιστικά σώματα επιλέγονται και με προδιαγραφές καλαισθησίας ή αρχιτεκτονικής χώρου, έτσι ώστε να ταιριάζουν με το περιβάλλον. Έτσι λοιπόν ο Δήμος Φιλαδέλφειας – Χαλκηδόνος έχει εγκαταστήσει τα εξής φωτιστικά σώματα:

- Φωτιστικά σώματα με ιστό από χυτοσίδηρο και κάποια με αλουμίνιο, με διπλό τετράγωνο παραδοσιακό φανάρι ή διπλό γλόμπο. Από αυτά έχει **2106** σώματα, σε ιστούς των τριών και πέντε μέτρων.
- Φωτιστικά σώματα με ιστό από χυτοσίδηρο και κάποια με αλουμίνιο, με μονό τετράγωνο παραδοσιακό φανάρι ή μονό γλόμπο και κάποια με πιο μοντέρνα γραμμή. Από αυτά έχει **216** σώματα σε ιστούς των τριών μέτρων.
- Φωτιστικά σώματα με ιστό από χυτοσίδηρο με προβολέα. Από αυτά έχει **82** σώματα, σε ιστούς των πέντε, εννιά και δώδεκα μέτρων.
- Φωτιστικά σώματα σε κολόνα της ΔΕΗ και σε ιστό από χάλυβα, με συγκεκριμένο σώμα πάνω σε βραχίονα για φωτισμό δρόμου. Από αυτά έχει **120** σώματα, σε ιστούς των πέντε και δώδεκα μέτρων.

Στις εικόνες **4.16** έως **4.24** παρουσιάζονται τα φωτιστικά που υφίστανται σήμερα στο Δήμο μαζί με τα πολιικά τους διαγράμματα.



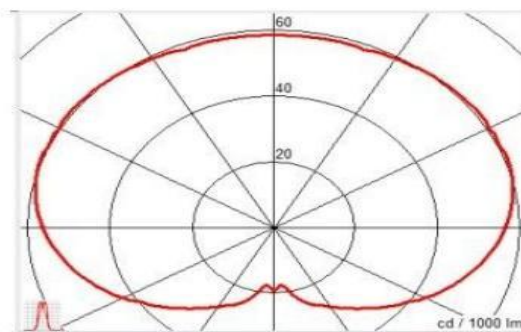
Εικόνα 4.16

Φωτιστικό σώμα, διακοσμητικό δύο θέσεων (Δίμπαλο) στα 3 μέτρα, τύπου non cutoff. Φέρει δύο φωτεινές πηγές τύπου CFL 23W. Χρησιμοποιείται από το Δήμο για τον φωτισμό πεζοδρομίου



Εικόνα 4.17

Φωτιστικό σώμα, διακοσμητικό δύο θέσεων (Δίμπαλο) στα 6 μέτρα, τύπου non cutoff. Φέρει δύο φωτεινές πηγές τύπου CFL23W. Χρησιμοποιείται από το Δήμο για τον φωτισμό δεντρόφυτης πλατείας



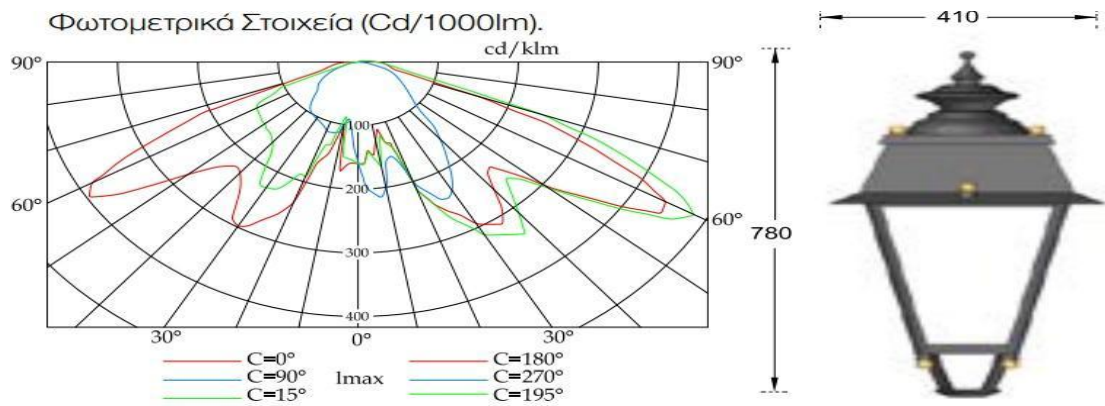
Urbana - Philips

Εικόνα 4.18 Πολικό διάγραμμα αντίστοιχου φωτιστικού www.philips.gr



Εικόνα 4.19

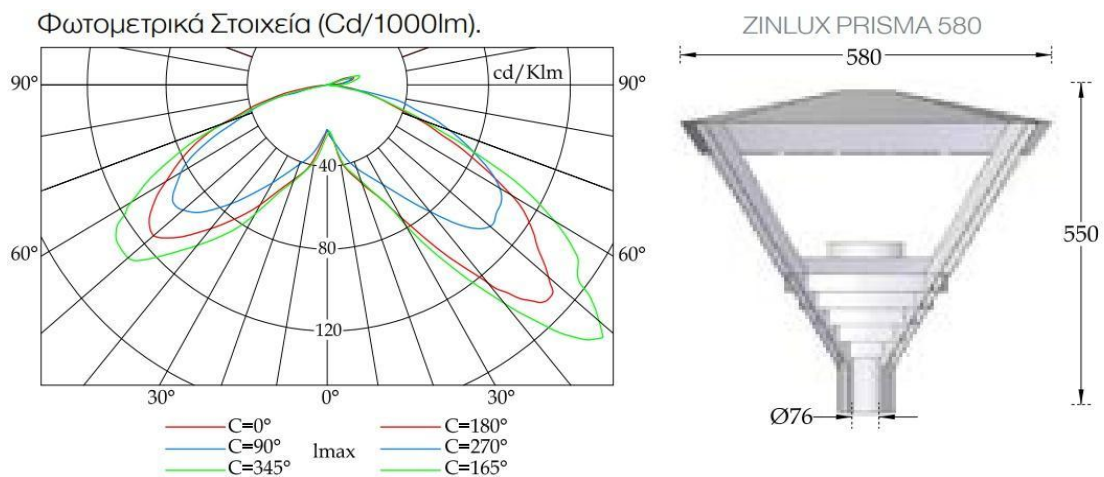
Φωτιστικό σώμα, παραδοσιακό, διακοσμητικό δύο θέσεων με φανάρια, στα 3 μέτρα, τύπου non cutoff. Φέρει δύο φωτεινές πηγές τύπου CFL 23W. Χρησιμοποιείται από το Δήμο για τον φωτισμό πεζοδρόμων. Επιλέγεται για την εμφάνισή του καθώς εναρμονίζεται με το ύφος του πάρκου



Εικόνα 4.20 Πολικό διάγραμμα αντίστοιχου φωτιστικού



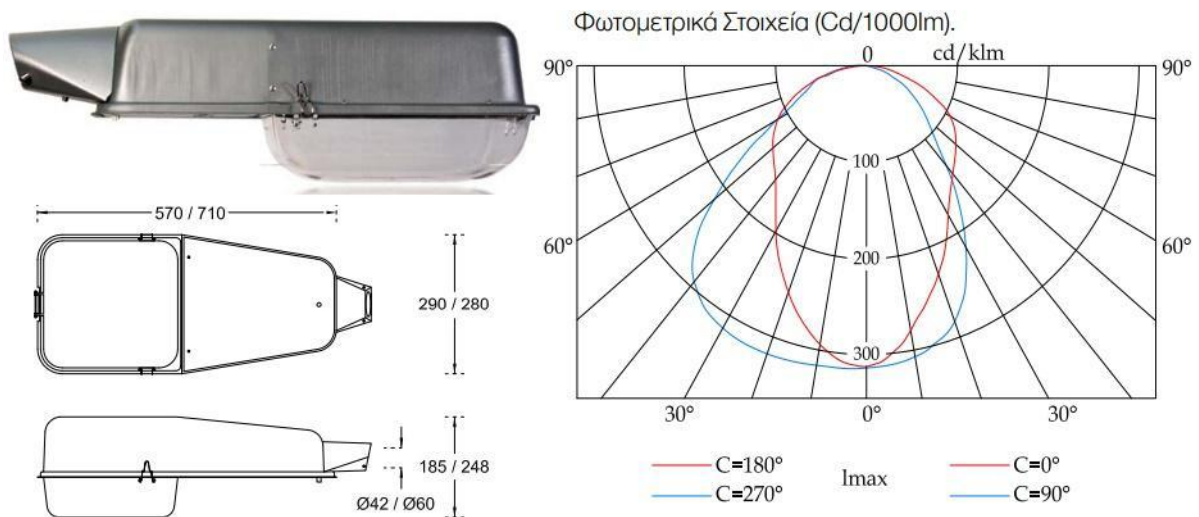
Εικόνα 4.21 Φωτιστικό σώμα, διακοσμητικό σε πιο μοντέρνα αρχιτεκτονική γραμμή, στα 3 μέτρα, τύπου non cutoff. Φέρει μία φωτεινή πηγή τύπου HQI 70W. Χρησιμοποιείται από το Δήμο για τον φωτισμό πεζοδρομίου με διακόσμηση



Εικόνα 4.22 Πολικό διάγραμμα αντίστοιχου φωτιστικού



Εικόνα 4.23 Φωτιστικό σώμα στα 5 μέτρα, τύπου semi cutoff, σε στύλο της ΔΕΗ. Φέρει μία φωτεινή πηγή Na 250 Watt. Χρησιμοποιείται από το Δήμο για το φωτισμό δρόμου



Εικόνα 4.24 Πολικό διάγραμμα αντίστοιχου φωτιστικού

4.4 Αέριες εκπομπές από την ηλεκτροπαραγωγή

Οι τιμές των αερίων εκπομπών κατά τη λειτουργία σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας εξαρτώνται τόσο από το χρησιμοποιούμενο καύσιμο (λιγνίτης) και το θερμικό δυναμικό αυτού, όσο και από την απόδοση καύσης της μονάδας παραγωγής ενέργειας. Τα αέρια της καύσης είναι CO₂, CO, SO₂ και NO_x (μείγμα NO και N₂O) και Ειδική εκπομπή

σωματιδίων (PM). Πιο συγκεκριμένα, σε ότι αφορά στην Ελλάδα, οι συντελεστές ατμοσφαιρικών ρύπων ανά παραγόμενη kWh φαίνονται στον παρακάτω πίνακα. Στον **Πίνακα 4.1** φαίνονται οι αέριες εκπομπές μαζί με τις αντίστοιχες τιμές τους σε κιλοβατώρα ανά γραμμάριο καύσης λιγνίτη, για παραγωγή ενέργειας [\[15\]](#), [\[16\]](#).

Πίνακας 4.1 Συντελεστές αέριων ρύπων ανά g/kWh [Πηγή: ΔΕΗ, περιοδικό 2009, «Η ΔΕΗ στον δρόμο της βιώσιμης ανάπτυξης»]

CO₂	PM	NO_x	SO₂
900	0,3	1,1	0,7

4.5 Νέες φωτεινές πηγές

Για την παρούσα μελέτη όσο αναφορά στον οδοφωτισμό του Δήμου, έγινε έρευνα αγοράς σε πηγές τεχνολογίας LED, από γνωστές κατασκευάστριες εταιρίες. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, μετά από επεξεργασία, προστέθηκαν στα σενάρια της μελέτης. Οι πηγές που φαίνονται παρακάτω είναι οι υποψήφιες, ανάμεσα στις οποίες θα γίνει η τελική επιλογή και πρόταση στο Δήμο για αντικατάσταση. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους και τα δεδομένα είναι αυτά που θεωρούνται πιο σημαντικά και είναι τα εξής, όπως φαίνονται στις **Εικόνες 4.25** έως **4.33** [\[Δ10\]](#), [\[Δ11\]](#), [\[Δ12\]](#), [\[Δ13\]](#):

Γενικές πληροφορίες

Λυχνιολαβή	E27 [E27]
Κύρια εφαρμογή	Industrial
Ονομαστική διάρκεια ζωής (ονομ.)	25000 h
Κύκλος λειτουργίας	50000X
Όνομα παραγγελίας προϊόντος	MAS LEDbulb DT 15-100W A67 E27 827

Τεχνικός φωτισμός

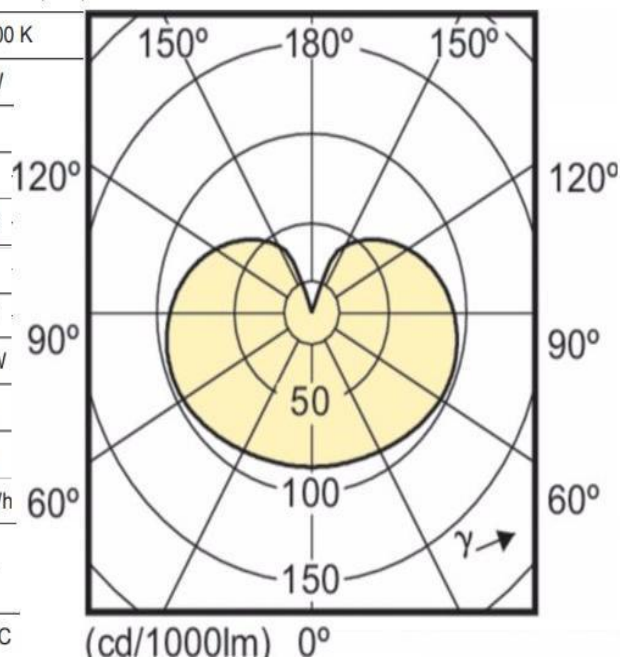
Κωδικός χρώματος	822-827 [Ρυθμιζόμενο θερμό λευκό]
Φωτεινή ροή (ονομ.)	1521 lm
Ανάθεση χρωμάτων	Θερμό λευκό (WW)
Σχετική θερμοκρασία χρώματος (ονομ.)	2200-2700 K
Απόδοση φωτεινότητας (ονομαστική) (ονομ.)	101 lm/W
Συνάφεια χρωμάτων	<6
Δείκτης χρωματικής απόδοσης (ονομ.)	80
Limf στο τέλος της ονομαστικής διάρκειας ζωής	70 %

Λειτουργία και ηλεκτρικά συστήματα

Power (Rated) (Nom)	15 W
Αντίστοιχη ισχύς	100 W
Χρόνος έναρξης (ονομ.)	0.5 s
Χρόνος προθέρμανσης έως το 60% του φωτός	0.5 s
Κατανάλωση ενέργειας kWh/1000 ώρες	15 kWh
Συντελεστής ισχύος (ονομ.)	0.7

Θερμοκρασία

Μέγιστη θερμ. περιβλήματος λειτουργίας (ονομ.)	105 °C
--	--------



Εικόνα 4.25 Τεχνικά χαρακτηριστικά και πολικό διάγραμμα φωτεινής πηγής της οικογένειας Master LED της Philips στα 15W [Πηγή: www.philips.gr]

Γενικές πληροφορίες

Λυχνιολαβή E27 [E27]

Ονομαστική διάρκεια ζωής (ονομ.) 50000 h

Τεχνικός φωτισμός

Κωδικός χρώματος 740 [CCT με 4000K]

Γωνία δέσμης (ονομ.) 360 °

Φωτεινή ροή (ονομ.) 3200 lm

Ανάθεση χρωμάτων Ψυχρό λευκό (CW)

Ονομαστική γωνία δέσμης 360 °

Σχετική θερμοκρασία χρώματος (ονομ.) 4000 K

Απόδοση φωτεινότητας (ονομαστική) (ονομ.) 128.00 lm/W

Συνάφεια χρωμάτων <6

Δείκτης χρωματικής απόδοσης (ονομ.) 70

LMf στο τέλος της ονομαστικής διάρκειας 70 %

Λειτουργία και ηλεκτρικά συστήματα

Power (Rated) (Nom) 25 W

Αντίστοιχη ισχύς 80 W

Χρόνος έναρξης (ονομ.) 0.5 s

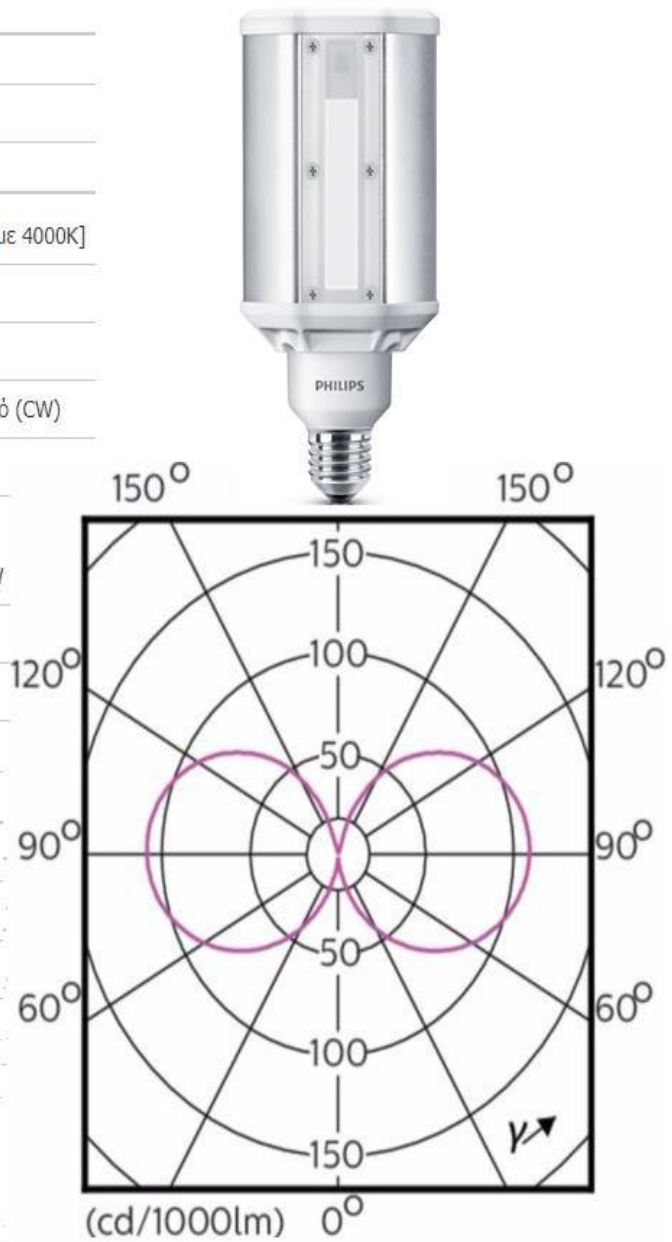
Χρόνος προθέρμανσης έως το 60% του 0.5 s

Συντελεστής ισχύος (ονομ.) 0.9

Κατανάλωση ενέργειας kWh/1000 ώρες 25 kWh

Θερμοκρασία

Μέγιστη θερμ. περιβάλλοντος λειτουργίας 80 °C



Εικόνα 4.26 Τεχνικά χαρακτηριστικά και πολικό διάγραμμα φωτεινής πηγής της οικογένειας TrueForce LED της Philips στα 25W [Πηγή: www.philips.gr]

Γενικές πληροφορίες

Λυχνιολαβή E27 [E27]

Ονομαστική διάρκεια ζωής (ονομ.) 50000 h

Τεχνικός φωτισμός

Κωδικός χρώματος 740 [CCT με 4000K]

Γωνία δέσμης (ονομ.) 360 °

Φωτεινή ροή (ονομ.) 4800 lm

Ανάθεση χρωμάτων Ψυχρό λευκό (CW)

Ονομαστική γωνία δέσμης 360 °

Σχετική θερμοκρασία χρώματος (ονομ.) 4000 K

Απόδοση φωτεινότητας (ονομαστική) (ονομ.) 145.45 lm/W

Συνάφεια χρωμάτων <6

Δείκτης χρωματικής απόδοσης (ονομ.) 70

lmf στο τέλος της ονομαστικής διάρκειας 70 %

Λειτουργία και ηλεκτρικά συστήματα

Power (Rated) (Nom) 33 W

Αντίστοιχη ισχύς 125 W

Χρόνος έναρξης (ονομ.) 0.5 s

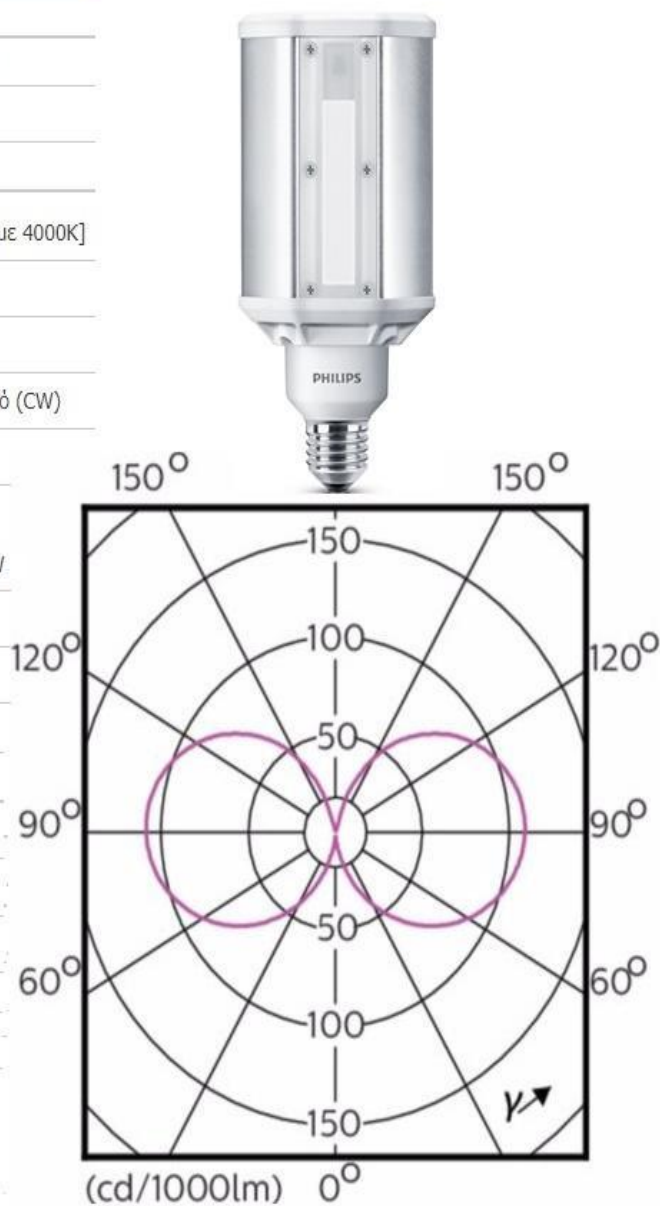
Χρόνος προθέρμανσης έως το 60% του 0.5 s

Συντελεστής ισχύος (ονομ.) 0.9

Κατανάλωση ενέργειας kWh/1000 ώρες 33 kWh

Θερμοκρασία

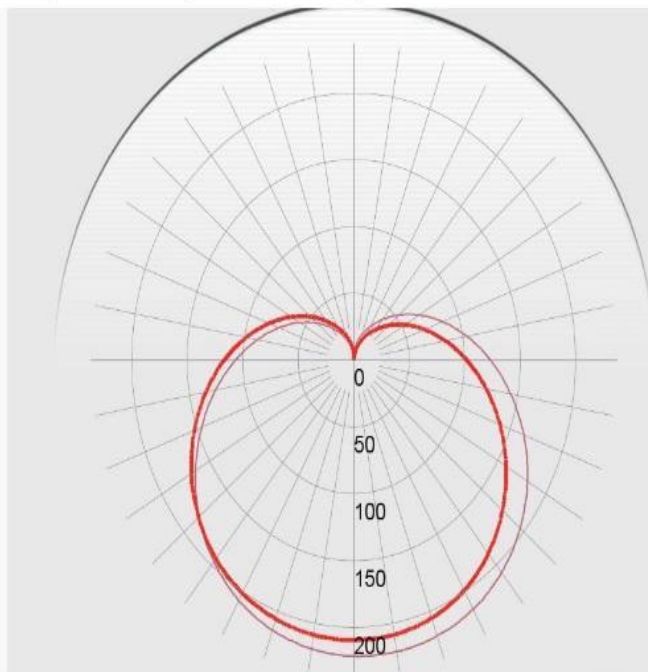
Μέγιστη θερμ. περιβλήματος λειτουργίας 80 °C



Εικόνα 4.27 Τεχνικά χαρακτηριστικά και πολικό διάγραμμα φωτεινής πηγής της οικογένειας TrueForce LED της Philips στα 33 W [Πηγή: www.philips.gr]

Κωδικός Code	Watt	Χρώμα Color	Βάση Base	Lumen	Ύψος / Διάμ. (mm) Height / Diam. (mm)
LA80WE2714	14	2700	E27	1500	153/80

Τύπος: **LED**
 Πιστοποιήσεις: **CE, ROHS**
 Θερμοκρασία λειτουργίας: **-20, -40 °C**
 Γωνία δέσμης: **200°**
 Διάρκεια ζωής: **25.000 hrs**
 Αριθμός κύκλων λειτουργίας: **20.000 on/off**
 Χρόνος έναυσης: **0-100% 0.5 δευτερ.**
 Σύνδεση με ρεοστάτη (dimmer): **Όχι**
 Τάση λειτουργίας: **180-265V AC**

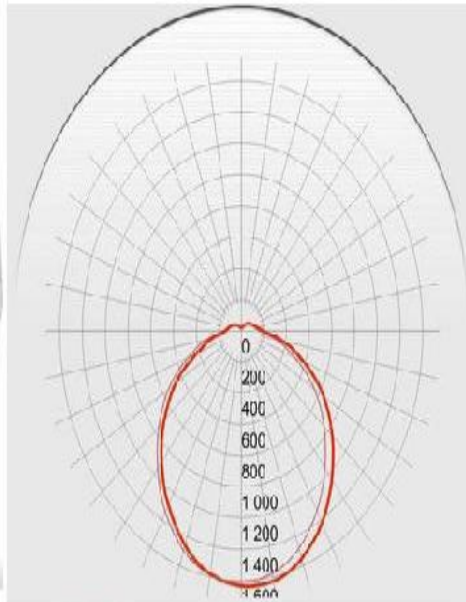


IP44, 180-265VAC, PF >0.9

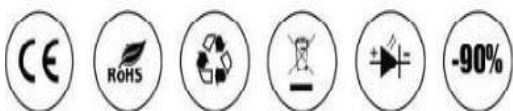


Εικόνα 4.28 Τεχνικά χαρακτηριστικά και πολικό διάγραμμα φωτεινής πηγής της οικογένειας Bulb A80 LED της GEYER στα 14W [Πηγή: www.geyer.gr]

Κωδικός Code	Watt	Χρώμα Color	Βάση Base	Lumen	Ύψος / Διαμ. (mm) Height / Diam. (mm)
LHPC2720S	20	4000	E27	1600	145/80
LHPC2730S	30	4000	E27	2400	160/80
LHPC2740S	40	4000	E27	3200	180/100
LHPC2760S	60	4000	E27	4800	243/120

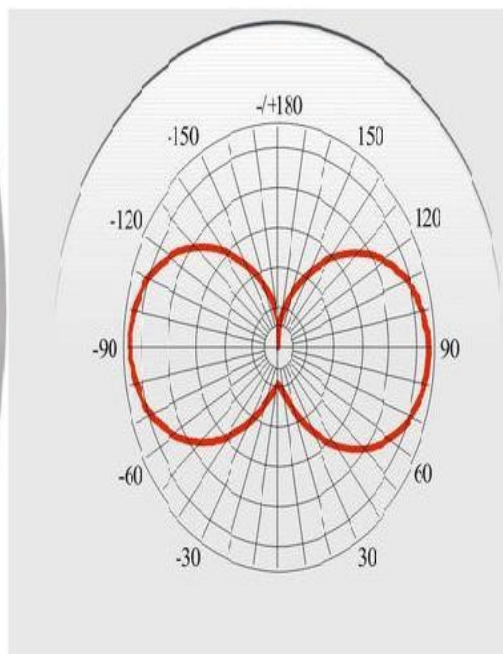


Τύπος:	LED
Πιστοποιήσεις:	CE, ROHS
Θερμοκρασία λειτουργίας:	-20, -40 °C
Γωνία δέσμης:	240°
Διάρκεια ζωής:	25.000 hrs
Αριθμός κύκλων λειτουργίας:	20.000 on/off
Χρόνος έναυσης:	0-100% 0.5 δευτερ.
Συντελεστής Συνημιτόνου:	>0.9
Σύνδεση με ρεοστάτη (dimmer):	Όχι



Εικόνα 4.29 Τεχνικά χαρακτηριστικά και πολικό διάγραμμα φωτεινής πηγής της οικογένειας Highpower LED της GEYER στα 20W, 30W, 40W, 60W [Πηγή: www.geyer.gr]

Κωδικός Code	Watt	Χρώμα Color	Βάση Base	Lumen	Ύψος / Διαμ. (mm) Height / Diam. (mm)
LHP2730N	30	5000	E40	3000	235/75
LHP2750N	50	5000	E40	5000	290/100
LHP2780N	80	5000	E40	8000	455/150



Τύπος:	LED
Πιστοποιήσεις:	CE, ROHS
Θερμοκρασία λειτουργίας:	-20, -40 °C
Γωνία δέσμης:	300°
Διάρκεια ζωής:	25.000 hrs
Αριθμός κύκλων λειτουργίας:	20.000 on/off
Χρόνος έναυσης:	0-100% 0.5 δευτερ.
Ενεργειακή Κλάση:	A+
Συντελεστής Συνημιτόνου:	>0.9
Σύνδεση με ρεοστάτη (dimmer):	Όχι



Εικόνα 4.30 Τεχνικά χαρακτηριστικά και πολικό διάγραμμα φωτεινής πηγής της οικογένειας Corn LED της GEYER στα 30W, 50W, 80W [Πηγή: www.geyer.gr]

Ηλεκτρικά στοιχεία

Ισχύς κατασκευής	15.00 W	Ονομαστικό διάρκεια ζωής λαμπτήρα	25000 h
Κατανάλωση ενέργειας	15 kWh/1000h	Ονομαστική διάρκεια ζωής του λαμπτήρα	25000 h
Ονομαστική τάση	220...240 V	Αριθμός κύκλων μεταγωγής	100000
Συχνότητα λειτουργίας	50...60 Hz	Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής	0,70
Συντελεστής ισχύος λ	> 0.80	Διατήρηση φωτ. ροής στο τέλος της ζωής	0,70
Ισοδύναμη ισχύς συμβατικού λαμπτήρα	50 W	Πρόσθετα στοιχεία προϊόντος	

Φωτομετρικά δεδομένα

Ονομαστική φωτεινή ροή	1521lm	Βάση (τυπικός προδιορισμός)	E27
Θερμοκρασία χρώματος	2700 K	Περιεκτικότητα λαμπτήρων σε υδράργυρο	0,0 mg
Δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra	>80	Χωρίς υδράργυρο	Ναι
Χρώμα φωτός σύμφωνα με EN 12464-1	Warm White	Σχέδιο / έκδοση	Frosted
Τυπική απόκλιση χρωματικής συνάφειας	≤6 sdc _m		

Φωτοτεχνικά στοιχεία

Χρόνος ζεστάματος (Warm-up) (60 %)	< 0.50 s
Χρόνος εκκίνησης	≤ 0,5 s



Εικόνα 4.31 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτεινής πηγής της οικογένειας PARATHOM CLASSIC A ADVANCED LED της Osram στα 15W, [Πηγή: www.ledvance.gr]

Ηλεκτρικά στοιχεία		Πρόσθετα στοιχεία προϊόντος	
Ισχύς κατασκευής	36.00 W	Όνομαστικό διάρκεια ζωής λαμπτήρα	50000 h
Κατανάλωση ενέργειας	36 kWh/1000h	Όνομαστική διάρκεια ζωής του λαμπτήρα	50000 h
Όνομαστική τάση	220...240 V	Αριθμός κύκλων μεταγωγής	100000
Συχνότητα λειτουργίας	50...60 Hz	Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής	0,70
Συντελεστής ισχύος λ	> 0.90	Διατήρηση φωτ. ροής στο τέλος της ζωής	0,70
Ισοδύναμη ισχύς συμβατικού λαμπτήρα	80 W	Πρόσθετα στοιχεία προϊόντος	
Φωτομετρικά δεδομένα		Βάση (τυπικός προδιορισμός)	E27
Όνομαστική φωτεινή ροή	4000 lm	Περιεκτικότητα λαμπτήρων σε υδράργυρο	0,0 mg
Θερμοκρασία χρώματος	4000 K	Χωρίς υδράργυρο	Ναι
Δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra	>80	Σχέδιο / έκδοση	Clear
Χρώμα φωτός σύμφωνα με EN 12464-1	Cool White		
Τυπική απόκλιση χρωματικής συνάφειας	≤6 sdc _m		
Φωτοτεχνικά στοιχεία			
Χρόνος ζεστάματος (Warm-up) (60 %)	< 0.50 s		
Χρόνος εκκίνησης	≤ 0,5 s		



Εικόνα 4.32 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτεινής πηγής της οικογένειας PARATHOM HqL LED της Osram στα 36W [Πηγή: www.ledvance.gr]

Ηλεκτρικά στοιχεία			
Ισχύς κατασκευής	54.00 W	Ονομαστικό διάρκεια ζωής λαμπτήρα	50000 h
Κατανάλωση ενέργειας	54 kWh/1000h	Ονομαστική διάρκεια ζωής του λαμπτήρα	50000 h
Ονομαστική τάση	220...240 V	Αριθμός κύκλων μεταγωγής	100000
Συχνότητα λειτουργίας	50...60 Hz	Συντελεστής συντήρησης φωτεινής ροής	0,70
Συντελεστής ισχύος λ	> 0.90	Διατήρηση φωτ. ροής στο τέλος της ζωής	0,70
Ισοδύναμη ισχύς συμβατικού λαμπτήρα	125W	Πρόσθετα στοιχεία προϊόντος	
Φωτομετρικά δεδομένα		Βάση (τυπικός προδιορισμός)	E27
Ονομαστική φωτεινή ροή	6000 lm	Περιεκτικότητα λαμπτήρων σε υδράργυρο	0,0 mg
Θερμοκρασία χρώματος	4000 K	Χωρίς υδράργυρο	Ναι
Δείκτης χρωματικής απόδοσης Ra	>80	Σχέδιο / έκδοση	Clear
Χρώμα φωτός σύμφωνα με EN 12464-1	Cool White		
Τυπική απόκλιση χρωματικής συνάφειας	≤6 sdc _m		
Φωτοτεχνικά στοιχεία			
Χρόνος ζεστάματος (Warm-up) (60 %)	< 0.50 s		
Χρόνος εκκίνησης	≤ 0,5 s		



Εικόνα 4.33 Τεχνικά χαρακτηριστικά φωτεινής πηγής της οικογένειας PARATHOM HqL LED της Osram στα 46W, [Πηγή: www.ledvance.gr]

4.6 Σύγκριση νέων φωτεινών πηγών με υφιστάμενους

Η επιλογή των λαμπτήρων προς μελέτη, ανάλυση και αντικατάσταση έγινε βάσει του ελέγχου της φυσικής τους συμβατότητας καθώς επίσης και των φωτεινών τους χαρακτηριστικών. Επιλέχθηκαν φωτεινές πηγές υποψήφιες προς εξέταση από την οικογένεια προϊόντων της εταιρίας Osram.

4.6.1 Φωτεινές πηγές προς αντικατάσταση

Στον **Πίνακα 4.2** παρουσιάζονται οι υφιστάμενοι λαμπτήρες και οι νέοι λαμπτήρες που επιλέχθηκαν προς έλεγχο και αντικατάσταση

Πίνακας 4.2 Λαμπτήρες προς αντικατάσταση

ΠΑΛΙΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ	ΝΕΟΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ (Osram)
CFL 23W E27	P CLAS A 100 ADV 15 W/827 E27
HQL 80 W E27	HQL LED 4000 lm 36 W/840 E27
HQL 125 W E27	HQL LED 6000 lm 54 W/840 E27

4.6.2 Έλεγχος συμβατότητας

- Φυσική Συμβατότητα: Στον **Πίνακα 4.3** εξετάζεται η συμβατότητα όσον αφορά στο μέγεθος, το βάρος καθώς και τη βάση των λαμπτήρων.

Πίνακας 4.3 Έλεγχος συμβατότητας φυσικών στοιχείων

ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ		ΒΑΣΗ (ES)	ΒΑΡΟΣ	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ
ΠΑΛΙΟΣ	CFL 23W	E27	90,00 g	ℓ= 157. 0 mm d= 36 mm
ΝΕΟΣ	PCLASA 100 ADV 15W	E27	120,00 g	ℓ=120. 0 mm d= 61. 5 mm
ΠΑΛΙΟΣ	HQL 80W	E27	56,00 g	ℓ=155,0 mm d= 71,0 mm
ΝΕΟΣ	HQL LED 36W	E27	480,00 g	ℓ= 175. 0 mm d= 75. 0 mm
ΠΑΛΙΟΣ	HQL 125W	E27	62,00 g	ℓ= 168. 0 mm d= 76. 0 mm
ΝΕΟΣ	HQL LED 54W	E27	680,00 g	ℓ= 204,0 mm d= 80,0 mm

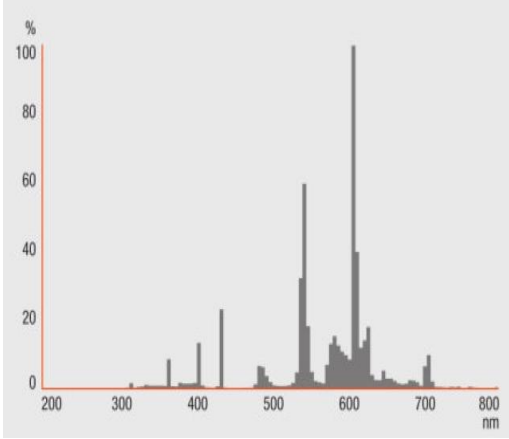
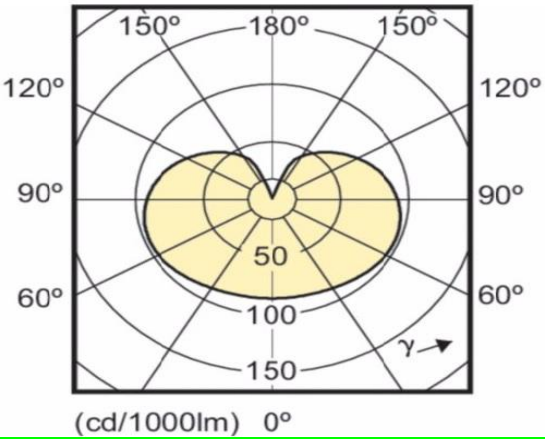
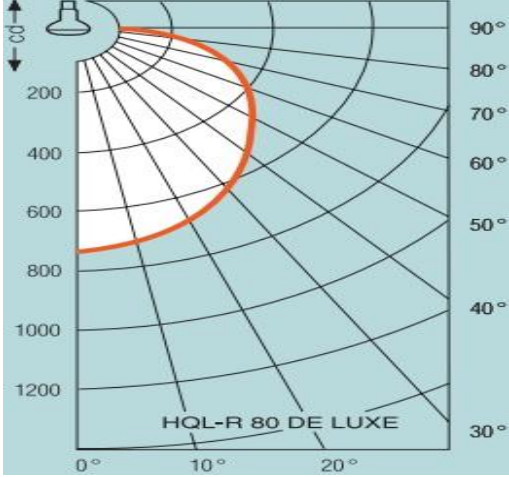
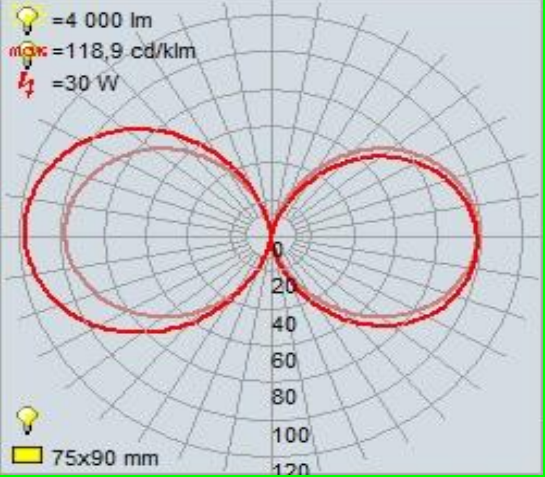
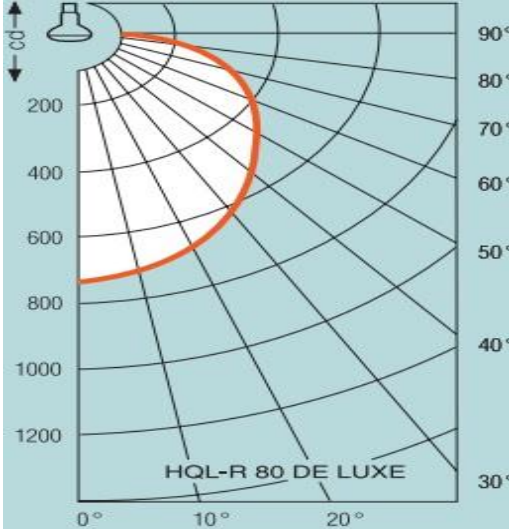
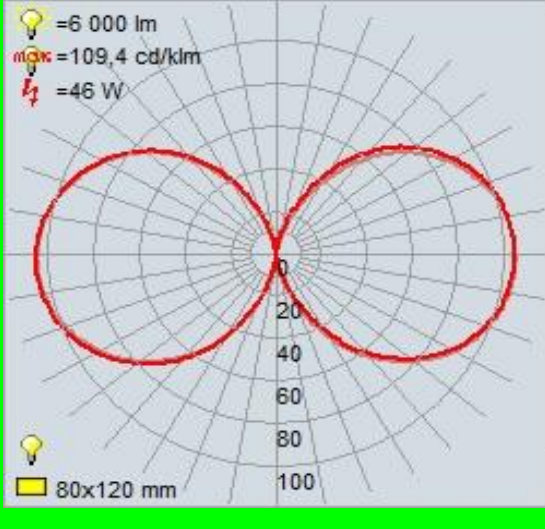
- Φωτεινή Συμβατότητα: Στον **Πίνακα 4.4** παρουσιάζεται η σύγκριση των λαμπτήρων σε σχέση με τα φωτεινά χαρακτηριστικά τους

Πίνακας 4.4 Έλεγχος συμβατότητας φωτεινών στοιχείων

ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ		LUMEN (lm)	lm/w	Ra	Pf
ΠΑΛΙΟΣ	CFL 23W	1450	62	80	<0. 6
ΝΕΟΣ	PCLASA 100 ADV 15W	1521	117	>80	>80
ΠΑΛΙΟΣ	HQL 80W	3800	48	50	<0. 41
ΝΕΟΣ	HQL LED 36W	4000	111	>80	>90
ΠΑΛΙΟΣ	HQL 125W	6300	50	50	<0. 6
ΝΕΟΣ	HQL LED 54W	6000	111	>80	>90

- Συμβατότητα διαγραμμάτων φωτός: Στον **Πίνακα 4.5** γίνεται ο τελικός πλέον έλεγχος, αυτός των διαγραμμάτων φωτός.

Πίνακας 4.5 Έλεγχος συμβατότητας μέσω διαγραμμάτων φωτός

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΠΑΛΑΙΟΣ	ΝΕΟΣ
CFL 23W PCLASA 100 ADV 15W		
HQL 80W HQLLED 36W		
HQL 125W HQLLED 54W		

4.6.3 Τελική επιλογή φωτεινών πηγών

Διαπιστώνεται από τους ανωτέρω πίνακες ότι οι φωτεινές πηγές που εξετάζονται πληρούν τις υφιστάμενες απαιτήσεις φωτομετρίας όπως αυτές είχαν ήδη μελετηθεί και μετρηθεί από την (προηγούμενη) συνεργασία του Δήμου με την ΔΕΗ¹, πάνω στις οποίες βασίζεται και η συγκεκριμένη μελέτη, αποτελώντας επέκταση και εξέλιξή της [\[14\]](#), [\[Δ17\]](#). Οι παραπάνω πίνακες απεικονίζουν τα βασικά σημεία των νέων επιλεγμένων φωτεινών πηγών και δείχνουν ότι αυτές ταιριάζουν εφάμιλλα ή και καλύτερα από τις υφιστάμενες, βάσει των χαρακτηριστικών τους, φωτεινών αλλά και φυσικών.

Οι πηγές επιλέχθηκαν επίσης με ένα ακόμη βασικό κριτήριο, την **εταιρική υπευθυνότητα**. Η εταιρία Ledvance που διαθέτει τα προϊόντα της κατασκευάστριας εταιρίας Osram, ήταν και είναι διαθέσιμη για οποιαδήποτε διευκρίνηση, βοήθεια και γενικά ό,τι άλλο ζητήθηκε από αυτήν σχετικά με τα προϊόντα που διαθέτει, σε αντίθεση με άλλες εταιρείες-κολοσσούς που δεν είχαν την ίδια ανταπόκριση.

¹ Η (προηγούμενη) μελέτη για το Δήμο από τη ΔΕΗ δίνεται (Link) στη Βιβλιογραφία αλλά και στα παραρτήματα (τμήμα της)

5. Φωτοτεχνική Μελέτη

5.1 Μελέτη υφιστάμενης κατάστασης

Στον **Πίνακα 5.1** φαίνονται όλα τα στοιχεία που έχουν συλλεχθεί από τον Δήμο. Αυτά είναι: οι διευθύνσεις των οδών, η Δημοτική ενότητα που ανήκει η οδός, ο αριθμός από τα φωτεινά σώματα, ο αριθμός των φωτεινών πηγών, η ισχύς των πηγών, ο τύπος των πηγών, η βάση τους, καθώς επίσης και το ύψος στο οποίο είναι το φωτιστικό σώμα. Περιλαμβάνονται επίσης στοιχεία όπως το είδος το φωτιστικού σώματος αλλά και τα ωράρια λειτουργίας των σωμάτων. Τέλος ο πίνακας παρουσιάζει και ένα τελικό σύνολο, όλων των δεδομένων βάση του οποίου γίνονται όλοι οι υπολογισμοί, όπως η υφιστάμενη κατανάλωση σε ενέργεια και κόστος στα αντίστοιχα διαγράμματα. Εκτός από το σύνολο των ενεργών σωμάτων και πηγών σε γραφική απεικόνιση στα αμέσως επόμενα διαγράμματα υπάρχουν και οι εν δυνάμει φωτεινές πηγές και καταναλώσεις.

Πίνακας 5.1 Αναλυτικά δεδομένα υφιστάμενης κατάστασης Δήμου

Τοποθεσία	Δημοτική Ενότητα	Συνολικός Αρ. Φωτιστικών Σωμάτων	Αρ. Φωτιστικών Πηγών σε λειτουργία (λαμπήρες)	Ισχύς Φωτιστικής Πηγής (W)	Συνολική Ισχύς (W)	Είδος Φωτιστικού Σώματος	Τύπος Φωτεινή Πηγής	Edison Screw (ES)	Ύψος Φωτεινής Πηγής (m)	Ώρες Λειτουργίας/ημέρα
1 ^{ος} Παιδικός Σταθμός (Περιβάλλον χώρος)	Νέα Χαλκηδόνα	8	8	23	184	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Κρήτης	Νέα Χαλκηδόνα	12	12	23	276	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Χρυσαιίδας	Νέα Χαλκηδόνα	22	22	23	506	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πάρκο Δωδεκανήσου (Αχαρνών)	Νέα Χαλκηδόνα	22	22	23	506	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Αίθριο Πνευματικού Κέντρου	Νέα Χαλκηδόνα	7	7	23	161	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Αίθριο Αγ. Ευφημίας	Νέα Χαλκηδόνα	3	3	23	69	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλ. Κωνσταντινουπόλεως	Νέα Χαλκηδόνα	24	24	23	552	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πάρκο Σουλίου	Νέα Χαλκηδόνα	14	14	23	322	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Απαλοπούλου	Νέα Χαλκηδόνα	12	12	23	276	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Γρ. Αυξεντίου	Νέα Χαλκηδόνα	8	8	23	184	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πάρκο Δωδεκανήσου 2 (Μπάρμπα Αλέξης)	Νέα Χαλκηδόνα	12	12	23	276	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Ν. Τρυπιά (από Εθν. Αντιστάσεως έως Δεκελείας)	Νέα Χαλκηδόνα	6	6	23	138	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)

Σαλαμίνος & Μακρυγιάννη	Νέα Χαλκηδόνα	6	6	23	138	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Παπαναστασίου	Νέα Χαλκηδόνα	5	5	23	115	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πεζόδρομος Σαλαμίνος	Νέα Χαλκηδόνα	6	6	23	138	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πεζόδρομος Παπαντωνίου	Νέα Χαλκηδόνα	8	8	23	184	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πεζόδρομος Αγ. Σαράντα	Νέα Χαλκηδόνα	14	14	23	322	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πεζόδρομος Σαλαμίνος & Μακρυγιάννη	Νέα Χαλκηδόνα	6	6	23	138	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πεζόδρομος Θεοτοκοπούλου	Νέα Χαλκηδόνα	8	8	23	184	Μπάλα	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Γήπεδο Παυλάκη (Παπαφλέσσα)	Νέα Χαλκηδόνα	14	14	400	5600	Προβολέας	(HQI)	E40	15	Ανάβουν μόνο όταν υπάρχει αγώνας/προπόνηση
Γήπεδο Μπάσκετ (Δωδεκανήσου)	Νέα Χαλκηδόνα	18	3	250	750	Προβολέας	(HQI)	E40	12	2 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 5 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Γήπεδο Μπάσκετ (Κάτω Κουκλάκι)	Νέα Χαλκηδόνα	8	4	400	1600	Προβολέας	(HQI)	E40	12	2 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 5 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Γήπεδο Μπάσκετ (Παπαφλέσσα)	Νέα Χαλκηδόνα	3	3	1000	3000	Προβολέας	(HQI)	E40	12	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πάρκο Δημοκρατίας (Μόσχου)	Νέα Χαλκηδόνα	6	3	150	450	Προβολέας	(HQI)	E40	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πάρκο Παπαφλέσσα	Νέα Χαλκηδόνα	9	5	150	750	Προβολέας	(HQI)	E40	12	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Καραγ. Σερβίας	Νέα Χαλκηδόνα	13	13	70	910	Μπάλα	(HQI)	G12	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Θεμιστοκλέους	Νέα Χαλκηδόνα	22	12	110	1320	Na	Na	E40	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Στρατιωτικό Εργοστάσιο	Νέα Χαλκηδόνα	24	12	400	4800	Προβολέας	(HQI)	E40	12	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Περισσού (Ποδονίφτης)	Νέα Χαλκηδόνα	8	16	80	1280	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Γήπεδο Παυλάκη (Παπαφλέσσα) περιμετρικά	Νέα Χαλκηδόνα	5	9	125	1125	Δίμπαλο	(HQI)	E27	5	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Λ. Δεκελείας (από Κανάκη έως Χαλκίδος)	Νέα Χαλκηδόνα	50	100	125	12500	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Λ. Κατσώνη (Κάτω	Νέα Χαλκηδόνα	27	54	125	6750	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12

Κουκλάκι)										ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πεταλά (από Γυμνάσιο έως Λύκειο)	Νέα Χαλκηδόνα	9	18	125	2250	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Ειρήνης	Νέα Χαλκηδόνα	9	18	80	1440	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Περισσού (Αχαρνών - Τσουντα)	Νέα Χαλκηδόνα	32	64	80	5120	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Κωστή Παλαμά (Από ύψος Γυμνασίου-Λύκειο)	Νέα Χαλκηδόνα	10	20	80	1600	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πάρκο Μεταγωγών (όρια Δ. Αθηναίων)	Νέα Χαλκηδόνα	8	16	80	1280	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Περισσού (από Τσουντα - τέλος δρόμου)	Νέα Χαλκηδόνα	11	22	80	1760	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Παπαντωνίου (κάτω Κουκλάκι)	Νέα Χαλκηδόνα	11	22	125	2750	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Θεοτοκοπούλου	Νέα Χαλκηδόνα	5	10	80	800	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Περισσού (Κάτω Κουκλάκι)	Νέα Χαλκηδόνα	17	34	80	2720	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Ρήγα Φεραίου (Κάτω Κουκλάκι)	Νέα Χαλκηδόνα	4	8	80	640	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Σολωμού	Νέα Χαλκηδόνα	6	12	80	960	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Γρηγορίου Ε'	Νέα Χαλκηδόνα	7	14	80	1120	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Λοιπές οδοί	Νέα Χαλκηδόνα	?		150		Na	Na	E40	12	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Λ. Δεκελείας (από Κανάκη έως Αχαρνών)	Νέα Χαλκηδόνα	21	21	400	8400	Na	Na	E40	12	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Λ. Αχαρνών (όρια Δήμου)	Νέα Χαλκηδόνα	35	35	400	14000	Na	Na	E40	12	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Τσουντα (όρια Δήμου)	Νέα Χαλκηδόνα	9	9	400	3600	Na	Na	E40	12	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Σμύρνης	Νέα Φιλαδέλφεια	105	105	80	8400	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Σάρδεων	Νέα Φιλαδέλφεια	24	0	125	0	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	Δεν ανάβουν αλλά δεν έχουν αποξηλωθεί

Ν. Τρυπιά	Νέα Φιλαδέλφεια	69	138	80	11040	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Ραιδεστού (Από Βρυούλωνεώς Δεκελείας)	Νέα Φιλαδέλφεια	22	44	23	1012	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Κωνσταντινουπόλεως	Νέα Φιλαδέλφεια	42	84	23	1932	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Τρωάδος	Νέα Φιλαδέλφεια	19	38	80	3040	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλαστήρα (από Τρωάδος έως πρώην Δ. Ο. Υ. Ν. Φιλ/φειας)	Νέα Φιλαδέλφεια	5	5	250	1250	Na	Na	E40	5	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλ. Μουσακλή	Νέα Φιλαδέλφεια	80	0	125	0	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	Δεν ανάβουν αλλά δεν έχουν αποξηλωθεί
Πλ. Μουσακλή	Νέα Φιλαδέλφεια	3	3	250	750	Na	Na	E40	5	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλ. Βάρναλη - Σαραντόγλου	Νέα Φιλαδέλφεια	81	162	80	12960	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλ. Πύρρου Δήμα	Νέα Φιλαδέλφεια	22	0	80	0	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	Δεν ανάβουν αλλά δεν έχουν αποξηλωθεί
Πλ. Πύρρου Δήμα	Νέα Φιλαδέλφεια	1	1	150	150	Na	Na	E40	5	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Αμμοχώστου	Νέα Φιλαδέλφεια	30	60	80	4800	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Χίου-Νάξου-Ρόδου (περιμετρικά)	Νέα Φιλαδέλφεια	80	80	80	6400	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Νησίδος	Νέα Φιλαδέλφεια	?	0	0	0	Δίμπαλο	(HQI)	E27		Έργο ανάπλασης σε εξέλιξη
Πίνδου (Από Εφέσσου έως Κοσμά Αιτωλό)	Νέα Φιλαδέλφεια	145	290	80	23200	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Τραπεζούντος	Νέα Φιλαδέλφεια	26	0	0	0	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	Δεν ανάβουν αλλά δεν έχουν αποξηλωθεί
Τραπεζούντος	Νέα Φιλαδέλφεια	13	13	250	3250	Na	Na	E40	12	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πίνδου (Από myMarket έως ΙΚΑ)	Νέα Φιλαδέλφεια	35	70	80	5600	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Κασσίμη	Νέα Φιλαδέλφεια	16	32	80	2560	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)

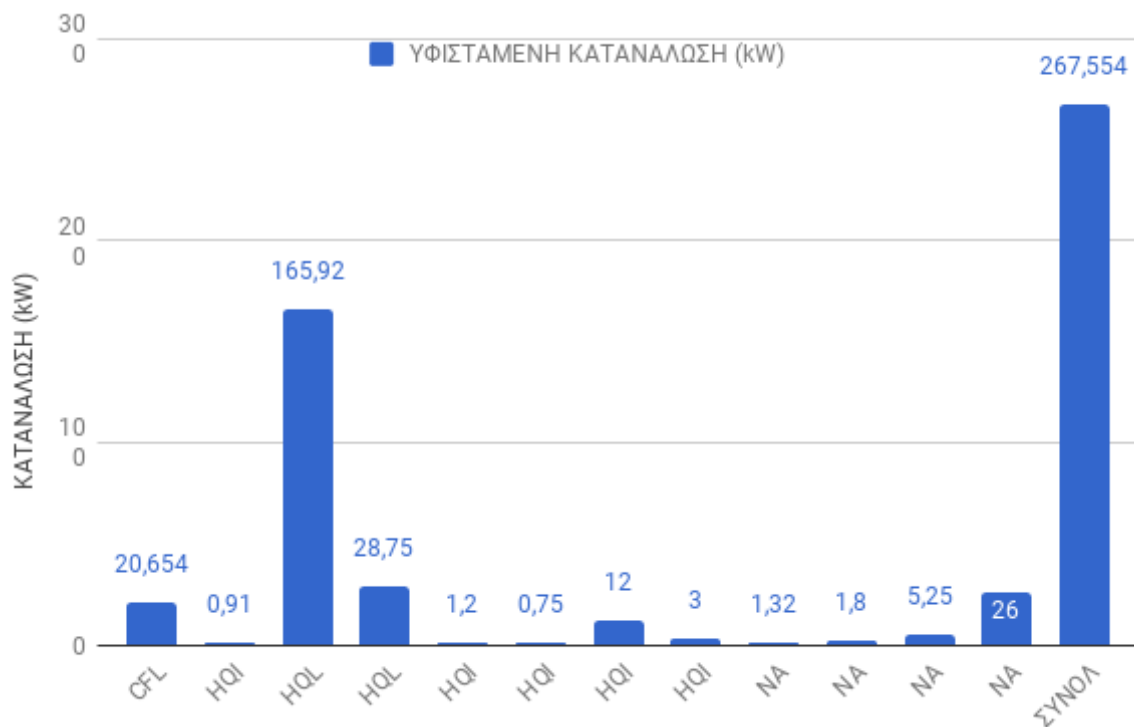
Αγ. Τριάδος (Περιμετρικά)	Νέα Φιλαδέλφεια	25	25	80	2000	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Χρυσοστόμου Σμύρνης έως "ΠΟΛΗ"	Νέα Φιλαδέλφεια	18	0	80	0	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	Δεν ανάβουν αλλά δεν έχουν αποξηλωθεί
Εφέσσου - Ν. Τρυπιά (Περιμετρικά)	Νέα Φιλαδέλφεια	46	92	23	2116	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Έναντι Πλ. Κωνσταντινουπόλεως (Μουδανίων)	Νέα Φιλαδέλφεια	27	27	125	3375	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Φλέμιγκ	Νέα Φιλαδέλφεια	120	120	80	9600	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Φλέμιγκ (Πάρκο)	Νέα Φιλαδέλφεια	7	14	23	322	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Ειρήνης	Νέα Φιλαδέλφεια	42	84	23	1932	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Κάκκαβας (από Παπαναστασίου έως ΚΚΕ)	Νέα Φιλαδέλφεια	56	112	80	8960	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Τρίγωνο Μικρασιατών	Νέα Φιλαδέλφεια	78	156	23	3588	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Μακρυγιάννη	Νέα Φιλαδέλφεια	33	33	80	2640	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Επταλόφου (από Δεκελείας έως Σπαθάρη)	Νέα Φιλαδέλφεια	97	194	80	15520	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Καπαδοκίας - Μερσίνης - Αδάνων - Ατταλείας	Νέα Φιλαδέλφεια	50	70	23	1610	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Αγ. Ιωάννου	Νέα Φιλαδέλφεια	60	0	23	0	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	Δεν ανάβουν αλλά δεν έχουν αποξηλωθεί
Πλατεία Μιαούλη	Νέα Φιλαδέλφεια	21	0	80	0	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	Δεν ανάβουν αλλά δεν έχουν αποξηλωθεί
Πλατεία Μιαούλη	Νέα Φιλαδέλφεια	7	7	150	1050	Na	Na	E40	5	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πάρκο Σοφούλη	Νέα Φιλαδέλφεια	4	8	23	184	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πάρκο Λ. Κατώνη	Νέα Φιλαδέλφεια	4	4	150	600	Na	Na	E40	5	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Βρουύλων	Νέα Φιλαδέλφεια	63	126	80	10080	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Δεκελείας (Παραδοσιακά φωτιστικά)	Νέα Φιλαδέλφεια	154	154	80	12320	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Ανοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)

Ιωνικός - Κοιμ. Θεοτόκου (περιμετρικά)	Νέα Φιλαδέλφεια	40	39	80	3120	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Ιωνικός - Κοιμ. Θεοτόκου (περιμετρικά)	Νέα Φιλαδέλφεια	40	41	23	943	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πλατεία Κερκύρας	Νέα Φιλαδέλφεια	7	14	23	322	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Ανατολικής Θράκης	Νέα Φιλαδέλφεια	6	12	23	276	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Κομπαρσίτα	Νέα Φιλαδέλφεια	18	36	80	2880	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Πνευματικό Κέντρο	Νέα Φιλαδέλφεια	3	6	23	138	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Βουρνόβα	Νέα Φιλαδέλφεια	28	0	125	0	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	Δεν ανάβουν αλλά δεν έχουν αποξηλωθεί
Λαυρίου	Νέα Φιλαδέλφεια	35	70	23	1610	Δίμπαλο	(Fluorescent)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Θεσσαλονίκης (Αστέρας - 2 παρκάκια)	Νέα Φιλαδέλφεια	13	26	80	2080	Δίμπαλο	(HQI)	E27	3	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Δεκελείας-Σοφούλη-Πίνδου	Νέα Φιλαδέλφεια			400	0	Na	Na	E40	12	9 ώρες (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 12 ώρες (Φθινόπωρο & Χειμώνας)
Σύνολο²		2524 (Τεμάχια)	3369 (Τεμάχια)		267554 (Watt)					2407986 (Wh/d) (Άνοιξη & Καλοκαίρι) ή 3210648 (Wh/d) (Φθινόπωρο & Χειμώνας)

² Τα σύνολα που εμφανίζονται, υπολογίζονται μέσω απλής πρόσθεσης των στηλών.

5.1.1 Υπολογισμός υφιστάμενης κατάστασης, με βάση τις μονάδες ισχύος

- **Κατανάλωση ανά Ημέρα (εαρινή)** = Συνολική κατανάλωση ανά ώρα * 9 Ώρες =
= 267,554kW * 9h = **2.407,986kWh/d**
- **Κατανάλωση ανά Μήνα (εαρινό)** = Κατανάλωση εαρινής Ημέρας * 30 ημέρες =
= 2.407,986 kWh * 30 d = **72.239,58kWh/m**
- **Κατανάλωση ανά Σεζόν (εαρινή)** = Κατανάλωση εαρινού Μήνα * 6 μήνες =
= 72.239,58 kWh * 6 m = **433.437,48kWh/semester**
- **Κατανάλωση ανά Ημέρα (χειμερινή)** = Συνολική κατανάλωση ανά ώρα * 12 Ώρες =
= 152,784kW = **1.833,408kWh/d**
- **Κατανάλωση ανά Μήνα (χειμερινό)** = Κατανάλωση χειμερινής Ημέρας * 30ημέρες =
= 1.833,408 kWh * 30 d = **55.002,24kWh/m**
- **Κατανάλωση ανά Σεζόν (χειμερινή)** = Κατανάλωση χειμερινού Μήνα * 6 μήνες
= 55.002,24 kWh * 6 m = **330.013,44 kWh/semester**
- **Συνολική Ετήσια Κατανάλωση** = Εαρινή σεζόν + Χειμερινή σεζόν =
= 433.437,48 kWh / semester + 577.917 kWh/semester = **1.011.354,5 kWh/y**

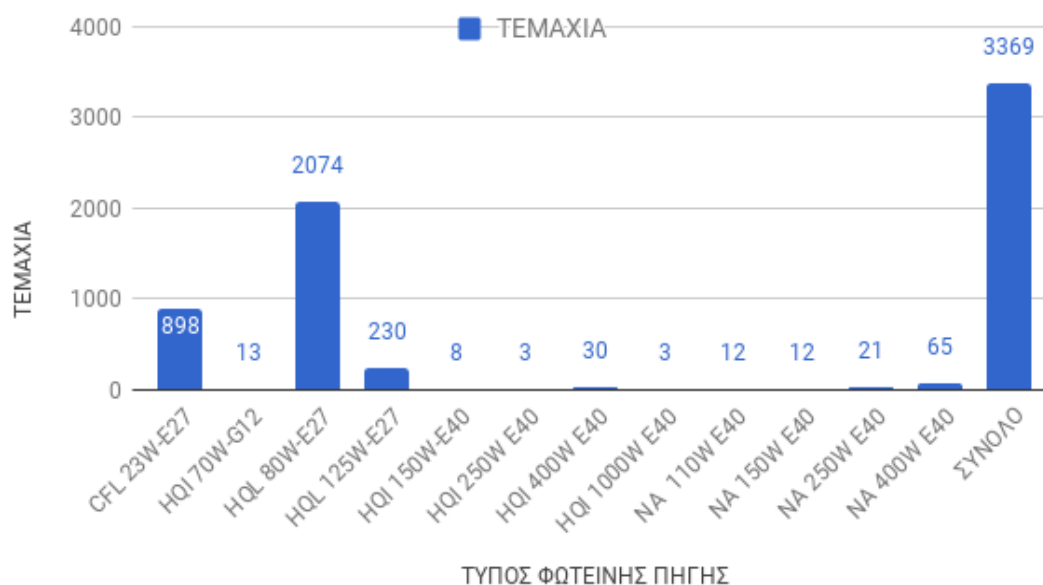


Γράφημα 5.1 Υφιστάμενη κατανάλωση όσον αφορά στον τύπο των φωτεινών πηγών

5.1.2 Υπολογισμός υφιστάμενης κατάστασης, με βάση τις μονάδες κόστους

- **Εαρινό κόστος Ώρας**= Ολική Ισχύς εαρινής Ώρας * Τιμή kWh =
=267,554kW * 0,098795€ =**26,432€**
- **Εαρινό κόστος Μέρας**= Εαρινό κόστος Ώρας * Ώρες λειτουργίας ανά μέρα =
= 26,432 € * 9 h = **237,888€**
- **Χειμερινό κόστος Ώρας**= Ολική Ισχύς χειμερινής Ώρας * Τιμή kWh =
= 267,554kW * 0,098795 € =**26,432€**
- **Χειμερινό κόστος Μέρας**= Χειμερινό κόστος Ώρας * Ώρες λειτουργίας ανά μέρα =
=26,432 € * 12 h = **317,184 €**
- **Συνολικό κόστος**=(Εαρινό κόστος μέρας*30*6)+(Χειμερινό κόστος μέρας*30*6)=
=(**237,888 *30*6**) + (**317,184 *30*6**) = **99.914,57€**

Υφιστάμενη Κατανομή Φωτεινών Πηγών ανά Τεμάχια



Γράφημα 5.2 Υφιστάμενη κατάσταση όσον αφορά στην κατανομή των φωτεινών πηγών

Στον **Πίνακα 5.2** διακρίνονται συνοπτικά οι αντίστοιχες πληροφορίες της κατανάλωσης για την παρούσα κατάσταση λειτουργίας των φωτεινών σωμάτων, σε ηλεκτρικές μονάδες (kWh) και σε μονάδες κόστους (€).

Πίνακας 5.2 Υφιστάμενη κατανάλωση και κόστος

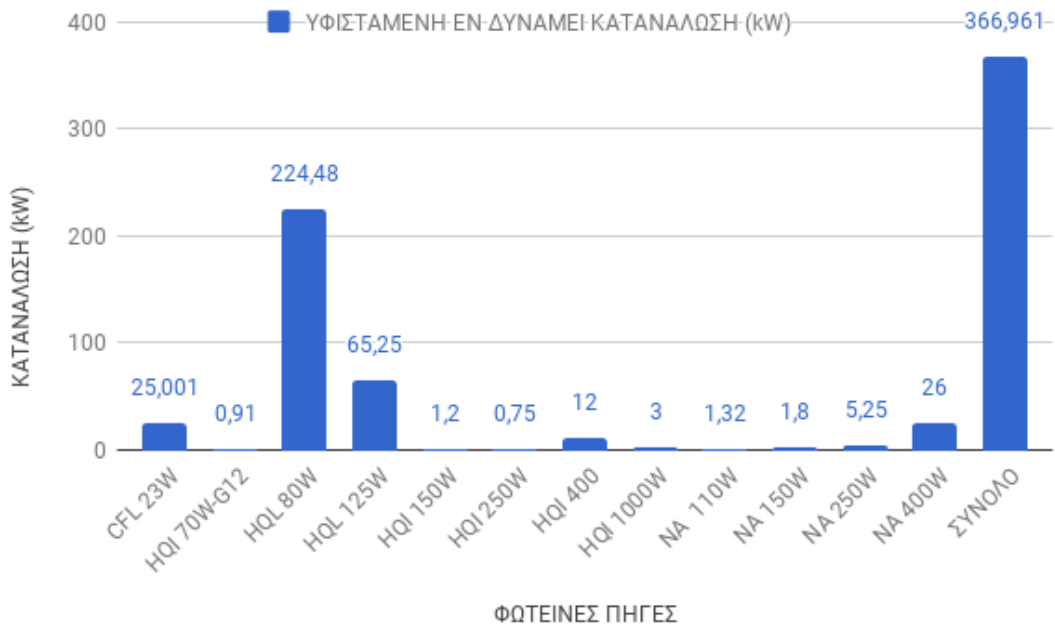
Λειτουργία	Κατανάλωση (kWh)	Κόστος (€)
Εαρινοί μήνες (9 ώρες/ημέρα)	2.407,99	237,888

Χειμερινοί μήνες (12 ώρες/ημέρα)	3.210,65	317,184
Ετήσια (εαρινές + χειμερινές ημέρες)	1.011.354,5	99.914,57

5.1.3 Υπολογισμός εν δυνάμει κατάστασης, με βάση τις μονάδες ισχύος

Υποθέτοντας την πλήρη λειτουργία όλων των φωτιστικών σωμάτων και πηγών καταλήγουμε στα εξής αποτελέσματα:

- **Κατανάλωση ανά Ημέρα (εαρινή)** = Συνολική κατανάλωση ανά ώρα * 9 Ώρες =
=366,961 kW * 9 h = **3.302,649 kWh/d**
- **Κατανάλωση ανά Μήνα (εαρινό)** = Κατανάλωση εαρινής Ημέρας * 30 ημέρες =
=3.302,649kWh * 30 d = **99.079,47 kWh/m**
- **Κατανάλωση ανά Σεζόν (εαρινή)** = Κατανάλωση εαρινού Μήνα * 6 μήνες =
=99.079,47 kWh * 6 m = **594.479,82 kWh/semester**
- **Κατανάλωση ανά Ημέρα (χειμερινή)** = Συνολική κατανάλωση ανά ώρα * 9 Ώρες =
=366,961 kW * 12 h = **4.403,532 kWh/d**
- **Κατανάλωση ανά Μήνα (χειμερινό)** =Κατανάλωση χειμερινής Ημέρας *30 ημέρες=
= 4.403,532 kWh *30 d = **132.105,96 kWh/m**
- **Κατανάλωση ανά Σεζόν (χειμερινή)** = Κατανάλωση χειμερινού Μήνα * 6 μήνες =
=132.105,96 kWh * 6 m = **792.635,76 kWh/semester**
- **Συνολική Ετήσια Κατανάλωση**= Εαρινή σεζόν + Χειμερινή σεζόν =
=594.476,82 kWh/semester + 792.635,76 kWh/semester) = **1.387.112,58 kWh/y**



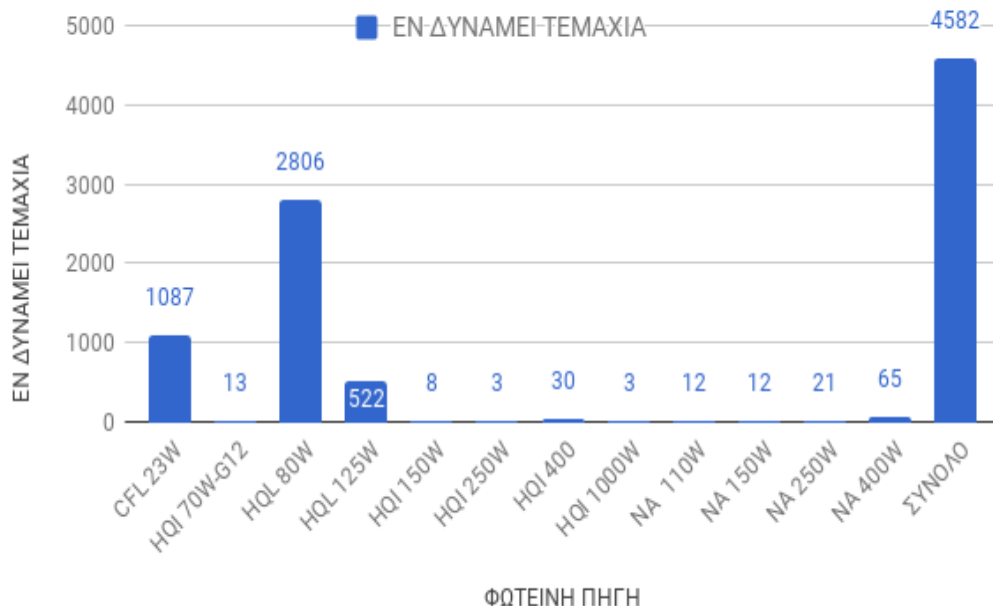
Γράφημα 5.3 Εν δυνάμει υφιστάμενη κατανάλωση όσον αφορά στον τύπο των φωτεινών πηγών

5.1.4 Υπολογισμός εν δυνάμει³ κατάστασης, με βάση τις μονάδες κόστους

- **Εαρινό κόστος Ώρας**= Ολική Ισχύς εαρινής Ώρας * Τιμή kWh =
=366,961Kw* 0,098795 =**36,253€**
- **Εαρινό κόστος Ημέρας**= Εαρινό κόστος Ώρας * Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα =
=36,253 € * 9 Ώρες= **326,285 €**
- **Χειμερινό κόστος Ώρας**= Ολική Ισχύς Χειμερινής Ώρας * Τιμή kWh =
=366,961 kW *0,098795 =**36,253€**
- **Χειμερινό κόστος Ημέρας**= Χειμερινό κόστος Ώρας * Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα=
=36,253 € * 12 Ώρες= **435,036 €**
- **Συνολικό κόστος**= Εαρινό κόστος ημέρας + Χειμερινό κόστος ημέρας =
= (326,285 *30*6) + (435,036 *30*6)= **137.037,3€**

³Ως «εν δυνάμει» κατάσταση, αναφέρεται το ενδεχόμενο σενάριο να είναι όλα τα φωτιστικά σώματα και οι φωτεινές πηγές ενεργές, δηλαδή σε πλήρη λειτουργία.

ΕΝ ΔΥΝΑΜΕΙ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΤΕΜΑΧΙΑ



Γράφημα 5.4 Εν δυνάμει υφιστάμενη κατάσταση όσον αφορά στα τεμάχια και στον τύπο των φωτεινών πηγών

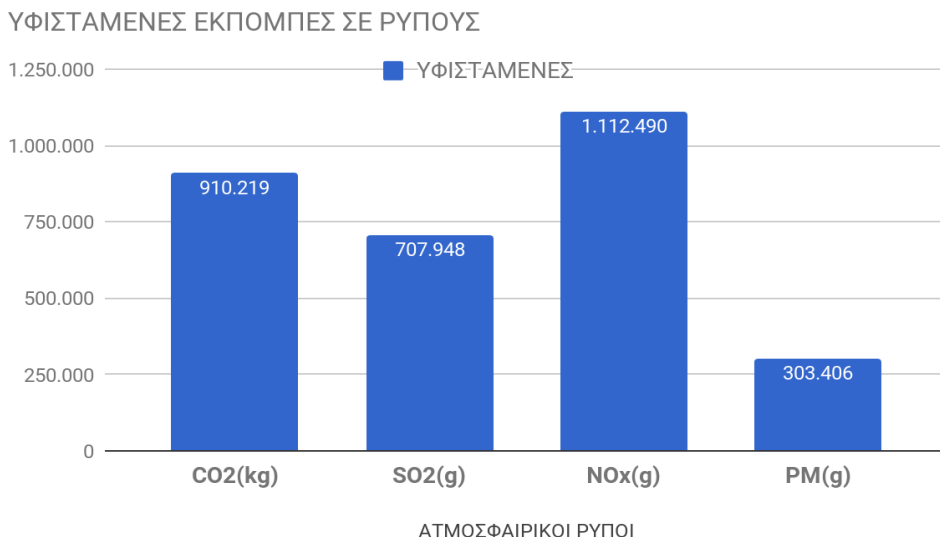
Στον **Πίνακα 5.3** διακρίνονται συνοπτικά οι αντίστοιχες πληροφορίες κατανάλωσης για το εν δυνάμει σενάριο λειτουργίας των φωτεινών σωμάτων σε ηλεκτρικές μονάδες (kWh) και σε μονάδες κόστους (€).

Πίνακας 5.3 Εν δυνάμει κόστος υφιστάμενης κατανάλωσης

Λειτουργία	Κατανάλωση (kWh)	Κόστος (€)
Εαρινούς μήνες (9 ώρες/ημέρα)	3.302,649	326,285
Χειμερινούς μήνες (12 ώρες/ημέρα)	4.403,532	435,036
Ετήσια (εαρινούς + χειμερινούς μήνες)	1.387.112,58	137.037,3

5.1.5 Υφιστάμενες εκπομπές σε ατμοσφαιρικούς ρύπους

Σύμφωνα με τους συντελεστές αερίων ρύπων του **Πίνακα 4.1** προκύπτει το παρακάτω γράφημα.



Γράφημα 5.5 Υφιστάμενες ετήσιες εκπομπές σε ατμοσφαιρικούς ρύπους

5.2 Μελέτη νέας κατάστασης

Για τη νέα μελέτη στο Δήμο λήφθηκαν υπόψη τα υπάρχοντα δεδομένα. Βάσει αυτών και της αναζήτησης που πραγματοποιήθηκε στην αγορά, όσον αφορά στα προϊόντα νέας τεχνολογίας με τεχνολογία LED, διαμορφώθηκαν τα εξής σενάρια:

5.2.1 Σενάριο Πρώτο

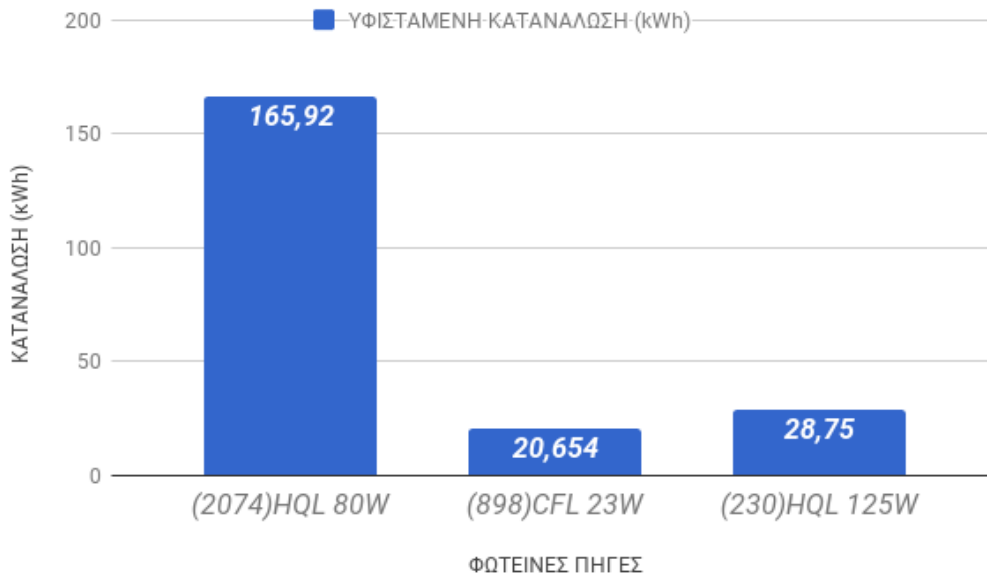
Υπολογίστηκε ότι:

- **2074** πηγές τύπου HqL 80 Watt καταναλώνουν **165,920 kW**
- **230** πηγές τύπου HqL 125 Watt καταναλώνουν **28,75 kW**
- **898** πηγές τύπου CFL 23 Watt καταναλώνουν **26,654 kW**

Διαπιστώνεται ότι οι φωτεινές αυτές πηγές καταναλώνουν περίπου το μισό της υφιστάμενης κατανάλωσης, οπότε δικαιολογημένα θεωρείται ότι θα σημειωθεί εξοικονόμηση. Εξετάζεται το εξής σενάριο:

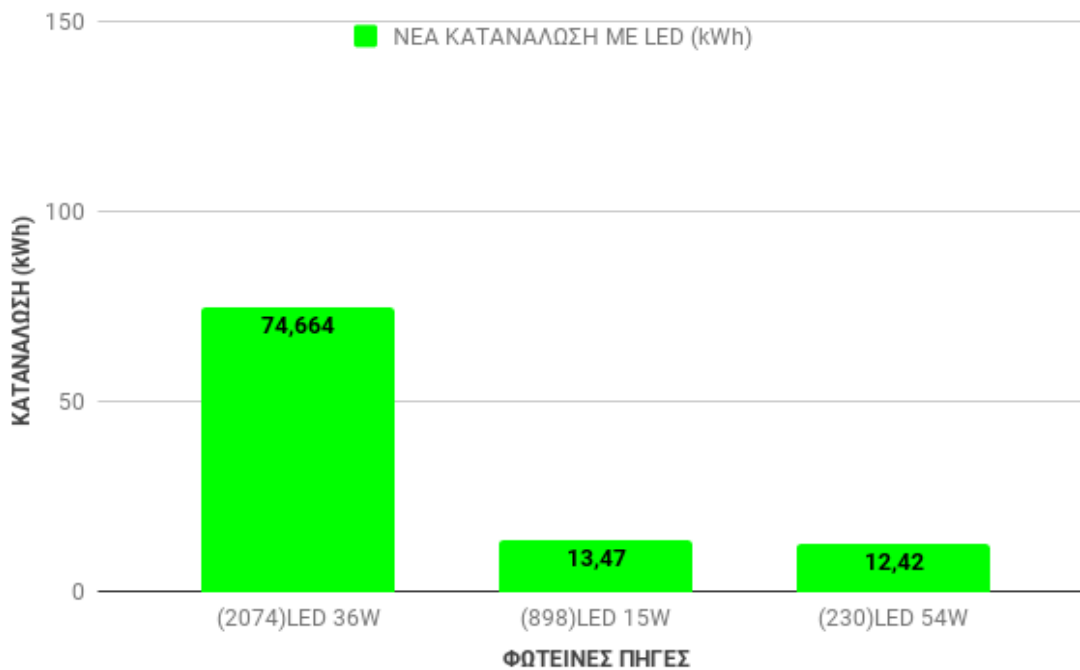
Αλλαγή των συγκεκριμένων φωτεινών πηγών με αντίστοιχους ίδιας κατηγορίας αλλά τεχνολογίας LED.

- Συνοπτικά, η υφιστάμενη κατάσταση ανά ώρα λειτουργίας έχει ως εξής:



Γράφημα 5.6 Υφιστάμενες φωτεινές πηγές προς αλλαγή

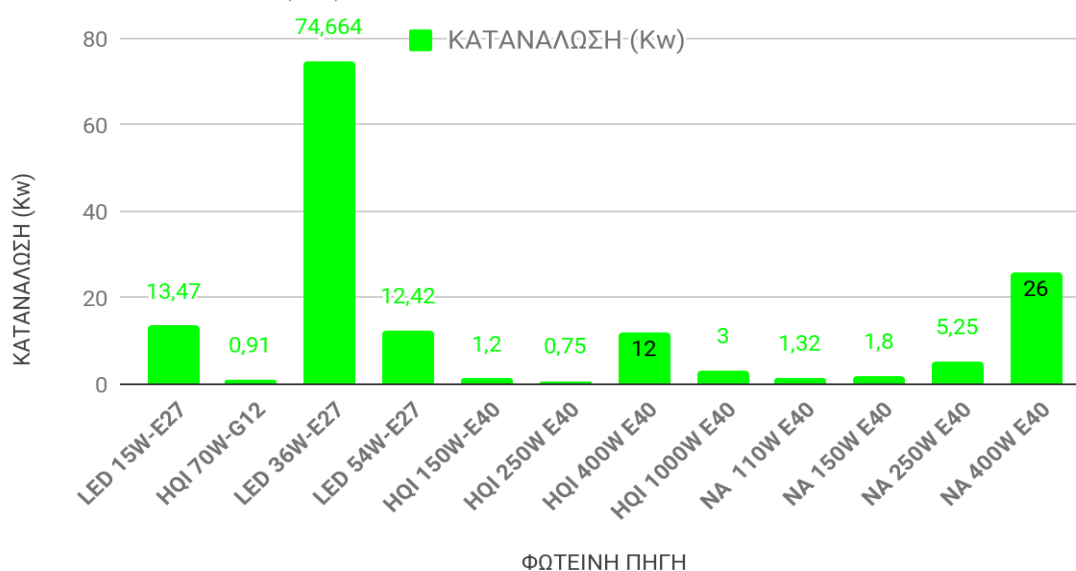
- Η προτεινόμενη κατάσταση μετά την αλλαγή με φωτεινές πηγές τεχνολογίας LED έχει ως εξής:



Γράφημα 5.7 Νέα κατανάλωση με τις νέες φωτεινές πηγές

- Η συνολική νέα κατάσταση μετά την αλλαγή σε φωτεινές πηγές τεχνολογίας LED:

ΝΕΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ (Kw) ΜΕ ΤΙΣ LED ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΠΗΓΕΣ

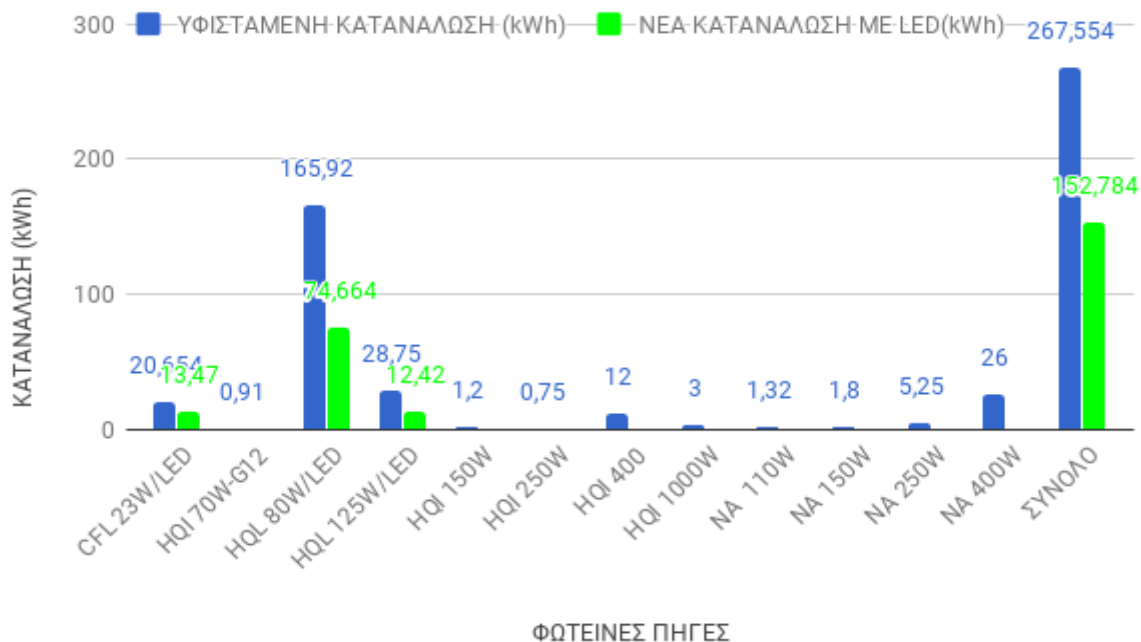


Γράφημα 5.8 Νέα συνολική κατανάλωση με τις νέες φωτεινές πηγές

5.2.2 Υπολογισμός με βάση τις μονάδες ισχύος 1^{ου} σεναρίου

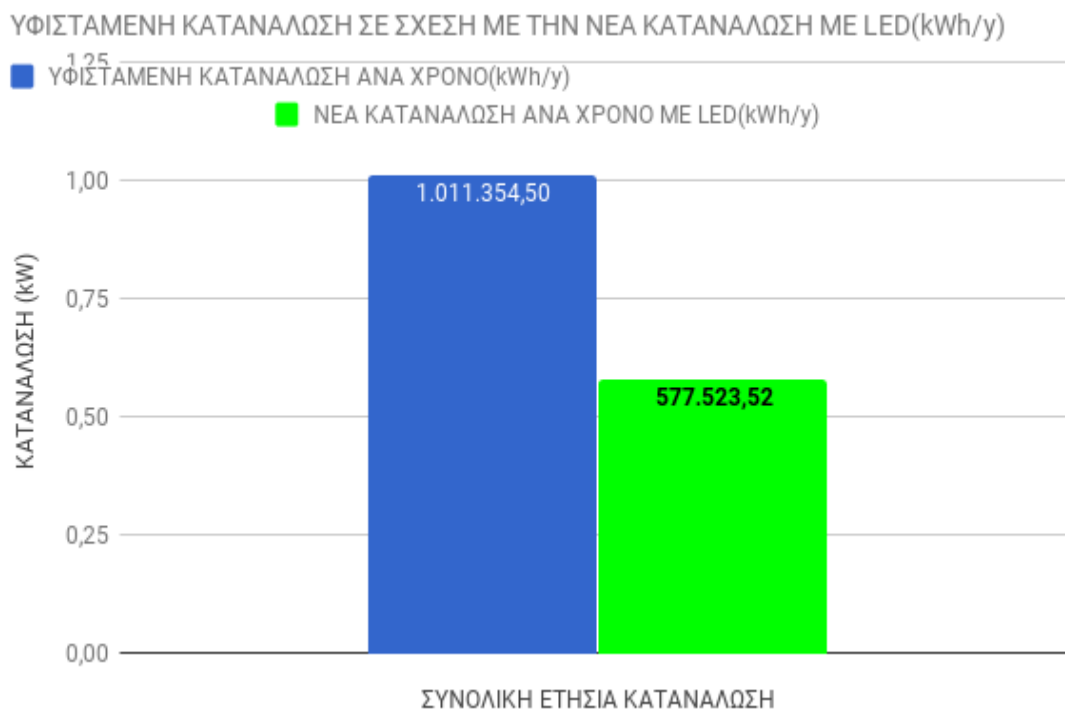
- **Κατανάλωση ανά Ημέρα (εαρινή)** = Συνολική κατανάλωση ανά ώρα * 9 Ώρες =
= 152,784kW * 9h = **1.375,056 kWh/d**
- **Κατανάλωση ανά Μήνα (εαρινό)** = Κατανάλωση εαρινής Ημέρας * 30 Μέρες =
= 1.375,056 kWh * 30 d = **41.251,68k Wh/m**
- **Κατανάλωση ανά Σεζόν (εαρινή)** = Κατανάλωση εαρινού Μήνα * 6 μήνες =
= 41.251,68 kWh * 6 m = **247.510,08 k Wh/semester**
- **Κατανάλωση ανά Ημέρα (χειμερινή)** = Συνολική κατανάλωση ανά ώρα * 12 Ώρες =
= 152,784kW = **1.833,408kWh/d**
- **Κατανάλωση ανά Μήνα (χειμερινό)** = Κατανάλωση χειμερινής Ημέρας * 30 Ημέρες =
= 1.833,408 kWh * 30 d = **55.002,24 kWh/m**
- **Κατανάλωση ανά Σεζόν (χειμερινή)** = Κατανάλωση χειμερινού Μήνα * 6 μήνες
= 55.002,24 kWh * 6 m = **330.013,44k Wh/semester**
- **Συνολική Ετήσια Κατανάλωση** = Εαρινή σεζόν + Χειμερινή σεζόν =
= 247.510,08 kWh/semester + 330.013,44 kWh/semester = **577.523,52 kWh/y**

Γραφικά η σύγκριση των καταναλώσεων των φωτεινών πηγών του 1^{ου} σεναρίου σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση φαίνεται στο επόμενο γράφημα 5.9:



Γράφημα 5.9 Συγκριτική αποτύπωση της κατανάλωσης του 1^{ου} σεναρίου, πριν (μπλε) και μετά (πράσινο) την αλλαγή των φωτεινών πηγών

Γραφικά η σύγκριση της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης του 1^{ου} σεναρίου σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, φαίνεται στο επόμενο γράφημα 5.10:



Γράφημα 5.10 Συγκριτική αποτύπωση της συνολικής κατανάλωσης του 1^{ου} σεναρίου, πριν (μπλε) και μετά (πράσινο) την αλλαγή των φωτεινών πηγών

5.2.3 Υπολογισμός με βάση τις μονάδες κόστους 1^ο σεναρίου

- **Εαρινό κόστος Ώρας** = Ολική Ισχύς εαρινής Ώρας * Τιμή kWh =
= 152,784 kW * 0,098795€ = **15,094 €**
- **Εαρινό κόστος Ημέρας** = Εαρινό κόστος Ώρας * Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα =
= 15,094 € * 9 Ώρες = **135,848 €**
- **Χειμερινό κόστος Ώρας** = Ολική Ισχύς χειμερινής Ώρας * Τιμή kWh =
= 152,784 kW * 0,098795 = **15,094€**
- **Χειμερινό κόστος Ημέρας** = Χειμερινό κόστος Ώρας * Ώρες λειτουργίας ανά ημέρα =
= 15,094 € * 12 Ώρες = **181,131 €**
- **Συνολικό κόστος** = (Εαρ. κόστος ημέρας * 30 * 6) + (Χειμ. κόστος ημέρας * 30 * 6) =
= (135,848 * 30 * 6) + (181,131 * 30 * 6) = **57.056,43€**

Γραφικά η σύγκριση του ετήσιου κόστους της υφιστάμενης και της νέας κατάστασης δίνονται στο επόμενο γράφημα 5.11:



Γράφημα 5.11 Συγκριτική αποτύπωση του συνολικού κόστους (σε ευρώ) του 1^ο σεναρίου, πριν (μπλε) και μετά (πράσινο) την αλλαγή των φωτεινών πηγών

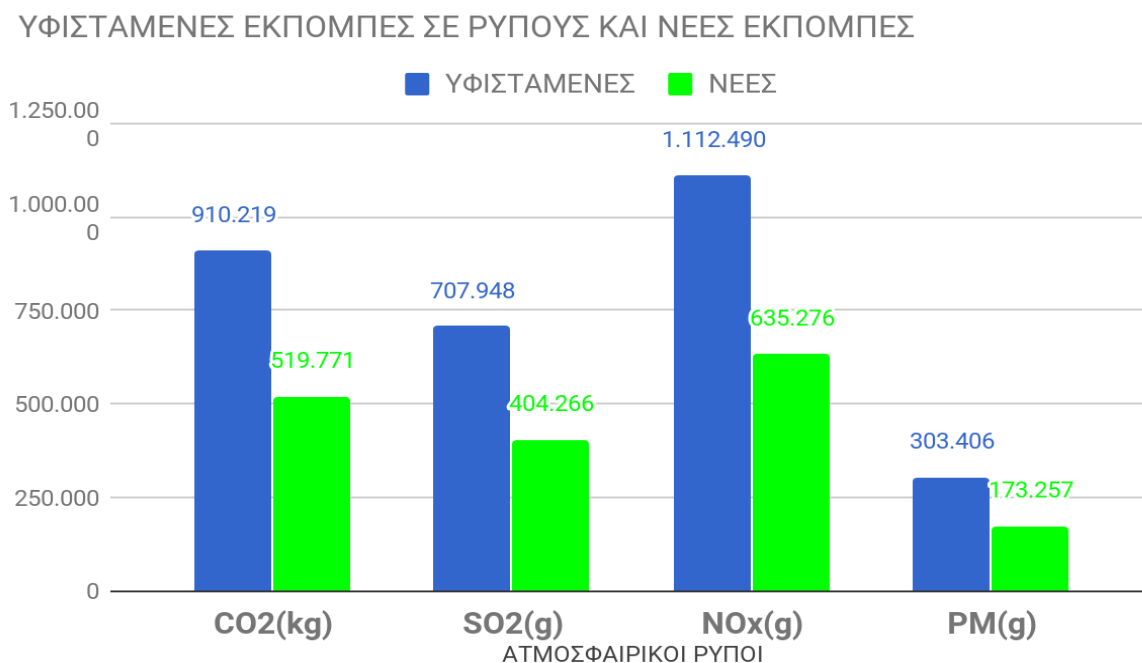
Στον **Πίνακα 5.4** διακρίνονται συνοπτικά οι αντίστοιχες πληροφορίες κατανάλωσης για το 1^ο σενάριο λειτουργίας των φωτεινών σωμάτων σε ηλεκτρικές μονάδες (kWh) και σε μονάδες κόστους (€).

Πίνακας 5.4 Νέο κόστος κατανάλωσης

Λειτουργία	Κατανάλωση (KWh)	Κόστος (€)
Εαρινούς μήνες (9 ώρες/ημέρα)	1.375,056	135,848
Χειμερινούς μήνες (12 ώρες/ημέρα)	1.833,408	181,131
Ετήσια (εαρινούς + χειμερινούς μήνες)	577.523,52	57.056,435

5.2.4 Ατμοσφαιρικοί ρύποι 1^{ου} σεναρίου

Γραφικά η σύγκριση των αερίων ρύπων, υφισταμένων και νέων με βάση το 1^ο σενάριο, φαίνονται στο επόμενο γράφημα 5.12:



Γράφημα 5.12 Σύγκριση ατμοσφαιρικών ρύπων 1^{ου} σεναρίου, πριν (μπλε) και μετά (πράσινο) την αλλαγή των φωτεινών πηγών

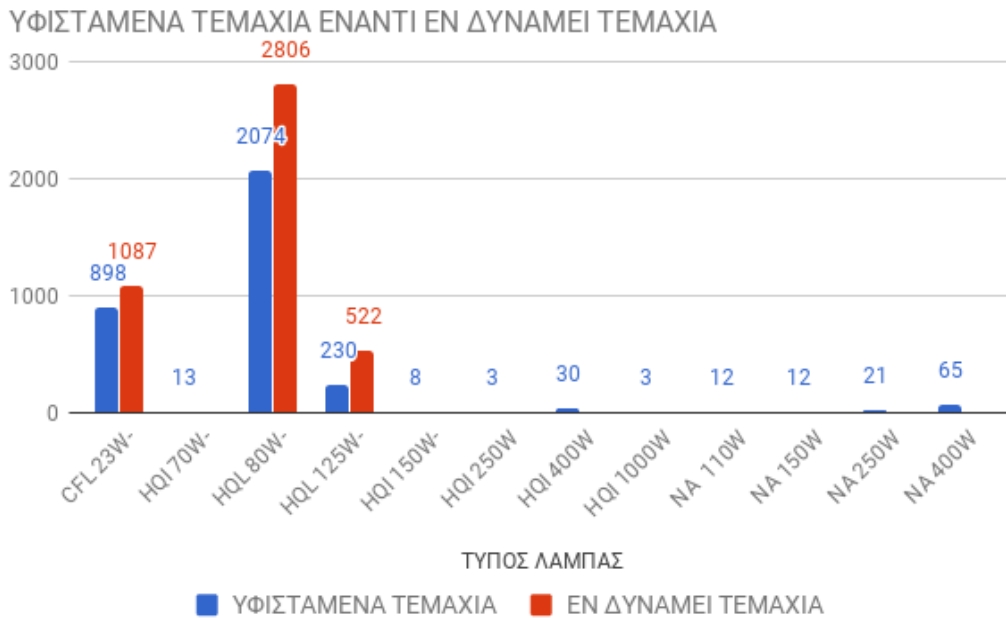
5.2.5 Σενάριο Δεύτερο

Για το 2^ο σενάριο χρησιμοποιείται η εξής παραδοχή: Προτείνεται και εδώ όπως και στο 1^ο σενάριο, η αντικατάσταση των φωτεινών πηγών με νέες τεχνολογίας LED, αλλά επιπλέον, καθώς έχει παρατηρηθεί ότι τα περισσότερα φωτιστικά σώματα του Δήμου στις κατηγορίες που εξετάζονται εδώ είναι είτε τελείως αδρανής ή λειτουργούν κατά το ήμισυ, προτείνεται η πλήρης λειτουργία τους. Έτσι στο 2^ο σενάριο αντικαθιστούνται με πηγές τύπου LED τα εξής:

- **2806 τεμάχια HQL 80 Watt**
- **1087 τεμάχια CFL 23 Watt**

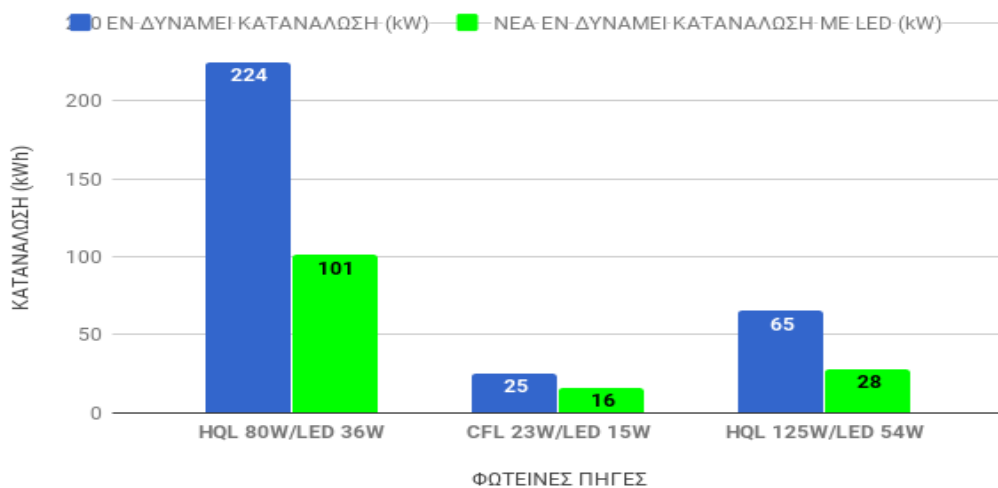
- 522 τεμάχια HQL125 Watt

Γραφικά, η σύγκριση των τεμαχίων φωτεινών πηγών, στην υφιστάμενη κατάσταση και στη νέα κατάσταση, σε πλήρη λειτουργία, φαίνεται στο παρακάτω γράφημα 5.13:



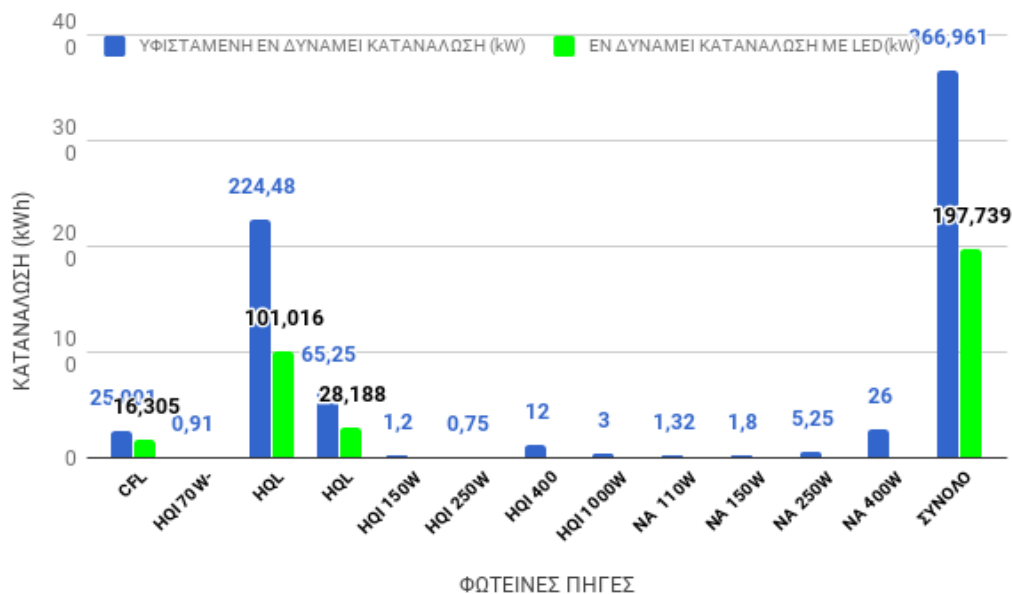
Γράφημα 5.13 Υφιστάμενες φωτεινές πηγές έναντι νέων εν δυνάμει φωτεινών πηγών

Γραφικά, η σύγκριση της κατανάλωσης των φωτεινών πηγών στην πλήρη λειτουργία τους με συμβατικούς και με LED λαμπτήρες φαίνεται στο επόμενο γράφημα 5.14:



Γράφημα 5.14 Νέα κατανάλωση με όλες τις πηγές που ασχολούμαστε σε λειτουργία

Γραφικά, η σύγκριση της συνολικής κατανάλωσης του 2^{ου} σεναρίου (πρόταση πλήρους λειτουργίας των φωτεινών πηγών) σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση φαίνεται στο επόμενο γράφημα 5.15:

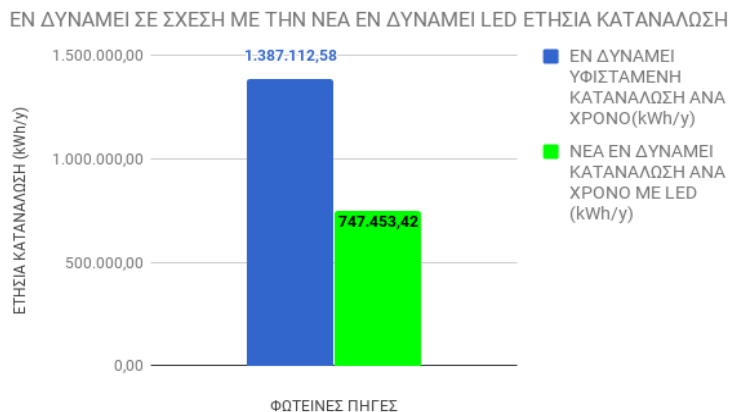


Γράφημα 5.15 Σύγκριση συνολικής κατανάλωσης με όλες τις πηγές σε λειτουργία, πριν (μπλε) και μετά (πράσινο) την αντικατάσταση των φωτεινών πηγών

5.2.6 Υπολογισμός με βάση τις μονάδες ισχύος 2^{ου} σεναρίου

- **Κατανάλωση ανά Ημέρα (εαρινή)** = Συνολική κατανάλωση ανά ώρα * 9 Ώρες =
= 197,739 kW * 9 h = **1.779,651 kWh/d**
- **Κατανάλωση ανά Μήνα (εαρινό)** = Κατανάλωση εαρινής Ημέρας * 30 Ημέρες =
= 1.779,651 kW * 30 d = **53.389,53 kWh/m**
- **Κατανάλωση ανά Σεζόν (εαρινή)** = Κατανάλωση εαρινού Μήνα * 6 μήνες =
= 53.389,53 kWh * 6 m = **320.337,18 kWh/semester**
- **Κατανάλωση ανά Ημέρα (χειμερινή)** = Συνολική κατανάλωση ανά ώρα * 12 Ώρες =
= 197,739 kW * 12 h = **2.372,868 kWh/d**
- **Κατανάλωση ανά Μήνα (χειμερινό)** = Κατανάλωση χειμερινής Ημέρας * 30 Ημέρες =
= 2.372,868 kWh * 30 d = **71.186,04 kWh/m**
- **Κατανάλωση ανά Σεζόν (χειμερινή)** = Κατανάλωση χειμερινού Μήνα * 6 μήνες =
= 71.186,04 kWh * 6 m = **427.116,24 kWh/semester**
- **Συνολική Ετήσια Κατανάλωση** = Εαρινή σεζόν + Χειμερινή σεζόν =
= 320.337,18 kWh/semester + 427.116,24 kWh/semester = **747.453,42 kWh/y**

Γραφικά, η κατανάλωση του 2^{ου} σεναρίου (πλήρης λειτουργία των φωτεινών πηγών) σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση φαίνεται στο επόμενο γράφημα 5.16:



Γράφημα 5.16 Σύγκριση της συνολικής κατανάλωσης με πλήρη λειτουργία των φωτεινών πηγών (α) πριν (μπλε) και (β) μετά (πράσινο) την αλλαγή των φωτεινών πηγών

5.2.7 Υπολογισμός με βάση τις μονάδες κόστους 2^{ου} σεναρίου

- **Εαρινό κόστος Ώρας**= Ολική Ισχύς εαρινής Ώρας * Τιμή kWh =
 $=197,739 \text{ kW} * 0,098795 = \mathbf{19,535 \text{ €}}$
- **Εαρινό κόστος Μέρας**= Εαρινό κόστος Ώρας * Ώρες λειτουργίας ανά μέρα =
 $=19,535 \text{ €} * 9 \text{ h} = \mathbf{175,822 \text{ €}}$
- **Χειμερινό κόστος Ώρας**= Ολική Ισχύς χειμερινής Ώρας * Τιμή kWh =
 $=197,739 \text{ kW} * 0,098795 = \mathbf{19,535 \text{ €}}$
- **Χειμερινό κόστος Μέρας**= Χειμερινό κόστος Ώρας * Ώρες λειτουργίας ανά μέρα =
 $=19,535 \text{ €} * 12 \text{ h} = \mathbf{234,42 \text{ €}}$
- **Συνολικό κόστος**=(Εαρινό κόστος μέρας*30*6)+(Χειμερινό κόστος μέρας*30*6) =
 $= (175,822*30*6) + (234,42*30*6) = \mathbf{73.843,56 \text{ €}}$

Γραφικά, το συνολικό ετήσιο κόστος με όλες τις πηγές σε λειτουργία (2^ο σενάριο) σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση, φαίνεται στο επόμενο γράφημα 5.17:



Γράφημα 5.17 Σύγκριση του συνολικού κόστους του 2^{ου} σεναρίου και της υφιστάμενης τεχνολογίας

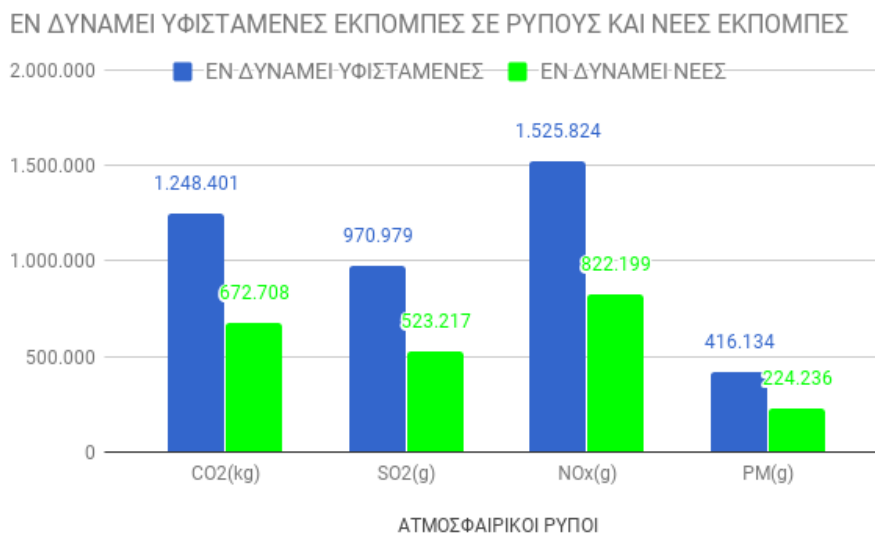
Στον Πίνακα 5.5 φαίνονται συνοπτικά οι πληροφορίες κατανάλωσης για το 2^ο σενάριο λειτουργίας των φωτεινών πηγών σε ηλεκτρικές μονάδες (kWh) και σε μονάδες κόστους (€).

Πίνακας 5.5 Νέο κόστος κατανάλωσης με πλήρη λειτουργία των φωτιστικών πηγών

Λειτουργία	Κατανάλωση (Kwh)	Κόστος (€)
Εαρινούς μήνες (9 ώρες/ημέρα)	1.779,651	175,822
Χειμερινούς μήνες (12 ώρες/ημέρα)	2.382,868	234,42
Νέα Ετήσια (εαρινούς+χειμερινούς μήνες)	747.453,42	73.843,556

5.2.8 Ατμοσφαιρικοί ρύποι δευτέρου σεναρίου

Γραφικά, η σύγκριση των ατμοσφαιρικών ρύπων του 2^{ου} σεναρίου με τους εν δυνάμει ρύπους στην πλήρη λειτουργία των φωτιστικών σωμάτων και πηγών, αλλά της υφιστάμενης τεχνολογίας, δίνεται στο επόμενο γράφημα 5.18:



Γράφημα 5.18 Σύγκριση ατμοσφαιρικών ρύπων 2^{ου} σεναρίου και εν δυνάμει ρύπων υφιστάμενης τεχνολογίας αλλά με πλήρη λειτουργία φωτεινών πηγών

5.3 Οικονομική μελέτη

Παρουσιάζονται εδώ οι τελικοί υπολογισμοί των οικονομικών μεγεθών της πρότασης. Ως επιτόκιο αναγωγής χρησιμοποιείται το $p = 3\%$ με βάση τον επίσημο πληθωρισμό. Επίσης δεν λαμβάνονται υπόψη τυχούσες ανατιμήσεις στα τιμολόγια της ΔΕΗ, πράγμα που εξ αρχής συμβάλλει θετικά στη μελέτη, εφόσον κάθε χρόνο υπάρχουν αυξήσεις στα τιμολόγια. Η εξοικονόμηση που υπολογίζεται δηλαδή με βάση την παρούσα μελέτη, ενδέχεται στην πράξη να είναι ακόμη μεγαλύτερη, λόγω μελλοντικών αυξήσεων των τιμολογίων της ΔΕΗ.

Ο Πίνακας 5.6 δείχνει το κοστολόγιο που δόθηκε από την προμηθεύτρια εταιρία Ledvance όσον αφορά στους λαμπτήρες ανά τεμάχιο.

Πίνακας 5.6 Οικονομικά στοιχεία καταλόγου Osram

ΛΑΜΠΗΤΗΡΑΣ (Είδος)	ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΥ (Ευρώ)
(α) LED 15W (Osram)	14
(β) LED 36W (Osram)	112
(γ) LED 54W (Osram)	142

Στον Πίνακα 5.7 παρουσιάζεται συνολικά το πλήθος των φωτεινών πηγών και το κόστος αυτών ανάλογα με το σενάριο.

Πίνακας 5.7 Συνολικά οικονομικά στοιχεία για τις μελέτες

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	ΛΑΜΠΗΤΗΡΕΣ (Τύπος)	ΣΕΝΑΡΙΟ 1 (τεμάχια)	ΣΕΝΑΡΙΟ 2 (τεμάχια)	ΚΟΣΤΟΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 1 (Ευρώ)	ΚΟΣΤΟΣ ΣΕΝΑΡΙΟΥ 2 (Ευρώ)
(α)	LED 15W (Osram)	898	1087	12572	15218
(β)	LED 36W (Osram)	2074	2806	232288	314272
(γ)	LED 54W (Osram)	230	522	32660	74124
ΣΥΝΟΛΟ	-	3202	4415	277520	403614

Στον Πίνακα 5.8 απεικονίζεται η συνολική ετήσια εξοικονόμηση, ενεργειακή αλλά και οικονομική, για το κάθε σενάριο της μελέτης.

Πίνακας 5.8 Συνολική ετήσια εξοικονόμηση, ενεργειακή και οικονομική, ανά σενάριο

Εξοικονόμηση	Σενάριο 1 ^ο	Σενάριο 2 ^ο
Ενεργειακή (kWh/y)	433.830,98	639.659,16
Οικονομική (€/y)	42.858,13	63.191,16

Ακολουθούν οι οικονομικοί δείκτες βιωσιμότητας της επένδυσης και για τα δύο σενάρια της μελέτης, με ορίζοντα υλοποίησης τα δέκα (10) χρόνια⁴.

1. Για το πρώτο σενάριο:

Χρόνος απόσβεσης της επένδυσης:

⁴Η επιλογή του πλάνου έγινε εκ του ασφαλούς με βάση τον χρόνο ζωής των φωτεινών πηγών.

$$Pp = \frac{\text{Κόστος Επένδυσης}}{\text{Ετήσια Οικονομικά οφέλη}} = \frac{277520}{42858,13} = 6,47 \approx \mathbf{6,5 \text{ χρόνια}}$$

Δείκτης επιστροφής κεφαλαίου:

$$ROI(\%) = \frac{\text{Κέρδη Επένδυσης} - \text{Έξοδα Επένδυσης}}{\text{Έξοδα Επένδυσης}} = \frac{42858,13 - 277520}{277520} = -\mathbf{72\%}$$

Δείκτης καθαρής παρούσας αξίας:

$$NPV = -K_0 + \sum_{t=1}^t \times \frac{KTPt}{(1+p)^t} = -277520 + \sum_1^{10} \times \frac{42858,13t}{(1,03)^t} = \mathbf{88.069\text{€}}$$

2. Για το δεύτερο σενάριο:

Χρόνος απόσβεσης της επένδυσης:

$$Pp = \frac{\text{Κόστος Επένδυσης}}{\text{Ετήσια Οικονομικά οφέλη}} = \frac{403614}{63191,16} = 6,38 \approx \mathbf{6,5 \text{ χρόνια}}$$

Δείκτης επιστροφής κεφαλαίου:

$$ROI(\%) = \frac{\text{Κέρδη Επένδυσης} - \text{Έξοδα Επένδυσης}}{\text{Έξοδα Επένδυσης}} = \frac{63191,16 - 403614}{403614} = -\mathbf{84\%}$$

Δείκτης καθαρής παρούσας αξίας:

$$NPV = -K_0 + \sum_{t=1}^t \times \frac{KTPt}{(1+p)^t} = -403614 + \sum_1^{10} \times \frac{63191,16t}{(1,03)^t} = \mathbf{135.420\text{€}}$$

6. Σχολιασμός Αποτελεσμάτων

Από τους υπολογισμούς που παρατέθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, σε διαγράμματα και πίνακες, διαπιστώθηκε ότι εάν υιοθετηθεί *οποιοδήποτε από τα δύο σενάρια* της παρούσας μελέτης θα συμβούν τα εξής:

- Μεγάλη μείωση στην ενεργειακή κατανάλωση και ως αποτέλεσμα μεγάλη οικονομική ελάφρυνση του Δήμου, λόγω μείωσης των τιμολογίων της ΔΕΗ.
- Μεγάλη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων, λόγω της μείωσης κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας.

Ουσιαστικά, μέσω αντικατάστασης των παλαιών λαμπτήρων συμβατικής τεχνολογίας με νέους τεχνολογίας LED, προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας. Με τη σειρά της, η εξοικονόμηση ενέργειας με την συγκεκριμένη μέθοδο έχει περισσότερα από ένα πλεονεκτήματα και σε περισσότερους από έναν τομείς.

6.1 Ενεργειακό και οικονομικό κέρδος

6.1.1 Σενάριο Πρώτο

Στο πρώτο σενάριο της μελέτης η παραδοχή είναι ότι ο φωτισμός που υφίσταται ήδη είναι επαρκής, παρά το γεγονός ότι δεν λειτουργούν όλες οι φωτεινές πηγές αλλά μόνο ένα ποσοστό τους. Η επέμβαση λοιπόν που προτείνει το 1^ο σενάριο είναι να γίνει αντικατάσταση των συμβατικών λαμπτήρων τεχνολογιών HQL ή CFL με νέους τεχνολογίας LED, μόνο για τις εν ενεργεία φωτεινές πηγές.

Η εξοικονόμηση από την συγκεκριμένη παρέμβαση είναι περίπου στο **μισό** της υφιστάμενης κατανάλωσης, ήτοι ποσοστό της τάξης του **43%**. Πρόκειται για εξοικονόμηση και σε καταναλισκόμενη ισχύ αλλά και σε κόστος. Σε απόλυτους αριθμούς, η **ετήσια** εξοικονόμηση σε καταναλισκόμενη ισχύ είναι **433.830,98 kWh/y** και σε χρηματικό κόστος **42.858,13 €** (Πίνακας 5.8).

6.1.2 Σενάριο Δεύτερο

Στο δεύτερο σενάριο της μελέτης, η παραδοχή είναι ότι ενεργοποιούνται όλα τα φωτιστικά σώματα του Δήμου που χρησιμοποιούν λαμπτήρες συμβατικών τεχνολογιών HQL ή CFL, οπότε θα έχουμε «πλήρη λειτουργία» (εν δυνάμει). Τα σώματα που ενεργοποιούνται είτε ήταν τελείως ανενεργά είτε ήταν ημι-ενεργά (π.χ., στις περιπτώσεις «διμπάλου», λειτουργούσε η μία από τις δύο πηγές). Η παραδοχή του 2^{ου} σεναρίου είναι να φωταγωγηθούν πλήρως σημεία του Δήμου όπως πλατείες, πεζόδρομοι και οδοί με συχνή όδευση (χρήση) πεζών, καθώς θεωρείται ανεπίτρεπτο να υπάρχουν εν έτι 2018 εστίες δημοτικής συγκέντρωσης (π.χ. πλατείες, πάρκα, πεζόδρομοι) χωρίς καθόλου φωτισμό. Η

σύγκριση εδώ γίνεται μεταξύ της εν δυνάμει πλήρους λειτουργίας (α) με συμβατική τεχνολογία και (β) με τεχνολογία LED.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έδειξαν εξοικονόμηση σε ποσοστό του **46%** για την καταναλισκόμενη ισχύ και το οικονομικό κόστος. Σε απόλυτους αριθμούς, προέκυψε **ετήσια** εξοικονόμηση της τάξεως των **639.659,16 kWh/y** σε κατανάλωση ισχύος και **63.191,16€** σε οικονομικό κόστος, (Πίνακας 5.8).

6.2 Βιωσιμότητα επένδυσης

Τα αποτελέσματα των δύο σεναρίων της παρούσας μελέτης, όπως παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, εμφανίζουν τα πλεονεκτήματά τους στον ενεργειακό αλλά και στον οικολογικό τομέα. Στο σημείο αυτό, εξετάζεται καθαρά το οικονομικό πλαίσιο των σεναρίων και της βιωσιμότητας της επένδυσης. Αυτό θα γίνει με την χρήση των αντιστοίχων δεικτών σε σχέση με τον χρόνο ζωής των λαμπτήρων, το κόστος τους, καθώς και τον χρόνο εξέτασης της μελέτης.

6.2.1 Χρόνος ζωής λαμπτήρων

Κάθε λαμπτήρας σύμφωνα με τον Δήμο, λειτουργεί ετησίως επί 3780 ώρες, που προκύπτουν από 1620 ώρες τους θερινούς μήνες και 2160 ώρες τους χειμερινούς μήνες. Οι λαμπτήρες που επιλέχθηκαν έχουν:

- Λαμπτήρες κατηγορίας (Α): 25.000 ώρες ζωής
- Λαμπτήρες κατηγορίας (Β): 50.000 ώρες ζωής
- Λαμπτήρες κατηγορίας (Γ): 50.000 ώρες ζωής

Με ιδανικές συνθήκες η κάθε κατηγορία θα διαρκέσει:

- (Α) $25000/3780 \approx 6,6$ χρόνια
- (Β) $50000/3780 \approx 13,2$ χρόνια
- (Γ) $50000/3780 \approx 13,2$ χρόνια

Επίσης οι λαμπτήρες της κατασκευάστριας εταιρίας Osram εκκινούν από τα 5 χρόνια εγγύησης – διάστημα που βέβαια μπορεί να τροποποιείται κατόπιν συμφωνίας με την εταιρία.

6.2.2 Αποτελέσματα υπολογισμών

Από τα αποτελέσματα των δεικτών που συγκεντρώθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, διαπιστώνονται τα εξής:

1. **Ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης (P_p)** και για τα δύο σεναρία είναι σχεδόν ίδιος δηλαδή περίπου **6,5 χρόνια**. Το αποτέλεσμα αυτό σε συνδυασμό με την υπόθεση ότι η μελέτη θα γίνει με ορίζοντα δεκαετίας (λόγω χρόνου ζωής των λαμπτήρων)

σημαίνει ότι για τα τελευταία **3,5 χρόνια** της δεκαετίας θα προκύψει εξοικονόμηση ίση με **150.000€** για το πρώτο σενάριο και **221.169€** για το δεύτερο, διότι:

- Για το πρώτο σενάριο, από το **Κεφάλαιο 5.3** και τον δείκτη **Pp** έχουμε:
3,5 χρόνια καθαρής εξοικονόμησης οπότε:
 $3,5 * 42853,13 = 149.985,955 \approx 150.000€$
- Για το δεύτερο σενάριο, από το **Κεφάλαιο 5.3** και τον δείκτη **Pp** έχουμε:
3,5 χρόνια καθαρής εξοικονόμησης οπότε:
 $3,5 * 63191,16 = 221.169,06 \approx 221.169€$.

2. **Ο δείκτης επιστροφής κεφαλαίου (ROI %)** και στα δύο σενάρια είναι αρνητικός, αποτέλεσμα λογικό δεδομένου ότι ο συγκεκριμένος δείκτης δεν εξετάζει το χρόνο εξέτασης της μελέτης, παρά την επένδυση ως μεμονωμένη κίνηση. Η συγκεκριμένη μελέτη αποφέρει κέρδος μακροπρόθεσμα και όχι άμεσα. Αυτό παρατηρείται και στον επόμενο δείκτη.
3. **Ο δείκτης καθαρής παρούσας αξίας (NPV, ΚΠΑ)** είναι ο πιο ενδιαφέρων και απασχολεί περισσότερο την μελέτη. Ο δείκτης αυτός και στα δύο σενάρια είναι και θετικός και με μεγάλη τιμή.
 - Για το πρώτο σενάριο προέκυψε **NPV = 88.069 €**,
 - Για το δεύτερο σενάριο προέκυψε **NPV = 135.420 €**.

Συνοψίζοντας, μέσω των ανωτέρω δεικτών αποδεικνύεται και οικονομικά ότι τα σενάρια που προτείνονται είναι κερδοφόρα ως επενδυτικές κινήσεις και υπάρχει λόγος υιοθέτησης και υλοποίησής τους.

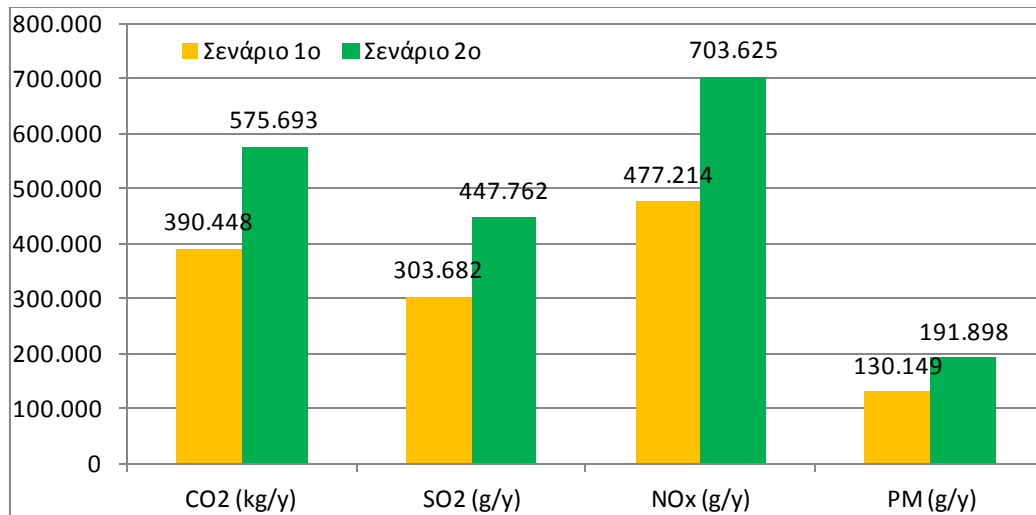
6.3 Οικολογικό κέρδος

Το οικολογικό κέρδος είναι και αυτό με την σειρά του αξιοσημείωτο. Στον **Πίνακα 6.1** δίνεται συνοπτικά η **ετήσια** εξοικονόμηση σε ατμοσφαιρικούς ρύπους ανά σενάριο.

Πίνακας 6.1 Συνολική ετήσια εξοικονόμηση σε ατμοσφαιρικούς ρύπους ανά σενάριο

Εξοικονόμηση σε Ρύπους	CO ₂ (kg/y)	SO ₂ (g/y)	NO _x (g/y)	PM (g/y)
Σενάριο 1 ^ο	390.448	303.682	477.214	130.149
Σενάριο 2 ^ο	575.693	447.762	703.625	191.898

Γραφικά η σύγκριση του οικολογικού οφέλους των δύο σεναρίων δίνεται στο επόμενο γράφημα 6.1:



Γράφημα 6.1 Σύγκριση ετήσιας εξοικονόμησης ατμοσφαιρικών ρύπων ανά σενάριο

Έχει μετρηθεί ότι ένα δάσος ενός στρέμματος μέσα σε ένα χρόνο δεσμεύει από την ατμόσφαιρα περίπου **400 κιλά CO₂** και το μετατρέπει με την φωτοσύνθεση σε 400 κιλά περίπου O₂, από το οποίο περισσότερο από το μισό (περίπου 250 κιλά) μένει ελεύθερο. Τόσο είναι και το οξυγόνο που χρειάζεται (καταναλώνει) ένας άνθρωπος μέσα σε ένα χρόνο.

Επίσης μέσα σε ένα χρόνο, ένα στρέμμα δάσους από πεύκα μπορεί να συκρατήσει **3.200 κιλά στερεών σωματιδίων (σκόνης)** και ένα στρέμμα δάσους οξιάς αντίστοιχα **6.400 κιλά**.

Ένα στρέμμα δάσους ερυθρελάτης απορροφά **25 κιλά SO₂** και άλλων οξειδίων, ενώ ένα στρέμμα δάσους λεύκης μέχρι και **19,3 κιλά**.

Είναι φανερό από τα παραπάνω αριθμητικά στοιχεία το μεγάλο όφελος που συνεπάγονται τα δύο σενάρια της παρούσας μελέτης για το οικοσύστημα της περιοχής των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Μέχρι τώρα ο Δήμος Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνος, για τον φωτισμό του και μόνο, είχε ετησίως εκροές σε ατμοσφαιρικούς ρύπους της τάξεως των 910.000 κιλών CO₂, 708 κιλών SO₂, 1.112 κιλών NO_x και 303 κιλών αιωρούμενων σωματιδίων PM.

Εάν υιοθετήσει τις προτεινόμενες επεμβάσεις, δεν θα προκύψει μόνο εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων σε ποσοστά από **43%** έως **46%**. Αυτά τα ποσοστά ισοδυναμούν περίπου με δένδροφύτευση της τάξεως των **1.000 έως 1.500 στρεμμάτων δάσους** από πεύκα, οξιές, ερυθρελάτη, κτλ., στις περιοχές των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, [\[A14\]](#), [\[A15\]](#). Τα στοιχεία αυτά αποτυπώνονται ακριβέστερα στον **Πίνακα 6.2**.

Πίνακας 6.2 Τελικά συνολικά ετήσια οικολογικά οφέλη σε ισοδύναμα στρέμματα δάσους, για κάθε σενάριο

Εξοικονόμηση	Σενάριο 1 ^ο	Σενάριο 2 ^ο
Αναλογία σε Φύτευση Δάσους (στρέμματα / έτος)	978	1.440

6.4 Μη αποτιμώμενα οφέλη

Παράλληλα προς το (περισσότερο προφανές) οικολογικό όφελος χάρις στη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων, ένα λιγότερο προφανές αλλά σημαντικό όφελος από την υιοθέτηση των προτεινόμενων παρεμβάσεων είναι η μείωση των τοξικών για το περιβάλλον υλικών. Λόγω της σημαντικής διαφοράς μεταξύ των λαμπτήρων LED και των συμβατικών (α) ως προς το μέσο χρόνο ζωής, αλλά και (β) ως προς τα υλικά κατασκευής τους, τα τοξικά κατάλοιπα των παλιών συμβατικών λαμπτήρων θα μειώνονταν σημαντικά μετά την αντικατάστασή τους από LED. Επιπλέον, τα κατάλοιπα των LED ανακυκλώνονται χωρίς να αφήνουν τοξικά υπολείμματα. Έτσι ο κύκλος ζωής των νέων φωτεινών πηγών LED αποφέρει καθαρά οικολογικό κέρδος.

Η υπόθεση στην οποία βασίστηκε το 2^ο σενάριο ήταν ο ελλιπής υφιστάμενος φωτισμός και μάλιστα η έλλειψή του σε αρκετά σημεία μέσα στο Δήμο. Με βάση πάντα τις πληροφορίες που συλλέχτηκαν από τον Δήμο, τα σημεία αυτά είναι κοινωνικού ενδιαφέροντος, καθώς πρόκειται για πλατείες, πάρκα και πεζόδρομοι. Με την επιλογή του **2^{ου} σεναρίου** προκύπτει ένα ακόμη παράπλευρο όφελος, από την πλευρά της κοινωνίας αυτή τη φορά, καθώς πλέον πολλές πλατείες, πάρκα και πεζόδρομοι θα ξανά αποκτήσουν ξανά ασφάλεια κατά τις βραδινές ώρες οπότε θα αξιοποιηθούν από τους δημότες.

Ένα τελευταίο μη αποτιμώμενο όφελος της μελέτης είναι το κοινωνικό όφελος, το οποίο προκύπτει ως αποτέλεσμα του οικονομικού. Δίνει την δυνατότητα στον Δήμο να αξιοποιήσει αυτό το οικονομικό «πλεόνασμα» και να το επενδύσει με τρόπο ώστε να επωφεληθούν οι δημότες του μέσω της κοινωνικής πολιτικής του. Επιπλέον, οι παρεμβάσεις αυτές συμβάλλουν και στη βελτίωση της περιβαλλοντικής συνείδησης των πολιτών, στο βαθμό που θα αναδειχθούν και δημοσιοποιηθούν.

6.5 Πρόταση

Ολοκληρώνοντας τη μελέτη για την εξοικονόμηση σε τομείς όπως η ισχύς, το περιβάλλον και η οικονομία, διατυπώνεται εδώ η τελική πρόταση της εργασίας. Μετά από σύγκριση των δύο σεναρίων, το πιο συμφέρον από κάθε πλευρά είναι να επιλεγθεί **το 2^ο σενάριο**.

Το **2^ο σενάριο** απαιτεί μεγαλύτερο αρχικό κεφάλαιο αλλά υπερτερεί στα εξής σημεία:

- Μεγαλύτερος δείκτης ΚΠΑ (**Κεφ. 5.3**)
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας (**Κεφ. 6.1.2**)
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση σε χρήματα (**Κεφ. 6.1.2**)
- Μεγαλύτερη εξοικονόμηση σε ατμοσφαιρικούς ρύπους (**Κεφ. 6.3**)

Δεδομένης της υπεροχής του σεναρίου στους προαναφερθέντες τομείς αλλά και στα μη αποτιμώμενα (κοινωνικά – οικολογικά) οφέλη, η επιλογή του **2^{ου} Σεναρίου** είναι και κοινωνικά η καλύτερη «επενδυτική» κίνηση για το συγκεκριμένο Δήμο.

7. Σύγκριση με άλλες μελέτες

7.1 Γιατί να επιλεγεί η τεχνολογία LED;

Στην προσπάθεια για εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, η παρούσα εργασία εστίασε στον φωτισμό του Δήμου. Στην πορεία της αναζήτησης τρόπων εξοικονόμησης ενέργειας μέσω του φωτισμού, εντοπίστηκαν οι λαμπτήρες τεχνολογίας LED. Η επιλογή των LED λοιπόν δεν έγινε τυχαία αλλά προέκυψε κατά την αναζήτηση λύσεων σε ένα υπαρκτό πρόβλημα. Προς τεκμηρίωση της επιλογής αυτής, αναφέρεται εδώ πως οι φωτεινές πηγές LED εκτός από τα πολλά ηλεκτρονικά πλεονεκτήματα, έχουν και οικολογικά πλεονεκτήματα. Τα ηλεκτρονικά πλεονεκτήματα τους είναι τα εξής [7], [Δ15] :

- **Η απόδοση σε φως:** Η φωτεινή απόδοση των LED αυξάνεται συνεχώς και υπολογίζεται ότι κάθε τρία χρόνια θα διπλασιάζεται.
- **Το φάσμα επιλογών της θερμοκρασίας χρώματος (CCT):** Τα LED που υπάρχουν στην αγορά κυμαίνονται από 3.000°K έως 6.500°K, ενώ υπάρχουν επίσης και φωτιστικά με συστοιχίες LED που προσφέρουν εναλλαγή θερμοκρασίας χρώματος κατ' επιλογή από 2.700°K - 3.000°K μέχρι και άνω των 5.000°K.
- **Η κατανάλωση σε ενέργεια:** Τα LED καταναλώνουν σημαντικά λιγότερη ενέργεια από τους συμβατικούς λαμπτήρες προσφέροντας την ίδια φωτεινή ροή.
- **Η έκλυση θερμότητας:** Τα LED μετατρέπουν την ενέργειά τους κυρίως σε φως. Πολύ μικρό ποσοστό μετατρέπεται σε θερμότητα (10%-20%).
- **Η χρωματική απόδοση:** Τα LED έχουν δείκτη Ra > 70.
- **Η κατευθυντικότητα:** Τα LED με την χρήση φακών μπορούν και αξιοποιούν το φως, κατευθύνοντας τη φωτεινή δέσμη. Έτσι τα φωτιστικά σώματα με LED μπορούν να προσαρμοστούν πιο εύκολα στις εκάστοτε απαιτήσεις.
- **Ο χρόνος απόκρισης:** Τα LED επιτυγχάνουν το 100% της φωτεινότητάς τους σχεδόν ακαριαία από την στιγμή που θα τροφοδοτηθούν με ηλεκτρικό ρεύμα, αλλά και σε περίπτωση επανέντασης. Επίσης δεν επηρεάζονται από το περιοδικό ON/OFF οπότε είναι ιδανικά για εφαρμογές στις οποίες απαιτούνται διαρκείς εναύσεις και διακοπές, καθώς αυτές δεν επηρεάζουν τη λειτουργία τους και τη διάρκεια ζωής τους.
- **Η μεγάλη διάρκεια ζωής:** Τα LED εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το ρεύμα οδήγησής τους και από τη θερμοκρασία που αναπτύσσεται κατά τη λειτουργία τους. Με σωστή οδήγηση και απαγωγή θερμότητας μπορούν να κρατήσουν μέχρι και 10 χρόνια.
- **Το μέγεθος:** Τα LED μπορούν να κατασκευαστούν και σε πολύ μικρά μεγέθη, πράγμα που τα καθιστά εξαιρετικά εύχρηστα. Το φως που εκπέμπει μια ψηφίδα LED είναι το ίδιο με αυτό μιας συμβατικής λάμπας. Όμως το μέγεθός του μας δίνει την δυνατότητα να τοποθετήσουμε πολλά LED μαζί δημιουργώντας συστοιχίες (LED arrays) με πολλαπλάσιο οπτικό αποτέλεσμα.
- **Η αντοχή:** Τα LED είναι ηλεκτρονικές διατάξεις στερεάς κατάστασης (solid state electronics), καθώς κατασκευάζονται από ημιαγωγούς – στοιχείο που τα καθιστά

εξαιρετικά ανθεκτικά σε μηχανικές καταπονήσεις, σε αντίθεση με τους κοινούς λαμπτήρες.

- **Οι πολλαπλές επιλογές ελέγχου:** Στα LED μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικά συστήματα ελέγχου για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας χρώματος, της απόχρωσης και της έντασης φωτισμού. Επίσης με χρήση αισθητήρων μπορούμε εύκολα ανά πάσα στιγμή να διαπιστώσουμε την πτώση της απόδοσης τους, (lumen depreciation).
- **Η διαρκής εξέλιξη και ανάπτυξη:** Τα LED είναι ένας συνεχώς αναπτυσσόμενος τεχνολογικά τομέας, (π.χ. Organic LED, κλπ.) πράγμα που τον καθιστά πεδίο εφαρμογής και εξέλιξης με προοπτικές πολλαπλών πλεονεκτημάτων στο μέλλον.

Τα οικολογικά πλεονεκτήματά τους είναι τα εξής:

- **Η περιεκτικότητα σε τοξικά μέταλλα ή χημικά:** Τα LED δεν περιέχουν υδράργυρο, μόλυβδο και άλλα τοξικά χημικά. Υπολογίζεται πως σε όλο τον κόσμο οι συμβατικοί λαμπτήρες καταλήγουν ανά 3 με 5 χρόνια στις χωματερές, δημιουργώντας μεγάλο περιβαλλοντικό πρόβλημα. Τα LED είναι πλήρως ανακυκλώσιμα και δεν αποτελούν επικίνδυνο απόβλητο.
- **Η ακτινοβολία φάσματος:** Τα LED δεν παράγουν ακτινοβολία έξω από τα όρια του ορατού φάσματος. Αυτό σημαίνει πως καμία επιβλαβής υπέρυθη ή υπεριώδης ακτινοβολία δεν εκπέμπεται κατά τη λειτουργία τους.

Επειδή όμως τίποτα δεν είναι τέλειο και δεν υπάρχει επιλογή χωρίς μειονεκτήματα, παρατίθενται στη συνέχεια τα σημαντικότερα εξ αυτών:

- **Υψηλό κόστος απόκτησης:** Οι λαμπτήρες LED είναι μέχρι και σήμερα πιο ακριβοί από τους συμβατικούς – αν και μακροπρόθεσμα το στοιχείο αυτό φαίνεται να αλλάζει.
- **Θερμοκρασιακή εξάρτηση:** Η απόδοση των λαμπτήρων LED εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Σε υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος, τα LED μπορούν να οδηγηθούν σε υπερθέρμανση, με τελικό αποτέλεσμα την βλάβη τους. Οι λαμπτήρες LED δοκιμάζονται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 25°C, η οποία είναι επαρκής για τους περισσότερους οικιακούς χώρους. Ωστόσο, σε πιο δύσκολες περιοχές, με ακραίες συνθήκες περιβάλλοντος, μπορεί να υπάρχει μια μείωση στα επίπεδα φωτός μαζί με μια δυσμενή επίδραση στη διάρκεια ζωής του λαμπτήρα. Για το λόγο αυτό υπάρχουν ειδικά σχεδιασμένα φώτα LED για χρήση σε επικίνδυνες και ακραίες συνθήκες.
- **Εναισθησία στις αλλαγές τάσης:** Τα LED απαιτούν σταθεροποιημένη τροφοδοσία ώστε το τροφοδοτικό να τους παρέχει ρυθμιζόμενο ρεύμα.
- **Αμφιβολία για το φως του μπλε LED:** Υπάρχει μια ανησυχία ότι το μπλε LED υπερβαίνει τα ασφαλή όρια του λεγόμενου κινδύνου από το μπλε φως, όπως ορίζεται στις προδιαγραφές ασφάλειας για τα μάτια. Αυτή την άποψη έχει αρχίσει να προκαλεί μελέτες και έρευνες σε έναν ευρύ επιστημονικό κύκλο. Οι έρευνες έχουν ξεκινήσει από το πανεπιστήμιο Complutense της Μαδρίτης (Ισπανία) από το Τμήμα Ερευνών με επικεφαλής την Celia Sánchez Ramos, καθηγήτρια του Τμήματος Οπτομετρίας του Πανεπιστημίου.

7.2 Εσωτερική Ανασκόπηση

Από την αρχή της η εργασία επικεντρώθηκε σε έννοιες όπως η εξοικονόμηση και ειδικότερα η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας. Έγινε αναφορά στο νόημά της, το λόγο ύπαρξής της και τρόπους εξασφάλισής της. Η εργασία κατέληξε να συμβάλει σε αυτό προτείνοντας τεχνολογικές λύσεις και τρόπους εφαρμογής σε έναν συγκεκριμένο τομέα, αυτόν του φωτισμού σε ένα Δήμο της Αττικής. Η μελέτη, αν και περιορισμένη ως προς την έκταση εφαρμογής της, επιτυγχάνει ακριβώς αυτό που τέθηκε ως στόχος της εργασίας, δηλαδή ότι με μία μικρή επέμβαση και με μία σχετικά μικρή όχληση μπορεί να υπάρξει αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας ενώ ταυτόχρονα θα ωφεληθεί και το περιβάλλον και η τοπική κοινωνία. Τα αποτελέσματα ήταν από την πλευρά αυτή εντυπωσιακά: σε έναν αρκετά μικρό Δήμο, με μία αρκετά μικρή σε έκταση μελέτη, αποδείχθηκε ότι είναι δυνατόν να προκύψει εξοικονόμηση ενεργειακή, οικονομική αλλά και οικολογική. Αξίζει να αναλογιστεί κανείς μία ολική αντικατάσταση στον φωτισμό του Δήμου αλλά και κάθε Δήμου στη χώρα, και το συνεπαγόμενο μέγεθος της εξοικονόμησης. Αυτό το στοιχείο και μόνο δικαιώνει μιας τέτοια μελέτη αλλά και την υλοποίησή της.

Βέβαια, ο βαθμός δυσκολίας που παρουσιάζει μία τέτοια μελέτη κάθε άλλο παρά μηδαμινός είναι. Επιπλέον, δυστυχώς η νέα γνώση και η εφαρμογή της δεν εξυπηρετούν πάντα τα κοινά, δημόσια συμφέροντα. Εξάλλου, φαίνεται ότι η γνώση δύσκολα μοιράζεται, αντίθετα με ότι νομίζουν ή θέλουν να παρουσιάζουν πολλοί. Στη συγκεκριμένη εργασία τα μεγαλύτερα εμπόδια αφορούσαν τη συλλογή των δεδομένων πάνω στα οποία στηρίχθηκε η μελέτη και τα σενάρια. Οι εταιρείες του συγκεκριμένου τομέα, κατασκευάστριες και προμηθεύτριες, δεν διαθέτουν ελεύθερα την τεχνογνωσία τους ούτε ακόμα για εκπαιδευτικό σκοπό, όπως είναι η παρούσα εργασία, καθώς θεωρούν ότι η τεχνογνωσία αποτελεί συγκριτικό επιχειρησιακό τους πλεονέκτημα. Επιπλέον, εταιρίες με τεχνική εμπειρία δεν αποκαλύπτουν εύκολα μεθόδους που θα διευκόλυναν σημαντικά μία αντίστοιχη μελέτη, αν και έχουν στο ενεργητικό τους μεγάλη γκάμα από τέτοιες μελέτες, καθώς θεωρούν ότι αυτό θα έθετε σε κίνδυνο τα κέρδη τους ή την ενδεχομένως προνομιακή / μονοπωλιακή θέση τους στη σχετική αγορά. Τέλος, πολλές τεχνικές πληροφορίες για τα προϊόντα που διαθέτουν διαπιστώθηκε ότι ήταν ελλιπείς ή και ακόμα εσφαλμένες, με αποτέλεσμα να μην μπορεί εύκολα να πάρει κάποιος ακριβή αποτελέσματα.

Αποτελεί συνεπώς πηγή ικανοποίησης ότι η παρούσα εργασία έφερε εις πέρας την τεχνολογική μελέτη παρά τις προαναφερθείσες δυσκολίες και μάλιστα ότι μπόρεσε να τεκμηριώσει σημαντικά συμπεράσματα.

7.3 Εξωτερική Ανασκόπηση

Η παρούσα εργασία στόχευσε να συν-αποδείξει ότι η εξοικονόμηση ενεργειακών και οικονομικών πόρων μέσω παρεμβάσεων στον οδοφωτισμό ενός Δήμου είναι λύση εφικτή, βιώσιμη και ωφέλιμη, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Για το σκοπό αυτό έγινε μία γενικότερη έρευνα σχετικά με το τι εφαρμόζεται ευρύτερα αλλά και στους κύκλους της κοινότητας που ασχολείται με την εξοικονόμηση ενέργειας όπως επίσης και στην αντίστοιχη αγορά. Ολοένα και περισσότερες έρευνες γίνονται πάνω στα LED με σκοπό την αύξηση της απόδοσής τους αλλά και την μείωση του κόστους τους, με τελικό αποδέκτη τον τελικό

χρήστη. Οι Δήμοι, ο ένας μετά τον άλλον, προχωρούν σταδιακά στην αντικατάσταση των παλαιών, συμβατικών λαμπτήρων με λαμπτήρες LED. Αλλά και γενικότερα όλη η Ευρώπη και ο κόσμος στρέφονται σταδιακά προς την έννοια της εξοικονόμησης ενέργειας και υιοθετούν αντίστοιχες πρακτικές. Κατόπιν των ανωτέρω και λαμβάνοντας υπόψη τις υπάρχουσες μελέτες που έχουν ασχοληθεί εκτενώς με το θέμα της εξοικονόμησης ενέργειας μέσω του οδοφωτισμού, μπορεί να διατυπωθεί η άποψη ότι η παρούσα μελέτη είναι ευθυγραμμισμένη με τις τρέχουσες εξελίξεις και αλλαγές, τόσο στο εθνικό όσο και στο διεθνές επίπεδο.

8. Συμπεράσματα

8.1 Γενικά συμπεράσματα

Η εργασία επικεντρώνεται σε ένα σημαντικό ζητούμενο, που απασχολεί τόσο την επιστημονική κοινότητα όσο και τους απλούς πολίτες, αυτό της Εξοικονόμησης Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΕΞΗΕ). Αφού έγινε εκτενής αναφορά στην υφιστάμενη κατάσταση, παγκόσμια αλλά και εγχώρια, διατυπώθηκε μία υπόθεση και πάνω σε αυτήν εκπονήθηκε μία μελέτη.

Ορισμένες από τις πηγές που χρησιμοποιήθηκαν σ' αυτή την εργασία εντοπίστηκαν μετά από έρευνα στις ιστοσελίδες:

- Των Ηνωμένων Εθνών: πλαίσια και συζητήσεις σχετικά με την κλιματική αλλαγή.
- Του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας: μελέτες και στατιστικά στοιχεία κατανομής της ενέργειας.
- Της Ευρωπαϊκής Επιτροπής: πλαίσιο ενεργειακής στρατηγικής και ένωσης της ενέργειας.
- Του Υπουργείου του Περιβάλλοντος: πλαίσια της εγχώριας κατάστασης της ενέργειας σε σχέση με το περιβάλλον.
- Του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΑΠΕΕ): πλαίσια ορθολογικής χρήσης και εξοικονόμησης ενέργειας.

Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να διερευνηθεί αν και σε ποιο βαθμό επιτυγχάνεται ΕΞΗΕ από την αλλαγή των συμβατικών φωτεινών πηγών με νέες, σύγχρονης τεχνολογίας LED. Η μελέτη έγινε για τον οδοφωτισμό του Δήμου Νέας Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνας, που είναι ένας από τους ιστορικότερους και μεγαλύτερης έκτασης Δήμους της Αττικής.

Οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για τη βασική θεωρία της Φωτοτεχνίας και του οδοφωτισμού ήταν οι εξής:

- Βιβλία Φωτοτεχνίας του καθηγητή του ΕΜΠ κ. Φρ. Β. Τοπαλή,
- Πρότυπα ΕΛΟΤ CEN/TR 13201.01, 02, 03, 04 «Φωτισμός οδών», και
- Οδηγίες της Commission Internationale de l' Eclairage σε σχέση με τον φωτισμό.

Ως μεθοδολογία ακολουθήθηκαν τα εξής βήματα:

- Συνεχής επικοινωνία με στελέχη του Δήμου για άντληση δεδομένων λειτουργίας των φωτιστικών σωμάτων, κλπ.
- Επιτόπια καταγραφή των υφιστάμενων τεχνικών δεδομένων των φωτιστικών σωμάτων και των πηγών του Δήμου,
- Ανάλυση των υφιστάμενων φωτεινών πηγών και σωμάτων, όσον αφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.
- Κατάστρωση του προβλήματος και δημιουργία της υφιστάμενης φωτοτεχνικής μελέτης.
- Έρευνα και μελέτη συμβατότητας των τεχνικών χαρακτηριστικών των νέων φωτεινών πηγών.
- Σύνταξη και ανάλυση δύο προτεινόμενων Σεναρίων φωτοτεχνικής μελέτης με διαφορά στο πλάνο υλοποίησης.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν, αναλύθηκαν και καταγράφηκαν σε ένα λογιστικό φύλλο (Microsoft Excel), σε πίνακα δεδομένων με περίπου **386.000** καταχωρήσεις. Τα δεδομένα αφορούσαν :

- **100** Καταγραφές του Δήμου σε δρόμους, πλατείες, πάρκα και πεζοδρόμους,
- **2524** Φωτιστικά Σώματα,
- **4857** Φωτεινές πηγές.

Με βάση την έρευνα και την μελέτη, προτάθηκαν δύο ενδεχόμενα σενάρια:

- ✓ **1^ο Σενάριο:** Αντικατάσταση των εν λειτουργία φωτεινών πηγών στις κατηγορίες των **23W, 80W, 120W**, (ήτοι **3202** φωτεινές πηγές συνολικά).
- ✓ **2^ο Σενάριο:** Αντικατάσταση **όλων** των φωτεινών πηγών του Δήμου (ενεργών, ημι-ενεργών, ανενεργών) στις ίδιες κατηγορίες (ήτοι **4415** φωτεινές πηγές συνολικά).

Κατόπιν εξέτασης μεγάλης γκάμας λαμπτήρων LED που διατίθενται στο εμπόριο και ελέγχου συμβατότητας στα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, επιλέχθηκαν δύο (2) μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν σε όλη την μελέτη. Τα αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα όσον αφορά την Εξοικονόμηση σε ενεργειακούς και οικονομικούς πόρους.

Εξοικονόμηση	Σενάριο 1 ^ο	Σενάριο 2 ^ο
Ενεργειακή (kWh/y)	433.830,98	639.659,16
Οικονομική (€/y)	42.858,13	63.191,16

Ως βέλτιστη πρόταση κατέστη φανερό ότι ήταν αυτή του **2^ο σεναρίου**, όπου το κόστος μειώθηκε σε ποσοστά της τάξεως του **46%** και υπάρχουν παράλληλα πολλαπλά οφέλη από άλλους τομείς.

Για την οικολογική μελέτη ως βάση χρησιμοποιήθηκαν:

- Πληροφορίες από την ΔΕΗ, όσον αφορά στους εκπεμπόμενους ρύπους από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του λιγνίτη.
- Πληροφορίες από την γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης, Προστασίας Δασών και Αγρο-περιβάλλοντος, όσον αφορά στις αντιστοιχίες ατμοσφαιρικών ρύπων σε ισοδύναμη φύτευση (δέντρα).

Για τα δύο σενάρια που μελετήθηκαν, η μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων είναι θεαματική και αποτυπώνεται στον ακόλουθο πίνακα:

Εξοικονόμηση σε Ρύπους	CO ₂ (kg/y)	SO ₂ (g/y)	NO _x (g/y)	PM (g/y)
Σενάριο 1 ^ο	390.448	303.682	477.214	130.149
Σενάριο 2 ^ο	575.693	447.762	703.625	191.898

Τέλος, σε περίπτωση που ο Δήμος αποφασίσει την υλοποίηση της μελέτης αυτής, το ισοδύναμο περιβαλλοντικό όφελος σε δενδροφύτευση στις περιοχές των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αποτιμάται σε 978 στρέμματα/έτος και 1440 στρέμματα/έτος για το 1^ο και 2^ο σενάριο αντίστοιχα, γεγονός ανεκτίμητο για την υγεία της τοπικής κοινωνίας.

Εξοικονόμηση	Σενάριο 1^ο	Σενάριο 2^ο
Αναλογία σε Φύτευση Δάσους (στρέμματα/έτος)	978	1.440

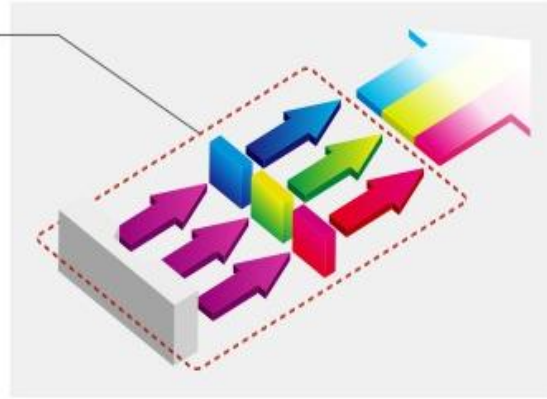
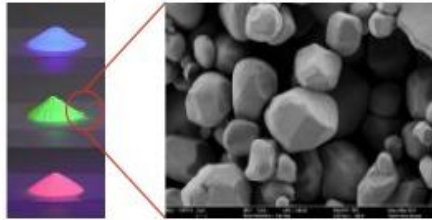
8.2 Μελλοντικές προεκτάσεις – Συζήτηση

Ο 1^{ος} Νόμος της Θερμοδυναμικής αναφέρει πως η ενέργεια δεν μπορεί να δημιουργηθεί από το μηδέν και δεν μπορεί να καταστραφεί, κοινώς δεν «χάνεται», αλλάζει μόνο μορφή και τόπο, αλλά στο σύνολο της η ενέργεια παραμένει σταθερή. Με την ίδια λογική, η ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας είναι και μία νέα αρχή, ένα νέο ξεκίνημα με ένα νέο τρόπο σκέψης και προσέγγισης της ενέργειας, στηριγμένο στην έννοια της Εξοικονόμησης. Όσον αφορά στις μελλοντικές προοπτικές, η διατήρηση και βελτίωση της ζωής του ανθρώπου απαιτεί όλοι να δραστηριοποιηθούν και να αλλάξουν τρόπο σκέψης, προτάσσοντας την εξοικονόμηση κάθε είδους ενέργειας και πόρων και εγκαταλείποντας κάθε αλόγιστη χρήση ή και κατάχρηση. Όπως διατυπώνεται και στο σχετικό περιβαλλοντικό slogan για το νερό, «Προσέχουμε για να έχουμε»! Στην πορεία προς το στόχο αυτό, στις μέρες μας έχουμε έναν πολύ μεγάλο σύμμαχο, την Επιστήμη και την Τεχνολογία. Ενημερωνόμενοι και αναβαθμίζοντας την παιδεία μας, εξελίσσουμε τους εαυτούς μας και γινόμαστε διαρκώς πιο ενεργοί και ικανοί στην βοήθεια και φροντίδα της ίδιας μας της κοινωνίας.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά στην παρούσα μελέτη και τα αποτελέσματά της, θεωρούμε ότι εάν ο Δήμος διαπίστωνε στην πράξη ότι τα αποτελέσματα της ΕΞΕ είναι τόσο θετικά μόνο από την εφαρμογή της στον οδοφωτισμό, τότε θα προχωρούσε να την επεκτείνει σε όλες του τις δραστηριότητες. Οι φωτεινοί σηματοδότες, οι φωτισμοί δημοτικών κτιρίων και εγκαταστάσεων, και άλλες εφαρμογές θα πρέπει και αυτοί να ακολουθήσουν με την σειρά τους εντασσόμενοι σε προγράμματα εξοικονόμησης. Ρεαλιστική προοπτική αποτελεί η λύση να εγκατασταθούν έξυπνα συστήματα ελέγχου στα φωτιστικά σώματα, όπως έλεγχος κίνησης, συλλογής στατιστικών δεδομένων, αμφίδρομης επικοινωνία μεταξύ τους, έτσι ώστε να ξέρουν πού και πότε χρειάζεται να υπάρχει φωτισμός, πότε και για πόσο χρόνο, με την λιγότερη απώλεια ενέργειας.

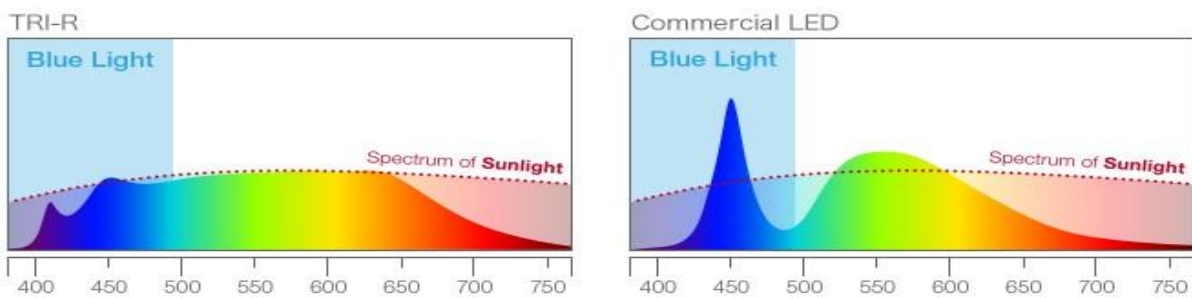
Όσον αφορά στο φωτισμό, τα LED καθημερινά και γίνονται καλύτερα και αποδοτικότερα με μικρότερη κατανάλωση και χαμηλότερο κόστος. Εταιρίες-κολοσσοί στο είδος τους αφιερώνουν όλο και μεγαλύτερα κονδύλια στην έρευνα και ανάπτυξη για την εξέλιξη των LED. Η εταιρία Toshiba, π.χ., ανέπτυξε πρόσφατα μία νέα γενιά LED, τα TRI-R [\[A16\]](#).

When irradiate lights within phosphor wave, longer wave of fluorescence germinate compare to irradiation light, which is call excitation emission. Since excitation emission has longer wave in comparison to irradiation light, TRI-R forms white emission by Purple LED that has shorter wave to Blue, and with the combination of phosphors base on RGB, create much natural white color.



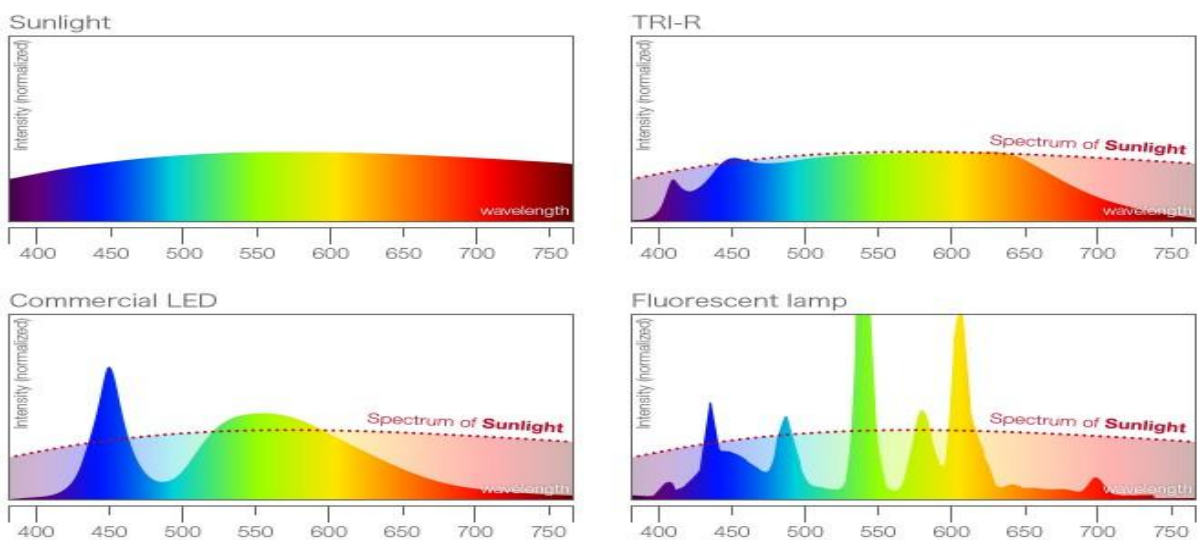
Εικόνα 8.1 Σχηματικό διάγραμμα του τρόπου εκπομπής φωτός στα νέα TRI-RLED

Με τα TRI-R LED επιτεύχθηκε η παραγωγή φωτός με φυσικό και ομαλό συνεχές φάσμα. Αυτό προέκυψε από το συνδυασμό των μωβ LED, κατασκευασμένων με την τελευταία λέξη της τεχνολογίας της εταιρίας μέχρι τώρα, και της αρχικής τεχνολογίας φωσφόρου. Αποτέλεσμα είναι τα νέα TRI-R LED, τα οποία μετατρέπουν όλες τις εκπομπές LED σε λευκό φως, φιλικό προς τον άνθρωπο παρόμοιο με αυτό του ήλιου.



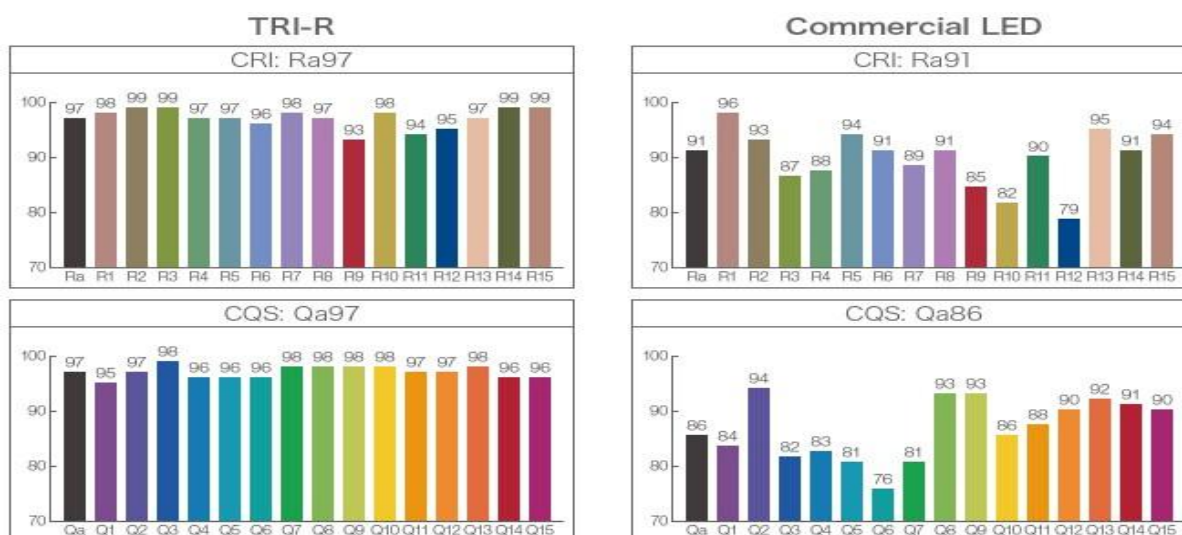
Εικόνα 8.2 Φάσμα λευκού φωτός από το νέο TRI-RLED σε σχέση με το φάσμα λευκού φωτός ενός άλλου εμπορικού LED

Οι επιστήμονες και μηχανικοί που ανέπτυξαν αυτή την γενιά των LED δίνουν εν μέρει και μία απάντηση στις ανησυχίες για μερική ή ολική τύφλωση που μπορεί να οδηγήσει η εκτεταμένη έκθεση του ανθρώπου στο φωτισμό με LED.



Εικόνα 8.3 Συγκρίσεις των σχετικών αντίστοιχων φασμάτων

Τα TRI-R LED όχι μόνο είναι φιλικά προς τον άνθρωπο αλλά έχουν και καλύτερα χαρακτηριστικά από τα άλλα της κατηγορίας τους (που παράγουν λευκό φως με κυρίαρχο το μπλε LED). Έχουν καλύτερη χρωματική απόδοση, ενώ καλύπτουν αρκετές θερμοκρασίες χρώματος με αποτέλεσμα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε πιο απαιτητικές σε φωτισμό περιστάσεις, όπως μουσεία ή γκαλερί έργων τέχνης.



Εικόνα 8.4 Συγκρίσεις απόδοσης χρώματος, ποιότητας των νέων TRI-RLED σε σχέση με άλλα εμπορικά LED

Συμπερασματικά λοιπόν, η εξοικονόμηση ενέργειας έχει περίοπτη θέση στο ζήτημα της ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης της ενέργειας. Σ' αυτή την κατεύθυνση θα συνεχίσουν να πορεύονται και να εξελίσσονται τα LED, καθώς αποδεικνύεται ότι ως πηγές φωτός είναι αποδοτικότερα, εύκολα στη χρήση τους, φιλικά προς το περιβάλλον αλλά και σημείο εκκίνησης για την έρευνα και ανάπτυξη νέων εφαρμογών και καινοτομιών.

Παράθεση Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 3.1 ΑΡΧΗ ΛΑΜΠΤΗΡΑ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ [URL:WWW.SLIDEPLAYER.GR/SLIDE/2883945].....	23
ΕΙΚΟΝΑ 3.2 ΣΥΜΠΑΓΗΣ ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ [URL: HTTPS://WWW.EETIMES.COM/DOCUMENT.ASP?DOC_ID=1272528]...	24
ΕΙΚΟΝΑ 3.3ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ ΗQI [URL: WWW.LEDVANCE.GR]	24
ΕΙΚΟΝΑ 3.4 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ ΝΑ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ [URL: HTTP://HGI-FIRE.COM/BLOG/WAREHOUSE-FIRE-HAZARDS-PART-1-HIGH-INTENSITY-DISCHARGE-LIGHTING].....	25
ΕΙΚΟΝΑ 3.5 ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΑΜΠΤΗΡΑ ΝΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ [URL: HTTP://WWW.LAMPTECH.CO.UK/DOCUMENTS/SO%20INTRODUCTION.HTM]	26
ΕΙΚΟΝΑ 3.6 ΛΑΜΠΤΗΡΑΣ LED [URL: WWW.THELEDCOMPANY.GR/LED].....	26
ΕΙΚΟΝΑ 3.7 ΛΑΘΟΣ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ [URL:WWW.OAEDHELECTROLOGOI.BLOGSPOT.GR/2016/11/BLOG-POST_25.HTML].....	27
ΕΙΚΟΝΑ 3.8 ΣΩΜΑΤΑ ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ [URL: WWW.OAEDHELECTROLOGOI.BLOGSPOT.GR/2016/11/BLOG-POST_25.HTML].....	28
ΕΙΚΟΝΑ 3.9 ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΥΠΟΥ 1	29
ΕΙΚΟΝΑ 3.10 ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΥΠΟΥ 2	29
ΕΙΚΟΝΑ 3.11 ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΥΠΟΥ 3	29
ΕΙΚΟΝΑ 3.12 ΔΙΑΣΠΟΡΑ ΤΥΠΟΥ 4	29
ΕΙΚΟΝΑ 3.14 ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ΔΡΟΜΟΥ ΤΥΠΟΥ NONCUTOFF	30
ΕΙΚΟΝΑ 3.15 ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ΔΡΟΜΟΥ ΤΥΠΟΥ SEMICUTOFF	30
ΕΙΚΟΝΑ 3.16 ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ΔΡΟΜΟΥ ΤΥΠΟΥ CUTOFF	30
ΕΙΚΟΝΑ 3.17 ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ΔΡΟΜΟΥ ΤΥΠΟΥ FULLCUTOFF	30
ΕΙΚΟΝΑ 3.18 ΜΟΝΟΠΛΕΥΡΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	31
ΕΙΚΟΝΑ 3.19 ΑΞΟΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	31
ΕΙΚΟΝΑ 3.20ΑΜΦΙΠΛΕΥΡΗ ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	31
ΕΙΚΟΝΑ 3.21 ΑΜΦΙΠΛΕΥΡΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	31
ΕΙΚΟΝΑ 3.22 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ [URL: HTTPS://ELECTRICALNOTES.WORDPRESS.COM/2014/05/04/CALCULATE-NO-OF-STREET-LIGHT-POLES]	32
ΕΙΚΟΝΑ 3.23ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ΣΤΑ 12ΜΕΤΡΑ,ΤΥΠΟΥ SEMICUTOFF ΣΕ ΜΟΝΟΠΛΕΥΡΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΕΠΙ ΤΗΣ ΛΕΩΦΟΡΟΥ ΔΕΚΕΛΕΙΑΣ, ΜΕ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ ΝΑ 400 WATT	34
ΕΙΚΟΝΑ 3.24 ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ΣΤΑ 5 ΜΕΤΡΑ, ΤΥΠΟΥ SEMICUTOFF ΣΕ ΣΤΥΛΟ ΤΗΣ ΔΕΗ ΠΕΡΙΜΕΤΡΙΚΑ ΤΗΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ ΜΟΥΣΤΑΚΛΗ, ΜΕ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ ΝΑ 150 WATT	34
ΕΙΚΟΝΑ 3.25 ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ ΣΤΑ 3ΜΕΤΡΑ ΤΥΠΟΥNONCUTOFF ΣΕ ΚΛΑΣΙΚΟ «ΔΙΜΠΑΛΟ,ΜΠΑΛΑ» ΜΕ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ CFL 23WATT ΚΑΙ ΠΡΟΒΟΛΕΑΣ ΣΤΑ 5ΜΕΤΡΑ ΜΕ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ ΗQI 150WATT ΕΠΙ ΤΗΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ ΜΙΚΡΑΣΙΑΤΩΝ.....	35
ΕΙΚΟΝΑ 3.26 ΤΙΜΟΛΟΓΙΟ ΔΕΗ ΓΙΑ ΔΗΜΟΥΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΟΤΗΤΕΣ, ΕΜΕΙΣ ΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΘΑ ΘΕΩΡΗΣΟΥΜΕ ΤΟ ΜΕΣΟ ΟΡΟ ΤΩΝ ΧΡΕΩΣΕΩΝ [ΠΗΓΗ: ΤΙΜΟΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΕΗ, URL: WWW.DEI.GR]	36
ΕΙΚΟΝΑ 4.1 ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΒΟΡΕΙΟ ΤΜΗΜΑ (ΣΥΝΟΡΟ) ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ. ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ ΔΡΟΜΟΥΣ ΑΡΚΕΤΕΣ ΠΛΑΤΕΙΕΣ ΑΛΛΑ ΚΑΙ ΠΕΖΟΔΡΟΜΟΥΣ.....	38
ΕΙΚΟΝΑ 4.2 ΒΑΣΙΚΗ Η ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΠΕΡΙΧΕΙ ΜΙΑ ΜΕΓΑΛΗ ΕΚΤΑΣΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΚΥΡΙΩΣ ΒΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΚΕΝΤΡΟΥ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ. ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ ΚΑΙ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ (ΠΕΡΙΟΧΗΣ). ΠΟΛΛΟΙ ΔΡΟΜΟΙ ΠΟΛΛΕΣ ΠΛΑΤΕΙΕΣ ΚΑΙ ΠΟΛΛΟΙ ΠΕΖΟΔΡΟΜΟΙ, ΓΗΠΕΔΑ 5Χ5 ΚΑΙ ΣΧΟΛΕΙΑ.....	39
ΕΙΚΟΝΑ 4.3 ΠΛΗΣΙΑΖΟΝΤΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ	40
ΕΙΚΟΝΑ 4.4 ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΕΟΝ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ ΚΑΙ ΑΡΧΗ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΝΕΑΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ.....	41
ΕΙΚΟΝΑ 4.5 ΤΟ ΑΛΛΟ, ΒΟΡΕΙΟ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΣΥΝΟΡΟ ΚΑΙ ΑΚΡΟ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ	42
ΕΙΚΟΝΑ 4.6 ΚΕΝΤΡΟ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΤΗΣ ΝΕΑΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ	43
ΕΙΚΟΝΑ 4.7 ΤΕΛΙΚΟ ΑΚΡΟ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ ΝΕΑΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΙΚΟΥ ΔΗΜΟΥ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ. ΤΕΛΟΣ ΜΕΛΕΤΩΜΕΝΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	44
ΕΙΚΟΝΑ 4.8 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ CFL 23W ΤΗΣ PHILIPS [URL : WWW.PHILIPS.GR]	45
ΕΙΚΟΝΑ 4.9 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ ΗQI 70W, 150W ΤΗΣ OSRAM[URL: WWW.OSRAM.COM]	46

ΕΙΚΟΝΑ 4.10 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ HQI 250W, 400W ΤΗΣ OSRAM [URL:WWW.OSRAM.COM]	47
ΕΙΚΟΝΑ 4.11 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ NA 150W ΤΗΣ PHILIPS[URL: WWW.PHILIPS.GR].....	48
ΕΙΚΟΝΑ 4.12 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ NA 250W ΤΗΣ PHILIPS [URL: WWW.PHILIPS.GR].....	48
ΕΙΚΟΝΑ 4.13 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ NA 400W ΤΗΣ PHILIPS [URL: WWW.PHILIPS.GR].....	49
ΕΙΚΟΝΑ 4.14 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ HQL 80W ΤΗΣ OSRAM[URL: WWW.LEDVANCE.GR]	50
ΕΙΚΟΝΑ 4.15 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΠΗΓΩΝ HQL 125W ΤΗΣ OSRAM[URL: WWW.LEDVANCE.GR].....	51
ΕΙΚΟΝΑ 4.16	52
ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ,ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ ΔΥΟ ΘΕΣΕΩΝ (ΔΙΜΠΑΛΟ) ΣΤΑ 3ΜΕΤΡΑ,ΤΥΠΟΥ NONCUTOFF. ΦΕΡΕΙ ΔΥΟ ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΠΗΓΕΣ ΤΥΠΟΥ CFL 23W. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΔΗΜΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΟΥ.....	52
ΕΙΚΟΝΑ 4.17	52
ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ,ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ ΔΥΟ ΘΕΣΕΩΝ (ΔΙΜΠΑΛΟ) ΣΤΑ 6ΜΕΤΡΑ,ΤΥΠΟΥ NONCUTOFF. ΦΕΡΕΙ ΔΥΟ ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΠΗΓΕΣ ΤΥΠΟΥ CFL23W. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΔΗΜΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ ΔΕΝΤΡΟΦΥΤΗΣ ΠΛΑΤΕΙΑΣ	52
ΕΙΚΟΝΑ 4.18 ΠΟΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ WWW.PHILIPS.GR	52
ΕΙΚΟΝΑ 4.19	53
ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ, ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΟ ,ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ ΔΥΟ ΘΕΣΕΩΝ ΦΑΝΑΡΙΑ ΣΤΑ 3ΜΕΤΡΑ, ΤΥΠΟΥ NONCUTOFF. ΦΕΡΕΙ ΔΥΟ ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΠΗΓΕΣ ΤΥΠΟΥ CFL 23W. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΔΗΜΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ ΠΕΖΟΔΡΟΜΩΝ. ΕΠΙΛΕΓΕΤΑΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΟΥ ΚΑΙ ΤΟ ΠΩΣ ΕΝΑΡΜΟΝΙΖΕΤΑΙ ΜΕ ΤΟ ΥΦΟΣ ΤΟΥ ΠΑΡΚΟΥ.....	53
ΕΙΚΟΝΑ 4.20 ΠΟΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ.....	53
ΕΙΚΟΝΑ 4.21 ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ,ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟ ΣΕ ΠΙΟ ΜΟΝΤΕΡΝΑ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ ΣΤΑ 3ΜΕΤΡΑ,ΤΥΠΟΥ NONCUTOFF. ΦΕΡΕΙ ΜΙΑ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ ΤΥΠΟΥ HQI 70W. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΔΗΜΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ ΠΕΖΟΔΡΟΜΙΟΥ ΜΕ ΔΙΑΚΟΣΜΗΣΗ.....	54
ΕΙΚΟΝΑ 4.22 ΠΟΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ.....	54
ΕΙΚΟΝΑ 4.23 ΦΩΤΙΣΤΙΚΟ ΣΩΜΑ ΣΤΑ 5 ΜΕΤΡΑ, ΤΥΠΟΥ SEMICUTOFF ΣΕ ΣΤΥΛΟ ΤΗΣ ΔΕΗ, ΦΕΡΕΙ ΜΙΑ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ NA 250 WATT. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΔΗΜΟ ΓΙΑ ΤΟΝ ΦΩΤΙΣΜΟ ΔΡΟΜΟΥ	55
ΕΙΚΟΝΑ 4.24 ΠΟΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΟΥ ΦΩΤΙΣΤΙΚΟΥ.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 4.25 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ MASTER LED ΤΗΣ PHILIPS ΣΤΑ 15W, WWW.PHILIPS.GR.....	57
ΕΙΚΟΝΑ 4.26 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ TRUEFORCE LED ΤΗΣ PHILIPS ΣΤΑ 25W, WWW.PHILIPS.GR.....	58
ΕΙΚΟΝΑ 4.27 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ TRUEFORCE LED ΤΗΣ PHILIPS ΣΤΑ 33W, WWW.PHILIPS.GR.....	59
ΕΙΚΟΝΑ 4.28 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ BULB A80 LED ΤΗΣ GEYER ΣΤΑ 14W, WWW.GEYER.GR.....	60
ΕΙΚΟΝΑ 4.29 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ HIGHPOWER LED ΤΗΣ GEYER ΣΤΑ 20W,30W,40W,60W, WWW.GEYER.GR	61
ΕΙΚΟΝΑ 4.30 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΠΟΛΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΠΟ ΦΩΤΕΙΝΗ ΠΗΓΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ CORN LED ΤΗΣ GEYER ΣΤΑ 30W,50W,80W, WWW.GEYER.GR.....	62
ΕΙΚΟΝΑ 4.31 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΠΗΓΗΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ PARATHOM CLASSIC A ADVANCED LED ΤΗΣ OSRAM ΣΤΑ 15W, WWW.LEDVANCE.GR.....	63
ΕΙΚΟΝΑ 4.32 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΠΗΓΗΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ PARATHOM HQL LED ΤΗΣ OSRAM ΣΤΑ 36W, WWW.LEDVANCE.GR.....	64
ΕΙΚΟΝΑ 4.33 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΩΤΕΙΝΗΣ ΠΗΓΗΣ ΤΗΣ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΣ PARATHOM HQL LED ΤΗΣ OSRAM ΣΤΑ 46W, WWW.LEDVANCE.GR.....	65
ΕΙΚΟΝΑ 8.1 ΣΧΗΜΑΤΙΚΟ ΜΠΛΟΚ ΤΡΟΠΟΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ TRI-RLED	99
ΕΙΚΟΝΑ 8.2 ΦΑΣΜΑ ΛΕΥΚΟΥ TRI-RLEDΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΕΝΟΣ ΑΛΛΟΥ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ.....	99
ΕΙΚΟΝΑ 8.3 ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΩΝ ΦΑΣΜΑΤΩΝ	99
ΕΙΚΟΝΑ 8.4 ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΧΡΩΜΑΤΟΣ, ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ TRI-RLEDΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΑΛΛΑ ΕΜΠΟΡΙΚΑ	100

Παράθεση Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1 ΦΩΤΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ.....	20
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΝΑ G/ΚWΗ [ΠΗΓΗ: ΔΕΗ, ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ 2009, «Η ΔΕΗ ΣΤΟΝ ΔΡΟΜΟ ΤΗΣ ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ»].....	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2 ΛΑΜΠΤΗΡΕΣ ΠΡΟΣ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΦΥΣΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.4 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.5 ΈΛΕΓΧΟΣ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑΣ ΜΕΣΩ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΦΩΤΟΣ	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1 ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΗΜΟΥ	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΚΟΣΤΟΣ	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3 ΕΝ ΔΥΝΑΜΕΙ ΚΟΣΤΟΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4 ΝΕΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ.....	80
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.5 ΝΕΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΜΕ ΠΛΗΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΦΩΤΙΣΤΙΚΩΝ ΠΗΓΩΝ.....	84
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.6 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΤΑΛΟΓΟΥ OSRAM	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.7 ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.8 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ, ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ.....	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΤΗΣΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΣΕ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2 ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΕΤΗΣΙΑ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΟΦΕΛΗ ΣΕ ΙΣΟΔΥΝΑΜΑ ΣΤΡΕΜΜΑΤΑ ΔΑΣΟΥΣ, ΓΙΑ ΚΑΘΕ ΣΕΝΑΡΙΟ	90

Παράθεση Γραφημάτων

ΓΡΑΦΗΜΑ 5.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΟΞΟΝ ΑΦΟΡΑ ΣΤΟΝ ΤΥΠΟ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	70
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.2 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΞΟΝ ΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	71
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.3 ΕΝ ΔΥΝΑΜΕΙ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΟΞΟΝ ΑΦΟΡΑ ΣΤΟΝ ΤΥΠΟ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	73
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.4 ΕΝ ΔΥΝΑΜΕΙ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΞΟΝ ΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΤΕΜΑΧΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟΝ ΤΥΠΟ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	74
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.5 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΣΕ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥΣ ΡΥΠΟΥΣ	75
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.6 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΠΗΓΕΣ ΠΡΟΣ ΑΛΛΑΓΗ.....	76
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.7 ΝΕΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΝΕΕΣ ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΠΗΓΕΣ	76
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.8 ΝΕΑ ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΕ ΤΙΣ ΝΕΕΣ ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΠΗΓΕΣ	77
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.9 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΟΥ 1 ^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ, ΠΡΙΝ (ΜΠΛΕ) ΚΑΙ ΜΕΤΑ (ΠΡΑΣΙΝΟ) ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	78
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.10 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΤΟΥ 1 ^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ, ΠΡΙΝ (ΜΠΛΕ) ΚΑΙ ΜΕΤΑ (ΠΡΑΣΙΝΟ) ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	78
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.11 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΣΕ ΕΥΡΩ) ΤΟΥ 1 ^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ, ΠΡΙΝ (ΜΠΛΕ) ΚΑΙ ΜΕΤΑ (ΠΡΑΣΙΝΟ) ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	79
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.12 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ 1 ^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ, ΠΡΙΝ (ΜΠΛΕ) ΚΑΙ ΜΕΤΑ (ΠΡΑΣΙΝΟ) ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	80
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.13 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΦΩΤΕΙΝΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΑΝΤΙ ΝΕΩΝ ΕΝ ΔΥΝΑΜΕΙ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ.....	81
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.14 ΝΕΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΜΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΗΓΕΣ ΠΟΥ ΑΣΧΟΛΟΥΜΑΣΤΕ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	81
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.15 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΜΕ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΠΗΓΕΣ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ, ΠΡΙΝ (ΜΠΛΕ) ΚΑΙ ΜΕΤΑ (ΠΡΑΣΙΝΟ) ΤΗΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	82
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.16 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΗΣ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΜΕ ΠΛΗΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ (Α) ΠΡΙΝ (ΜΠΛΕ) ΚΑΙ (Β) ΜΕΤΑ (ΠΡΑΣΙΝΟ) ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	83
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.17 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ ΤΟΥ 2 ^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ	83
ΓΡΑΦΗΜΑ 5.18 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ 2 ^{ΟΥ} ΣΕΝΑΡΙΟΥ ΚΑΙ ΕΝ ΔΥΝΑΜΕΙ ΡΥΠΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΛΛΑ ΜΕ ΠΛΗΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΦΩΤΕΙΝΩΝ ΠΗΓΩΝ	84
ΓΡΑΦΗΜΑ 6.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΕΤΗΣΙΑΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟ.....	90

Παράθεση Ορολογίας, Ακρωνυμίων

CU	Coefficient of Utilization
TI	Threshold Increment,
LOR	Light Output Ratio
LLF	Light Loss Factor
C. F. L.	Compact Fluorescent Lamp
C. I. E.	Commission Internationale de l'Éclairage
C. R. I.	Color Rendering Index
H. P. S.	High Pressure Sodium
H. Q. I	Hydrargyrum Quartz Iodide
H. Q. L	Hydrargyrum Quartz Lamp
L. E. D.	Light Emitting Diode
M. H.	Metal Halide
MH	Mounting Height
ROI	Return On Investment
PP	Payback Period
NPV	Net Present Value
IPCC	Intergovernmental Program on Climate Change
UNFCCC	United Nations Framework Convention for Climate Change
COP	Conference of Parties
GCM	Glare Control Mark
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment
EEL	Energy Efficiency Labelling
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
EuP	Energy Using Products
EΞE	Εξοικονόμηση Ενέργειας
A. Π. Α.	Απλή Περίοδος Αποπληρωμής
Δ. Ε. Η.	Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού
ΕΛ. Ο. Τ	Ελληνικός Οργανισμός Ταυτοποίησης
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
Κ. Π. Α	Καθαρή Παρούσα Αξία
Φ. Ε. Κ	Φύλλα Εφημερίδας της Κυβερνήσεως
Ε. Ε	Ευρωπαϊκή Ένωση
Ο. Η. Ε	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών

Βιβλιογραφία

- [1] Πολυχρονίδου Ειρήνη, «Αντλήψεις και στάσεις νοικοκυριών σχετικά με τη χρήση ενέργειας και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις», Πανεπιστήμιο Πειραιώς, Πειραιάς 2014.
- [2] Γεωργακέλλος Δημήτριος, “Climate change external cost appraisal of electricity generation systems from a life cycle perspective: the case of Greece”, *Journal of Cleaner Production*, Vol. 32, pp. 124-140, 2012.
- [3] Mark Z. Jacobson, Mark A. Delucchi, Guillaume Bazouin, Zack A. F. Bauer, Christa C. Heavey, Emma Fisher, Sean B. Morris, Diniana J. Y. Piekutowski, Taylor A. Vencilla and Tim W. Yeskooa, “100% clean and renewable wind, water, and sunlight (WWS) all-sector energy road maps for the 50 United States”, *Energy & Environmental Science*, Issue 7, 2015.
- [4] Jayashri A. Bangali, Arvind D. Shaligram, “Energy Efficient Lighting Control System Design for Corridor illumination” *International Journal of Scientific & Engineering Research*” Volume 3, Issue 4, 2012.
- [5] Class for Physics of the Royal Swedish Academy of Sciences, “Efficient blue light – emitting diodes leading to bright and energy - saving white light sources”, 2014
- [6] Τσιώνος Γεώργιος, «Εξοικονόμηση ενέργειας στο φωτισμό δρόμων με Πιλοτική εφαρμογή στο Δήμο Χαλανδρίου», Αθήνα, 2010.
- [7] Νικολάου Δημήτριος Παναγιώτης Τ., «Η εφαρμογή των LED στον φωτισμό δρόμων και οι προοπτικές εξοικονόμησης ενέργειας», Διπλωματική εργασία (Καθ. Φρ. Τοπαλής), ΕΜΠ, Αθήνα, 2013.
- [8] Ahemen I., Dilip, K. De2 & Amah, A. N , “A Review of Solid State White Light Emitting Diode and Its Potentials for Replacing Conventional Lighting Technologies in Developing Countries”, Makurdi & Kaduna, Nigeria, 2014.
- [9] Dongjing Liu, D. G. Yang, Rongbin Ren, Fengze Hou, Chao Huang, “Reliability Study on High Power LED with Chip on Board”, Guilin China, 2012.
- [10] Xuan-Hao Lee, Ching-Cherng Sun, Ivan Moreno, “High-performance LED street lighting using microlens arrays” National Central University Taiwan, Universidad Autonoma de Zacatecas Mexico, 2013.
- [11] Αντωνίου Αχιλλεία – Χρηστίνα, Κιούσης Βασίλειος «Εξοικονόμηση ενέργειας στον αστικό οδικό φωτισμό» «Εφαρμογή στο Δήμο Νέας Σμύρνης μέσω φωτοτεχνικών αποτελεσμάτων του λογισμικού RELUX», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ΔΠ, Αθήνα 2013.
- [12] ΕΛΟΤ CEN/TR 13201. 01,02,03,04 «Φωτισμός οδών – Μέρος 1: Επιλογή κατηγοριών φωτισμού, Μέρος 2: Απαιτήσεις επιδόσεων, Μέρος 3: Υπολογισμός επιδόσεων, Μέρος 4: Μέθοδοι μέτρησης επιδόσεων φωτισμού», 2004.
- [13] Χατζηθανάσης Γεώργιος, «Μελέτη φωτισμού δρόμου υπό το πρίσμα της μεσοπικής όρασης», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ΔΠ, Αθήνα 2003.
- [14] Βαλασμάκης Μάριος, «Φωτισμός δρόμων και εξοικονόμηση ενέργειας» Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, ΔΠΜΣ Παραγωγή και Διαχείριση Ενέργειας, Αθήνα, 2008.
- [15] ΔΕΗ Α.Ε., Περιοδικό «Η ΔΕΗ στο δρόμο της Βιώσιμης Ανάπτυξης», 2009.
- [16] ΔΕΗ Α.Ε., Περιοδικό «Ο Ρόλος του Άνθρακα στη Στρατηγική Παραγωγής της ΔΕΗ», 2009.

[17] ΔΕΗ Α.Ε., Κέντρο Δοκιμών, Ερευνών & Προτύπων, «Παρουσίαση Διαδικασίας Επέμβασης στο Δήμο Ν. Φιλαδέλφειας», 2008.

Διαδικτυακές Πηγές

- [Δ1] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.wikipedia.org/wiki/Energy_crisis
- [Δ2] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.cres.gr/kape
- [Δ3] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015
- [Δ4] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.statistics.gr
- [Δ5] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-strategy-and-energy-union>
- [Δ6] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο [www.wikipedia.org/wiki/Photometry_\(optics\)](http://www.wikipedia.org/wiki/Photometry_(optics))
- [Δ7] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.osram.com
- [Δ8] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.dei.gr
- [Δ9] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.financeformulas.net
- [Δ10] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.philips.gr
- [Δ11] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.ledvance.gr
- [Δ12] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.geyer.gr
- [Δ13] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.ypeka.gr
- [Δ14] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο http://www.minagric.gr/greek/agro_pol/DASIKA/Forests/EXOFILLO.htm
- [Δ15] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode
- [Δ16] Ιστοσελίδα στο διαδίκτυο www.trir-pj.com/en/technology

Παραρτήματα: Φύλλα Δεδομένων (Data Sheets)



GENIE

Genie 23W WW E27 220-240V 1PF/6

Functional non-covered Energy saving lamp, with money saving high quality light and compact design. This lamp is small enough to fit neatly wherever you need extra bright light at home, enables easy replacement of most incandescent lamp all the way.

Δεδομένα Προϊόντων

Γενικές πληροφορίες		Χρόνος έναρξης (αναμ.)	
Λυχνιαλαβή	E27 [E27]		0.3 s
Ονομαστική διάρκεια ζωής (αναμ.)	10000 h	Χρόνος προθέρμανσης έως το 80% του φωτός (ελάχ.)	5 s
Κόστος λειτουργίας	10000X	Χρόνος προθέρμανσης έως το 80% του φωτός (μέγ.)	40 s
Τεχνικός φωτισμός		Συντελεστής ισχύος (αναμ.)	0.6
Καθώς χρώματος	827 [CCT με 2700K]	Τάση (αναμ.)	220-240 V
Φωτεινή ροή (αναμ.)	1450 lm	Συστήματα ελέγχου και ρύθμιση της έντασης	
Φωτεινή ροή (ονομαστική) (αναμ.)	1450 lm	Δυνατότητα ρύθμισης της έντασης φωτισμού	No
Ανάθεση χρωμάτων	Θερμό λευκό (WW)	Έγκριση και εφαρμογή	
Επίπεδο φωτεινότητας στις 2000 ώρες (ελάχ.)	88 %	Επίπεδο Ενεργειακής Απόδοσης (EEL)	A
Συντεταγμένη χρωματικότητα X (αναμ.)	463	Περιεκτικότητα υδραργύρου (Hg) (μγ.)	2 mg
Συντεταγμένη χρωματικότητα Y (αναμ.)	420	Περιεκτικότητα υδραργύρου (Hg) (αναμ.)	1.5 mg
Σχετική θερμοκρασία χρώματος (αναμ.)	2700 K	Κατανάλωση ενέργειας kWh/1000 ώρες	23 kWh
Απόδοση φωτεινότητας (ονομαστική) (αναμ.)	62 lm/W	Στοιχεία προϊόντος	
Δείκτης χρωματικής απόδοσης (αναμ.)	80	Πλήρης κωδικός προϊόντος	872790089713501
Umf στο τέλος της ονομαστικής διάρκειας ζωής (αναμ.)	65 %	Όνομα παραγωγής προϊόντος	Genie 23W WW E27 220-240V 1PF/6
Λειτουργία και ηλεκτρικά συστήματα		EANUPC	8727900897135
Συχνότητα ασόδου	50 ή 60 Hz	Κωδικός παραγωγής	89713501
Power (Rated) (Name)	23 W	Local Code	GEN/23/E27/WP/6
Ένταση ρεύματος λαμπτήρα (αναμ.)	165 mA	Αριθμός - Πακέτο ανά συσκευασία	1
Αντίσταση ισχύος	103 W	Αριθμός - Πακέτο από εξωτερικό κουτί	6

DataSheet, 2017, Μάιος 26

τα δεδομένα υπόκεινται σε αλλαγές

ΦΥΛΟ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ P CLAS A 100 ADV 13 W/827 E27

PARATHOM CLASSIC A ADVANCED | Ντιμαριζόμενοι λαμπτήρες LED, κλασσικό σχήμα



ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- Οικιακές εφαρμογές
- Γενικός φωτισμός
- Εφαρμογές εξωτερικού χώρου μόνο σε κατάλληλα φωτιστικά

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

- Πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής έως και 25.000 ώρες
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- Εύκολη αντικατάσταση των κλασικών λαμπτήρων χάρη στο συμπαγή σχεδιασμό τους
- Άμεσο φως 100%, χωρίς χρόνο προθέρμανσης

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

- LED εναλλακτική λύση για τους συμβατικούς λαμπτήρες
- Καλή ποιότητα φωτός, δείκτης χρωματικής απόδοσης R: ≥ 80 , σταθερή χρωματικότητα
- Υψηλή συνέπεια χρώματος: < 6 SDCM
- Ντιμαριζόμενο (με πολλούς κοινούς ροοστάτες, βλ. επίσης www.ledvance.gr/dim)
- Λαμπτήρες χωρίς υδράργυρο



HQL 125 W E27

HQL | Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου για ανοικτού και κλειστού τύπου φωτιστικά



Περιοχές εφαρμογής

- Εργοστάσια και εργαστήρια
- Βιομηχανικές εγκαταστάσεις
- Οδοί
- Χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων, προαύλια
- Πεζόδρομοι, δημόσιες πλατείες
- Πάρκα και κήποι
- Κατάλληλο για χρήση σε ανοικτού και κλειστού τύπου φωτιστικά
- Εφαρμογές εξωτερικού χώρου μόνο σε κατάλληλα φωτιστικά



ΦΥΛΟ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ P CLAS A 100 ADV 13 W/827 E27

PARATHOM CLASSIC A ADVANCED | Ντιμαριζόμενοι λαμπτήρες LED, κλασσικό σχήμα



ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

- Οικιακές εφαρμογές
- Γενικός φωτισμός
- Εφαρμογές εξωτερικού χώρου μόνο σε κατάλληλα φωτιστικά

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

- Πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής έως και 25.000 ώρες
- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- Εύκολη αντικατάσταση των κλασικών λαμπτήρων χάρη στο συμπαγή σχεδιασμό τους
- Άμεσο φως 100%, χωρίς χρόνο προθέρμανσης

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ

- LED εναλλακτική λύση για τους συμβατικούς λαμπτήρες
- Καλή ποιότητα φωτός, δείκτης χρωματικής απόδοσης R: ≥ 80 , σταθερή χρωματικότητα
- Υψηλή συνέπεια χρώματος: < 6 SDCM
- Ντιμαριζόμενο (με πολλούς κοινούς ροοστάτες, βλ. επίσης www.ledvance.gr/dim)
- Λαμπτήρες χωρίς υδράργυρο



Ambient temperature range	-20...+60 °C
---------------------------	--------------

Lifespan

Nominal lamp life time	50000 h
Rated lamp life time	50000 h
Number of switching cycles	100000
Lumen maintenance at end of service life	0.70

Additional product data

Base (standard designation)	E27
Mercury content	0.0 mg
Mercury-free	Yes
Design / version	Clear
Show WEEE picto	Yes

Capabilities

Dimmable	No
----------	----

Certificates & standards

Type of protection	IP65
Energy efficiency class	A++
Energy consumption	23 kWh/1000h

Country specific categorizations

Order reference	HQLLED3000 23W/
-----------------	-----------------

LOGISTICAL DATA

Product code	Product description	Packaging unit (Pieces/Unit)	Dimensions (length x width x height)	Volume	Gross weight
4058075037045	HQL LED 3000 lm 23 W/840 E27	Shipping carton box 6	288 mm x 196 mm x 200 mm	11.29 dm ³	3410.00 g

The mentioned product code describes the smallest quantity unit which can be ordered. One shipping unit can contain one or more single products. When placing an order, for the quantity please enter single or multiples of a shipping unit.

LEGAL ADVICE

When used to replace a traditional lamp the total energy efficiency and light distribution depends on the design of the lighting system.

DISCLAIMER

Subject to change without notice. Errors and omission excepted. Always make sure to use the most recent release.

PRODUCT DATASHEET

HQL LED 4000 lm 30 W/840 E27

HQL LED | Special LED lamps



AREAS OF APPLICATION

- Streets
- Area lighting
- Pedestrian zones
- Parks
- Industry
- Outdoor applications only in suitable luminaires

PRODUCT BENEFITS

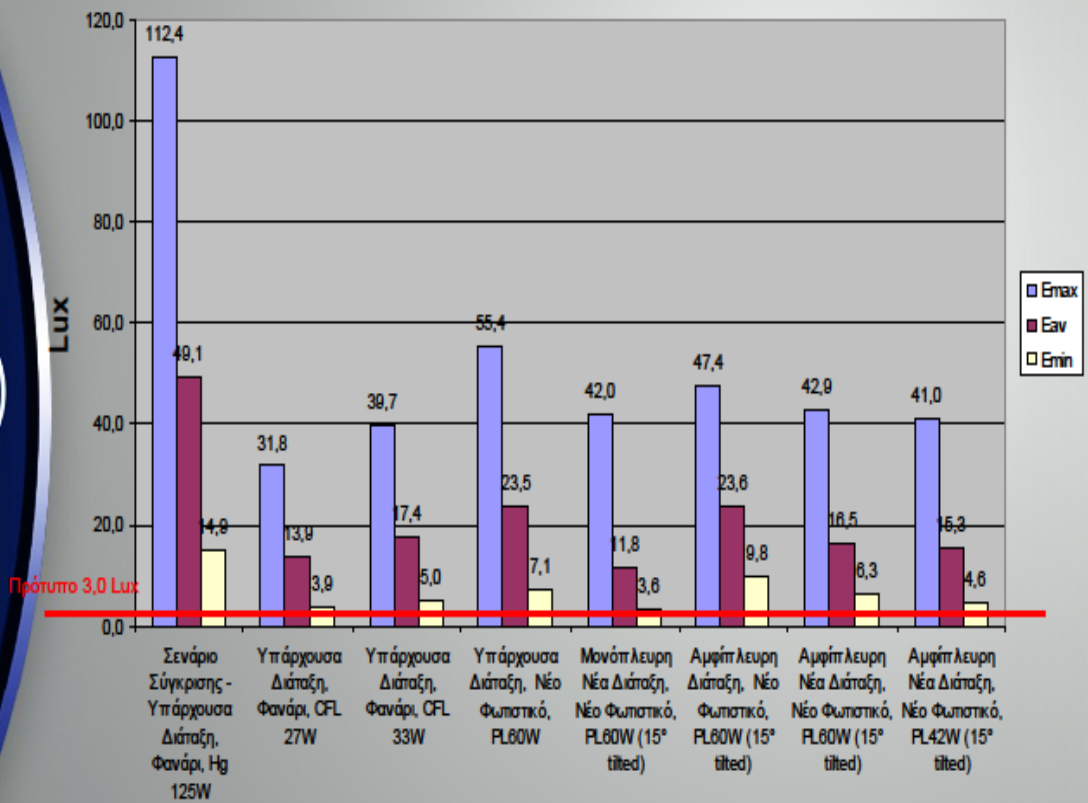
- Saves up to 78 % energy when used as replacement for mercury vapor lamps (HQL)
- Effective thermal management for wide operating temperature range
- Low maintenance costs thanks to long lifetime
- Instant 100 % light, no warm-up time

PRODUCT FEATURES

- LED alternative for applications requiring a high luminous flux
- Integrated ECG with high power factor
- Type of protection: IP65
- High surge protection: up to 4 kV (L-N)
- Suitable for operation with conventional control gear or line voltage



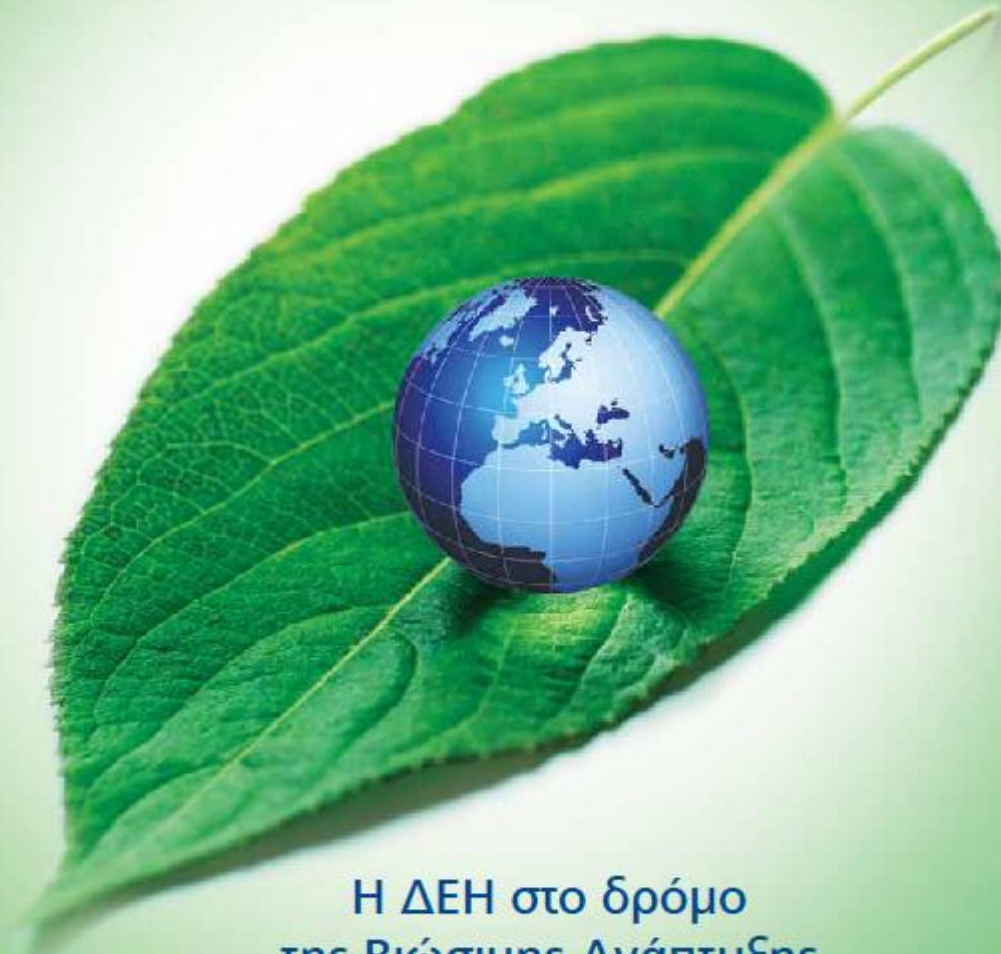
ΕΝΤΑΣΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ



ΚΕΝΤΡΟ ΔΟΚΙΜΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ & ΠΡΟΤΥΠΩΝ / ΔΕΗ



Περιβάλλον, ο κόσμος μας!



Η ΔΕΗ στο δρόμο
της Βιώσιμης Ανάπτυξης

Αθήνα 2009

Ενεργούμε υπεύθυνα

