



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΝΟΜΟΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΔΗΜΟΣ ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗΣ  
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΜΕ-ΕΑΜΕ-ΚΤΠ

A.M:13A/2016

ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ  
ΣΕ ΛΕΩΦΟΡΙΟΔΡΟΜΟΥΣ ΤΟΥ ΔΗΜΟΥ  
ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗΣ

## ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ

### 1. Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη αφορά σε μια ολοκληρωμένη παρέμβαση αναβάθμισης του δικτύου οδοφωτισμού του Δήμου Πετρούπολης, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και τον περαιτέρω εκσυγχρονισμό του.

Η παρέμβαση αναβάθμισης θα υλοποιηθεί δια των κάτωθι εργασιών:

- Καθαίρεση των παλαιών φωτιστικών σωμάτων.
- Τοποθέτηση νέας τεχνολογίας φωτιστικών σωμάτων τύπου LED σύμφωνα με την παρούσα τεχνική έκθεση και τις προδιαγραφές των φωτιστικών σωμάτων που αναλύονται στη παρούσα μελέτη.
- Κατασκευή των πύλλαρ τα οποία θα φιλοξενήσουν τα συστήματα τηλεδιαχείρισης και τα Gateways και σύνδεση τους με το δίκτυο τροφοδοσίας της ΔΕΗ.
- Συντονισμός, σύνδεση του όλου συστήματος και εκμάθηση της λειτουργίας του από το προσωπικό που θα ορίσει η αρμόδια Υπηρεσία του Δήμου.

Η παρέμβαση αναβάθμισης θα πραγματοποιηθεί στις οδούς που αναφέρονται στον Πίνακα 1. Στον εν λόγω πίνακα αναφέρονται οι ποσότητες και η ισχύς λαμπτήρα των προς αντικατάσταση φωτιστικών ανά τμήμα οδού εγκατάστασης.

Πίνακας 1 Υφισταμένη κατάσταση

Τμήμα οδού εγκατάστασης νέων Φ.Σ	Αριθμός Φ.Σ ανά τμήμα οδού	Ισχύς λαμπτήρα υφιστάμενων Φ.Σ
28 <sup>ης</sup> Οκτωβρίου (από Ανατ. Ρωμυλίας έως Περικλέους)	20	125 W (Hg) στα 6m
Κλεισούρας	4	
Κωνσταντινουπόλεως	17	
Ελαιών	21	
Ρήγα Φεραίου	15	
Ανατ. Ρωμυλίας (από Σουλίου έως Διγενή Ακρίτα)	4	
Βορείου Ηπείρου	4	250 W (Na) στα 9m
Βορείου Ηπείρου	26	
Σουλίου	45	
Κερασόβου – Πανοράματος	40	250 W (Na) στα 9m

Ανατ. Ρωμυλίας (από Κεφαλληνίας έως Σουλίου)	23	
Ανατ. Ρωμυλίας (από Ιγνατίου έως Μ. Μπότσαρη)	74	
Πλούτωνος – Θεοκλήτου – Περικλέους	34	250 W (Na) στα 9m
25 <sup>ης</sup> Μαρτίου	18	
28 <sup>ης</sup> Οκτωβρίου (Πλατεία έως Ανατολ. Ρωμυλίας)	15	250 W (Na) στα 6m
Διασταυρώσεις	79	250 W (Hg) στα 6m
<b>Σύνολο</b>	<b>439</b>	

Όπως καταδεικνύεται στον πίνακα, οι εργασίες αφορούν στην αντικατάσταση 439 φωτιστικών σωμάτων που φέρουν λαμπτήρες συμβατικών τεχνολογιών (Hg και Na). Τα παραπάνω φωτιστικά θα αντικατασταθούν με νέα, τεχνολογίας LED.

Σε κάθε νέο φωτιστικό LED θα ενσωματώνεται έξυπνος, ασύρματος ελεγκτής. Ο ασύρματος ελεγκτής θα επικοινωνεί μέσω ενός κεντρικού κόμβου με το Κεντρικό Σύστημα Διαχείρισης. Με το σύστημα αυτό ο Δήμος θα έχει πλήρη έλεγχο της εγκατάστασης φωτισμού και τη δυνατότητα για ανάπτυξη έξυπνου, προσαρμοστικού φωτισμού μέσω του οποίου θα περιοριστεί ακόμα περισσότερο η κατανάλωση ενέργειας, ενώ παράλληλα θα μπορεί να προσαρμόζεται το επίπεδο φωτισμού στις πραγματικές ανάγκες κάθε ώρας της ημέρας.

Στο Σχήμα 1 απεικονίζονται οι οδοί της υπό μελέτης παρέμβασης μέσω γεωχωρικής απεικόνισης Google Earth.



Σχήμα 1 Γεωχωρική απεικόνιση παρέμβασης μέσω Google Earth.

## 2. Γεωμετρικά χαρακτηριστικά - Κατηγοριοποίηση οδών

Σκοπός του Δήμου είναι να επωφεληθεί από την αντικατάσταση της υφιστάμενης εγκατάστασης οδοφωτισμού. Η αντικατάσταση θα γίνει με τέτοιο τρόπο που θα διασφαλίζεται η παρεχόμενη ποιότητα φωτισμού, εναρμονισμένη με τα σύγχρονα πρότυπα οδοφωτισμού.

Για τη διασφάλιση της εναρμόνισης των επιπέδων οδοφωτισμού με τα διεθνή πρότυπα, γίνεται κατηγοριοποίηση των οδών της παρέμβασης σύμφωνα με το πρότυπο EN 13201:2014 "Road lighting – Guidelines on selection of lighting classes". Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των οδών (ενδεικτικοί κάρναβοι) και οι αντίστοιχες κλάσεις φωτισμού που επιλέχθηκαν σύμφωνα με το πρότυπο EN 13201:2014 συνοψίζονται στον Πίνακα 2.

Επιπλέον, ορίστηκε αντιπροσωπευτικός κάρναβος για τις διασταυρώσεις των οδών, σύμφωνα πάλι με το πρότυπο EN 13201:2014, καθώς σε αυτές απαιτείται υψηλότερο επίπεδο φωτισμού και υψηλή ομοιομορφία.

Ο κάρναβος που έχει οριστεί πληροί τις απαιτήσεις της κλάσης φωτισμού C2 και τα παρακάτω γεωμετρικά χαρακτηριστικά:

- Περιοχή αξιολόγησης (μήκος x πλάτος): 8m x 8m
- Ύψος τοποθέτησης φωτεινής πηγής: 6m
- Κλίση βραχίονα: 15°
- Κλίση φωτιστικού ως προς το οριζόντιο επίπεδο: 0 έως 15°
- Τοποθέτηση φωτιστικού: στη γωνία της τετράγωνης περιοχής (8m x 8m) με προεξοχή 0,5m διαγώνια προς το οδόστρωμα.
- Το ψηφιδόπλεγμα μέτρησης του ενδεικτικού κάρναβου έχει 10 σημεία μέτρησης κατά πλάτος και 10 σημεία μέτρησης κατά μήκος (σύνολο 100 σημεία μέτρησης του επιπέδου της οριζόντιας έντασης φωτισμού).

Πίνακας 2 Γεωμετρικά χαρακτηριστικά των οδών και αντίστοιχες ιδιότητες φωτισμού.

α/α	Τμήμα οδών	Κλάση φωτισμού (EN 15201-1:2014)	Συνολικό πλάτος οδοστρώματος (m)	Απόσταση στύλων (m)	Ύψος τοποθέτησης φωτεινής πηγής (m)	Προεξοχή φωτεινής πηγής (m)	Κατευθύνσεις κυκλοφορίας οδού	Λωρίδες κυκλοφορίας ανά κατεύθυνση	Μέθοδος τοποθέτησης στύλων
1	Πλοτύκος – Θεοκλήτου – Περιπέλους (από Αθηνάς έως Σουλίου)	M3	9,4	35	9	0	2	1	Μονόπλευρη
2	Ανατ. Ρωμυλίας (από Κεφαλληνίας έως Σουλίου)	M3	6,9	30	9	0	1	1	Μονόπλευρη
3	Ανατ. Ρωμυλίας (από Μάρκου Μπότσαρη έως Ιννατίου)	M3	22,2 <sup>1</sup>	30	9	0	2	1	Διπλό στη νησίδα
4	25 <sup>ης</sup> Μαρτίου (από Αγ. Πυρραίας έως Συρράκου)	M3	12	30	9	0,5	2	1	Μονόπλευρη
5	28 <sup>ης</sup> Οκτωβρίου (από Τραπεζία έως Ανατ. Ρωμυλίας)	M3	7,4	25	6	-2,5	2	1	Μονόπλευρη
6	Σουλίου (από 25 <sup>ης</sup> Μαρτίου έως Μετεώρων)	M4	9	35	9	0,5	2	1	Μονόπλευρη
7	Βορείου Ηπείρου (από 28 <sup>ης</sup> Οκτωβρίου έως Μιαυρογένους)	M4	7,1	30	9	0	1	1	Μονόπλευρη
8	Ρήγα Φεραίου (από Μυστρά έως Ελ. Βενιζέλου)	M4	7	30	6	0,5	2	1	Μονόπλευρη
9	Κερασόβου – Πανοράματος (από Κλεισαύρας έως Ανασταύσεως)	M4	8,7	35	9	0	2	1	Μονόπλευρη
10	28 <sup>ης</sup> Οκτωβρίου (από Ανατ. Ρωμυλίας έως Περιχλέους)	P1	7,4	25	6	0	1	1	Μονόπλευρη
11	Ανατ. Ρωμυλίας (από Σουλίου έως Διγενή Ακρίτα)	P1	6,9	25	6	0	2	1	Μονόπλευρη
12	Κωνσταννουπόλεως (από 25 <sup>ης</sup> Μαρτίου έως Ελαιών)	P1	8,4	25	6	0,5	1	1	Μονόπλευρη
13	Ελαιών (από Κων/πόλεως έως Πανοράματος)	P1	8,5	25	6	0,5	2	1	Μονόπλευρη
14	Κλεισαύρας (από Τραπεζιεύου έως Πανοράματος)	P1	6,9	25	6	0	1	1	Μονόπλευρη

<sup>1</sup> Ο ενδεικτικός κώνεμος αποτελείται από 1 λωρίδα ανά κατεύθυνση πλάτους 9,1m, νησίδα πλάτους 4m. Το συνολικό πλάτος μαζί με τη νησίδα είναι 2 x 9,1 + 4 = 22,2m.

Στον Πίνακα 3 φαίνονται οι απαιτήσεις ανά κλάση φωτισμού που έχουν επιλεγεί κατά την κατηγοριοποίηση των τμημάτων των οδών. Οι κλάσεις που αναφέρονται είναι όσες χρησιμοποιήθηκαν στη φωτοτεχνική μελέτη για το 100% της φωτεινής ροής των φωτιστικών, καθώς και για τις υπόλοιπες στάθμες, λόγω προσαρμοστικού φωτισμού (dimming) που αναλύεται στην Ενότητα 4.2.

Πίνακας 3 Απαιτήσεις κλάσεων φωτισμού κατά CIE 115:2010 & EN 13201-2.

Κλάση φωτισμού	Απαιτήσεις				
	Μέση λαμπρότητα $L_{av}$ ( $cd/m^2$ )	Διαμήκης ομοιομορφία U1	Συνολική ομοιομορφία U <sub>o</sub>	Δείκτης θάμβωσης TI (%)	Συντελεστής περιβάλλοντος SR
M3	≥1,00	≥0,60	≥0,40	≤15	≥0,5
M4	≥0,75	≥0,60	≥0,40	≤15	≥0,5
M5	≥0,50	≥0,40	≥0,35	≤15	≥0,5
M6	≥0,30	≥0,40	≥0,35	≤20	≥0,5
	Μέση οριζόντια ένταση φωτισμού $E_h, av$ (lx)	Ελάχιστη οριζόντια ένταση φωτισμού $E_h, min$ (lx)	Ομοιομορφία έντασης φωτισμού U <sub>o</sub>		
P1	15,0	5,0*	-		
P2	10,0	3,0*	-		
P3	7,5	1,5	-		
C2	20,0	-	≥0,40		
C3	15,0	-	≥0,40		

\* Οι συγκεκριμένες τιμές λαμβάνονται μεγαλύτερες για αύξηση της ομοιομορφίας.

### 3. Νέα εγκατάσταση φωτιστικών LED – Αρχική εξοικονόμηση ενέργειας

Με βάση τα αποτελέσματα και τις εκτιμήσεις της φωτοτεχνικής μελέτης οι νέοι τύποι φωτιστικών τεχνολογίας LED, που θα αντικαταστήσουν το υπάρχον παρωχημένο δίκτυο ηλεκτροφωτισμού του Δήμου εξής:

1. Φωτιστικά LED συνολικής ισχύος έως και 55 W, τα οποία θα εγκατασταθούν στις οδούς:
  - 28ης Οκτωβρίου (από Ανατ. Ρωμυλλίας έως Περικλέους)
  - Κωνσταντινουπόλεως
  - Ελαιών
  - Ρήγα Φεραίου
  - Ανατ. Ρωμυλλίας (από Σουλίου έως Δ. Ακρίτα)
  - Βορείου Ηπείρου.
2. Φωτιστικά LED συνολικής ισχύος έως και 75 W, τα οποία θα εγκατασταθούν στις οδούς:
  - Σουλίου
  - Κερασόβου – Πανοράματος
  - Ανατ. Ρωμυλλίας (από Κεφαλληνίας έως Δ. Ακρίτα)
  - Ανατ. Ρωμυλλίας (από Ιγνατίου έως Μ. Μπότσαρη).
3. Φωτιστικά LED συνολικής ισχύος έως και 100 W, τα οποία θα εγκατασταθούν στις οδούς:
  - Πλούτωνος – Θεοκλήτου – Περικλέους
  - 25ης Μαρτίου.
4. Φωτιστικά LED συνολικής ισχύος έως και 140 W, τα οποία θα εγκατασταθούν στις οδούς:
  - 28ης Οκτωβρίου (από πλατεία έως Ανατ. Ρωμυλλίας).
5. Φωτιστικά LED συνολικής ισχύος έως και 75 W, τα οποία θα εγκατασταθούν στις διασταυρώσεις.

Οι ποσότητες και η μέγιστη αποδεκτή συνολική ισχύς των υπό εγκατάσταση φωτιστικών LED φαίνονται συνοπτικά στον Πίνακα 4, που ακολουθεί, ανά τμήμα οδού εγκατάστασης.

Πίνακας 4 Ποσότητες και μέγιστη ισχύς των φωτιστικών LED ανά τμήμα οδού εγκατάστασης.

Τμήμα οδού εγκατάστασης νέων Φ.Σ	Αριθμός Φ.Σ ανά τμήμα οδού	Ισχύς λαμπτήρα υφιστάμενων Φ.Σ	Ισχύς νέων φωτιστικών LED (W)	Συνολικός αριθμός φωτιστικών LED		
28 <sup>α</sup> Οκτωβρίου (από Ανατ. Ρωμυλίας έως Περικλέους)	20	125 W (Hg) στα 6m	≤55	111		
Κλεισούρας	4					
Κωνσταντινουπόλεως	17					
Ελαιών	21					
Ρήγα Φεραίου	15					
Ανατ. Ρωμυλίας (από Σουλίου έως Δ. Ακρίτα)	4					
Βορείου Ηπείρου	4					
Βορείου Ηπείρου	26	250 W (Na) στα 9m	≤75	182		
Σουλίου	45					
Κεραιόβου – Πανοράματος	40					
Ανατ. Ρωμυλίας (από Κεφαλληνίας έως Δ. Ακρίτα)	23	250 W (Na) στα 9m				
Ανατ. Ρωμυλίας (από Ιγνατίου έως Μ. Μπότσαρη)	74					
Πλούτωνος – Θεοκλήτου – Περικλέους	34	250 W (Na) στα 9m			≤100	52
25 <sup>α</sup> Μαρτίου	18					
28 <sup>α</sup> Οκτωβρίου (Πλατεία έως Ανατολ. Ρωμυλίας)	15	250 W (Na) στα 6m	≤140	15		
Διασταυρώσεις	79	250 W (Hg) στα 6m	≤75	79		
			<b>Σύνολο</b>	<b>439</b>		

Τα νέα φωτιστικά τεχνολογίας LED που θα εγκατασταθούν, εκτός από την εξοικονόμηση ενέργειας που αναμένεται να επιτύχουν, πρέπει να έχουν τεχνικά, ποιοτικά και φωτομετρικά χαρακτηριστικά τα οποία θα αναβαθμίσουν αισθητικά την πόλη και ταυτόχρονα θα εγγυώνται τα αναμενόμενα αποτελέσματα του επιπέδου φωτισμού και της εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα νέα φωτιστικά LED πρέπει να είναι υψηλών προδιαγραφών για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας της επένδυσης, στα πλαίσια του μοντέλου αειφόρου ανάπτυξης και βιωσιμότητας που θέτουν η Ευρωπαϊκή Ένωση και οι Διεθνείς φορείς. Τα νέα φωτιστικά LED πρέπει να φέρουν πιστοποίηση ENEC, να έχουν υψηλή μηχανική αντοχή ( $\geq IK09$ ) και υψηλό δείκτη στεγανότητας ( $\geq IP66$ ), υψηλή φωτεινή απόδοση ( $\geq 105lm/W$ ), διάρκεια ζωής  $\geq 100.000$  ώρες σύμφωνα με την έκθεση LM80 και εργοστασιακή εγγύηση τουλάχιστον δέκα (10) ετών.

Στον Πίνακα 5 συνοψίζεται η αναμενόμενη εξοικονόμηση ενέργειας που πρόκειται να επιτευχθεί μόνο από την αντικατάσταση των υπαρχόντων φωτιστικών με φωτιστικά LED. Δεν συμπεριλαμβάνεται η επιπλέον εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί από τη λειτουργία CLO<sup>2</sup> που θα φέρει το τροφοδοτικό των LED, ή η επιπλέον εξοικονόμηση λόγω προσαρμοστικού φωτισμού. Οι λειτουργίες αυτές θα αναλυθούν εκτενέστερα στις επόμενες Ενότητες.

---

<sup>2</sup> CLO: Constant Lumen Output. Είναι λειτουργία του τροφοδοτικού (driver) του φωτιστικού για διατήρηση σταθερής φωτεινής ροής των LED με το πέρασμα του χρόνου. Με τη λειτουργία CLO αντισταθμίζεται η αρχική υπερδιαστασιολόγηση της εγκατάστασης φωτισμού λόγω του συντελεστή συντήρησης Mf. Η επίδραση της θα αναλυθεί.



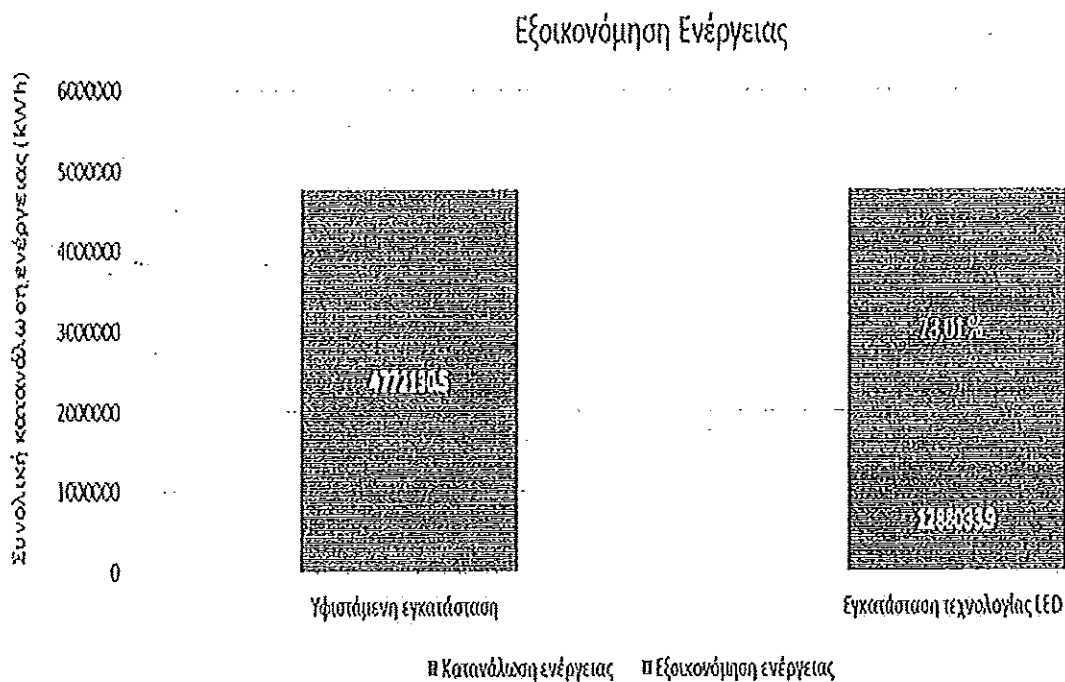
Πίνακας 5 Εξοικονόμηση ενέργειας ανά τμήμα οδού εγκατάστασης.

Τμήμα οδού εγκατάστασης νέων Φ.Σ	Ισχύς λαμπτήρα υφιστάμενων Φ.Σ	Συνολική ισχύς υφιστάμενων Φ.Σ <sup>3</sup>	Ισχύς νέων φωτιστικών LED (W)	Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας
28 <sup>ος</sup> Οκτωβρίου (από Ανατ. Ρωμυλίας έως Περικλέους)	125 W (Hg) 85 τμχ	150W	55W	>63%
Κλεισούρας				
Κωνσταντινουπόλεως				
Ελαιών				
Ρήγα Φεραίου				
Ανατ. Ρωμυλίας (από Σουλίου έως Δ. Ακρίτα)				
Βορείου Ηπείρου				
Βορείου Ηπείρου	250 W (Na) 26 τμχ	300W		>81%
Σουλίου	250 W (Na) 182 τμχ	300W	75W	75%
Κερασόβου – Πανοράματος				
Ανατ. Ρωμυλίας (από Κεφαλληνίας έως Δ. Ακρίτα)				
Ανατ. Ρωμυλίας (από Ιγνατίου έως Μ. Μπότσαρη)	250 W (Na) 52 τμχ	300W	100W	>66%
Πλούτωνος – Θεοκλήτου – Περικλέους				
25 <sup>ος</sup> Μαρτίου	250 W (Na) 15τμχ	300W	140W	>53%
28 <sup>ος</sup> Οκτωβρίου (Πλατεία έως Ανατολ. Ρωμυλίας)				
Διασταυρώσεις	250 W (Hg) 79 τμχ	300W	75	75%

<sup>3</sup> Συνυπολογίζονται απώλειες μαγνητικών ballast και οργάνων έναυσης 20% επί της ισχύος του λαμπτήρα

Το Γράφημα 1 συνοψίζει την συνολική εκτιμώμενη εξοικονόμηση ενέργειας (kWh) σε όλο το εύρος της παρέμβασης.

Η συνολική ετήσια<sup>4</sup> κατανάλωση ενέργειας της υφιστάμενης εγκατάστασης είναι 4.772.130,5 kWh ενώ η εκτιμώμενη ετήσια κατανάλωση ενέργειας θα είναι 1.288.033,90 kWh. Η εξοικονόμηση ενέργειας θα ξεπερνάει το 73%.



Γράφημα 1 Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας παρέμβασης.

<sup>4</sup> Θεωρείται ότι το δίκτυο λειτουργεί για 3.905,5 ώρες ετησίως ή 10,7 ώρες ανά ημέρα

## 4. Νέα εγκατάσταση φωτιστικών LED - CLO & Προσαρμοστικός φωτισμός

### 4.1. CLO - Constant Lumen Output (Διατήρηση Σταθερής Φωτεινής Ροής)

Η φυσική μείωση της φωτεινής ροής των LEDs, που παρατηρείται με το πέρασμα του χρόνου λόγω "κόπωσης" των κατασκευαστικών υλικών πρέπει να ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό και τη μελέτη μιας εγκατάστασης φωτισμού για να διασφαλιστεί από την αρχή το επιθυμητό επίπεδο φωτισμού καθόλη τη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης. Η φωτοτεχνική μελέτη προβλέπει συντελεστή συντήρησης εγκατάστασης  $Mf=0,8$ . Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι η διατήρηση της φωτεινής ροής των LED (για τα υπό εγκατάσταση φωτιστικά είναι 100.000 ώρες λειτουργίας) θα καλύπτει τις απαιτήσεις των κλάσεων φωτισμού όπως έχουν προκύψει από την εφαρμογή του προτύπου EN 13201:2014. Η αρχική εγκατάσταση υπερδιαστασιολογείται κατά  $1/Mf$ .

Ως εκ τούτου, η φωτεινή ροή (lumen) ανά φωτιστικό και συνεπώς η ισχύς που καταναλώνει το δίκτυο ηλεκτροφωτισμού είναι μικρότερη, καθώς αυτή έχει υπερδιαστασιολογηθεί.

Έτσι λοιπόν το τροφοδοτικό των LED, το οποίο θα φέρουν τα νέα φωτιστικά, πρέπει να δίνει τη δυνατότητα ενεργοποίησης της λειτουργίας CLO. Το τροφοδοτικό με τη λειτουργία CLO (Constant Lumen Output), ελέγχει ακριβώς τη φωτεινή ροή που χρειάζεται, για την επίτευξη των φωτομετρικών απαιτήσεων. Με τη χρήση CLO, αντισταθμίζεται η αρχική υπερδιαστασιολόγηση της εγκατάστασης μειώνοντας αρχικά τη φωτεινή ροή των LED και αντίστοιχα της ισχύος του φωτιστικού, ενώ παράλληλα αυξάνεται σταδιακά η ισχύς με το πέρασμα του χρόνου έως την ονομαστική ισχύ των φωτιστικών που έχουν χρησιμοποιηθεί. Με το CLO οδηγούμαστε σε επιπλέον εξοικονόμηση ενέργειας.

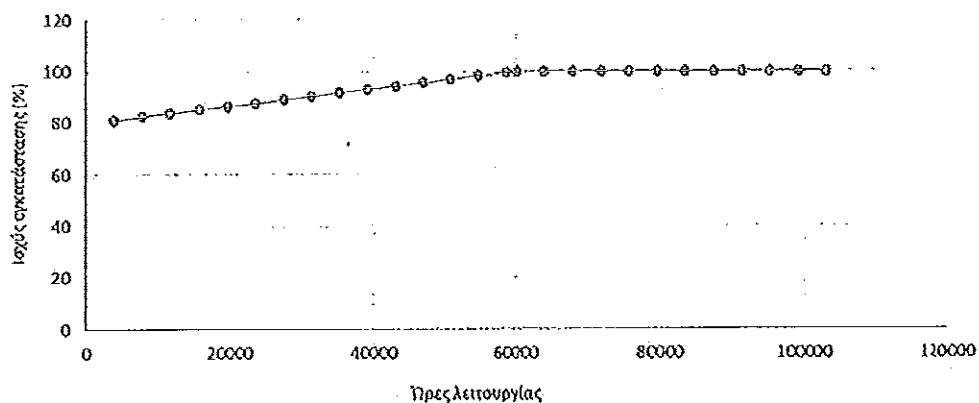
Η εξέλιξη της ισχύος σε ποσοστό επί της ονομαστικής εγκατεστημένης ισχύος της νέας εγκατάστασης, λαμβάνοντας υπόψη τη λειτουργία CLO, πάντα με ταυτόχρονη ικανοποίηση των επιπέδων φωτισμού, δίνεται στο [Γράφημα 2](#).

Όπως παρουσιάζεται και στο Γράφημα 2, η ισχύς αυξάνεται γραμμικά σύμφωνα με την εξίσωση 1 μέχρι τις 60.000 ώρες λειτουργίας και μετά παραμένει σταθερή, εξίσωση 2.

$$\text{Ισχύς CLO} = \frac{(1-Mf) * \text{Ισχύς στο 100\%} * \text{Ώρες λειτουργίας}}{60.000} + Mf * \text{Ισχύς στο 100\%} \quad \begin{array}{l} \text{Ώρες λειτουργίας} < \\ 60.000 \end{array} \quad (1)$$

$$\text{Ισχύς CLO} = \text{Ισχύς στο 100\%} \quad \begin{array}{l} \text{Ώρες λειτουργίας} > \\ 60.000 \end{array} \quad (2)$$

Διάγραμμα Ισχύος λόγω λειτουργίας CLO



Γράφημα 2 Διάγραμμα Ισχύος εγκατάστασης σε ποσοστό λόγω λειτουργίας CLO.

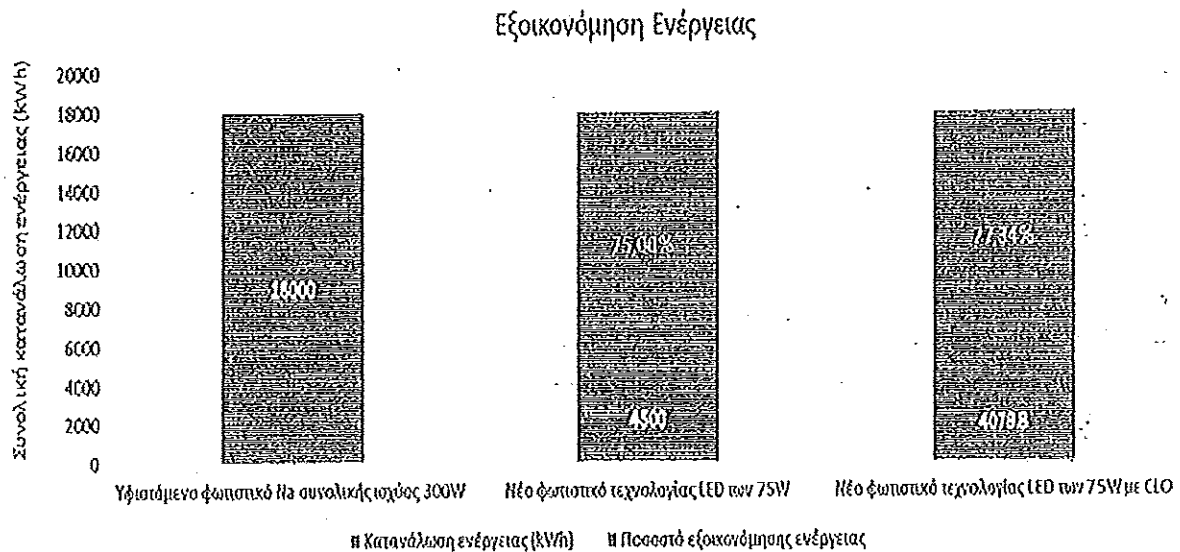
Παράδειγμα της επίδρασης της λειτουργίας CLO για ένα φωτιστικό LED των 75 W, το οποίο αντικαθιστά φωτιστικό με λαμπτήρα 250W Na (συνολικής ισχύος 300W)

Για παράδειγμα στην περίπτωση φωτιστικού LED αρχικής ισχύος στο 100% = 75W, τα οφέλη ενέργειας από την λειτουργία CLO, δηλαδή, η ισχύς CLO, η εξοικονόμηση ενέργειας και το ποσοστό εξοικονόμησης λόγω λειτουργίας CLO παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6 Οφέλη μείωσης ενέργειας από τη λειτουργία CLO για παράδειγμα ενός φωτιστικού LED των 75W.

	Ώρες λειτουργίας συστήματος	Αρχική κατανάλωση ισχύος φωτιστικού παραδείγματος (W)	Κατανάλωση ισχύος φωτιστικού λόγω λειτουργίας CLO (W)	Εξοικονόμηση κατανάλωσης ισχύος φωτιστικού λόγω λειτουργίας CLO (W)	Ποσοστό εξοικονόμησης λόγω λειτουργίας CLO (%)
1 <sup>ο</sup> Έτος	3.900	75	60,975	54,6975	18,7
2 <sup>ο</sup> Έτος	7.800	75	61,95	50,895	17,4
3 <sup>ο</sup> Έτος	11.700	75	62,925	47,0925	16,1
4 <sup>ο</sup> Έτος	15.600	75	63,9	43,29	14,8
5 <sup>ο</sup> Έτος	19.500	75	64,875	39,4875	13,5
6 <sup>ο</sup> Έτος	23.400	75	65,85	35,685	12,2
7 <sup>ο</sup> Έτος	27.300	75	66,825	31,8825	10,9
8 <sup>ο</sup> Έτος	31.200	75	67,8	28,08	9,6
9 <sup>ο</sup> Έτος	35.100	75	68,775	24,2775	8,3
10 <sup>ο</sup> Έτος	39.000	75	69,75	20,475	7
11 <sup>ο</sup> Έτος	42.900	75	70,725	16,6725	5,7
12 <sup>ο</sup> Έτος	46.800	75	71,7	12,87	4,4
13 <sup>ο</sup> Έτος	50.700	75	72,675	9,0675	3,1
14 <sup>ο</sup> Έτος	54.600	75	73,65	5,265	1,8
15 <sup>ο</sup> Έτος	58.500	75	74,625	1,4625	0,5
Συνολική κατανάλωση ενέργειας για το φωτιστικό 75W στις 60.000 ώρες (kWh)		4.500			
Συνολική εξοικονόμηση ενέργειας λόγω CLO στις 60.000 ώρες (kWh)				421,2	
Ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας λόγω CLO (%)					9.36%

Όπως φαίνεται, προκύπτει ότι η επένδυση του CLO επί των νέων φωτιστικών τεχνολογίας LED προσθέτει επιπλέον 9,36% εξοικονόμηση ενέργειας. Αν υπολογίζαμε την αθροιστική εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από την εγκατάσταση φωτιστικών LED και την λειτουργία CLO σε σχέση με την υφιστάμενη εγκατάσταση (δεδομένου ότι τα φωτιστικά LED 75W αντικαθιστούν φωτιστικά συνολικής ισχύος 300W) φωτιστικά σε βάθος λειτουργίας 60.000 ωρών, θα προέκυπτε μεγαλύτερη του 77%, όπως παρουσιάζεται στο Γράφημα 3.



Γράφημα 3 Εξοικονόμηση ενέργειας και ποσοστό εξοικονόμησης παραδείγματος.

Είναι προφανές ότι καθώς η συνάρτηση του CLO είναι γραμμική συνάρτηση, το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας που οφείλεται στο CLO (Στήλη "Ποσοστό εξοικονόμησης λόγω CLO" του Πίνακα 6), θα είναι το ίδιο ανεξαρτήτως της αρχικής ισχύος του φωτιστικού τεχνολογίας LED. Επομένως, παρακάτω η επίδραση του CLO θα εφαρμόζεται στη συνολική ανά περίπτωση ισχύς της εγκατάστασης.

#### 4.2. Προσαρμοστικός Φωτισμός

Οι παράμετροι εισόδου που χαρακτηρίζουν τις οδούς στις οποίες θα γίνει η παρέμβαση επηρεάζουν την κατηγοριοποίηση της κλάσης φωτισμού των οδών. Με βάση τα συγκεκριμένα δεδομένα πραγματοποιείται η κατηγοριοποίηση σε κλάσεις φωτισμού οι οποίες μεταβάλλονται ανάμεσα σε τέσσερα προτεινόμενα χρονικά διαστήματα της νυκτερινής λειτουργίας.

Για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση προτείνονται 4 χρονικά διαστήματα λειτουργίας των φωτιστικών σωμάτων. Συνολικά, θεωρείται πως η εγκατάσταση φωτισμού λειτουργεί 10,7 ώρες ανά ημέρα κατά μέσο όρο ή 3.905,5 ώρες ανά έτος. Θεωρώντας ότι τα φωτιστικά θα λειτουργούν στο 100% της φωτεινής τους ροής το μεγαλύτερο διάστημα της νύχτας και λαμβάνοντας υπόψη ότι το διάστημα αυτό διαρκεί για:

- τους χειμερινούς μήνες, από τις 17.30' περίπου έως τα μεσάνυχτα 00.00', ήτοι 6,5 ώρες
- τους θερινούς μήνες, από τις 20.30' περίπου έως τα μεσάνυχτα 00.00', ήτοι 3,5 ώρες

Το πρώτο χρονικό διάστημα ΔΤ1 (100% της φωτεινής ροής) θα είναι κατά μέσο όρο  $(6,5+3,5)/2=5$  ώρες.

Τα υπόλοιπα χρονικά διαστήματα για προσαρμοστικό φωτισμό φαίνονται στον Πίνακα 7.

**Πίνακας 7** Καθορισμός χρονικών διαστημάτων λειτουργίας της εγκατάστασης φωτισμού της παρέμβασης.

ΔΤ1	Το διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ του ανάμματος των φωτιστικών και της λήξης της περιόδου αιχμής.
Κατά προσέγγιση 5 ώρες την ημέρα	Η έναυση των φωτιστικών θα πραγματοποιείται μέσω αστρονομικού ρολογιού και η λήξη της περιόδου αιχμής έχει οριστεί στις 00.00' κάθε βράδυ.
ΔΤ2	Το διάστημα στο οποίο η οδός διαθέτει πιο ήπιας μορφής κυκλοφοριακή ροή και λαμπρότητα περιβάλλοντος.
2 ώρες	Το διάστημα αυτό ορίστηκε μεταξύ τις 00.00' – 02.00' κάθε βράδυ.
ΔΤ3	Το διάστημα στο οποίο η οδός εμφανίζει τα χαμηλότερα επίπεδα χρήσης.
3 ώρες	Το διάστημα αυτό ορίστηκε μεταξύ τις 02.00' – 05.00' κάθε βράδυ.
ΔΤ4	Το διάστημα στο οποίο εμφανίζεται ο πρωινός κυκλοφοριακός φόρτος μέχρι και τη σβέση των φωτιστικών.
Κατά προσέγγιση 0,7 ώρες την ημέρα	Το διάστημα αυτό ορίστηκε από τις 05.00' μέχρι τη σβέση των φωτιστικών που γίνεται με χρήση αστρονομικού ρολογιού.

Σε κάθε ένα από τα παραπάνω χρονικά διαστήματα, χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος υπολογισμού της κλάσης φωτισμού της παρέμβασης, όπως αυτός ορίζεται από το πρότυπο EN 13201-1:2014. Η κλάση φωτισμού της παρέμβασης ενδέχεται να μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της νύκτας, ανάλογα με τη μεταβολή των διαφόρων παραμέτρων που επηρεάζουν τον καθορισμό της κλάσης αυτής.

Καθώς μειώνεται το απαιτούμενο επίπεδο φωτισμού, μειώνεται και απαιτούμενη ισχύς για την επίτευξη του εκάστοτε επιπέδου φωτισμού. Μέσω του κεντρικού συστήματος διαχείρισης υπάρχει η δυνατότητα ορισμού σεναρίων ρύθμισης της φωτεινής ροής (dimming profiles) για την επίτευξη περεταίρω εξοικονόμηση ενέργειας και να προσαρμοστεί το επίπεδο φωτισμού στις πραγματικές ανάγκες της εγκατάστασης. Στον Πίνακα 8, που ακολουθεί, φαίνεται πως διαμορφώνεται ο προσαρμοστικός φωτισμός κατά την παρέμβαση.

Πίνακας 8 Κλάσεις φωτισμού και αντίστοιχη απαιτούμενη ισχύς νέων φωτιστικών LED ανά χρονικό διάστημα.

Τμήμα οδού εγκατάστασης	Αριθμός Φ.Σ	Κλάση Φωτισμού ΔΤ1	Ισχύς ΔΤ1 (W ανά Φ.Σ)	Κλάση Φωτισμού ΔΤ2	Ισχύς ΔΤ2 (W ανά Φ.Σ)	Κλάση Φωτισμού ΔΤ3	Ισχύς ΔΤ3 (W ανά Φ.Σ)	Κλάση Φωτισμού ΔΤ4	Ισχύς ΔΤ4 (W ανά Φ.Σ)
ΠΛΟΥΤΩΝΟΣ - ΘΕΟΚΛΗΤΟΥ - ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	34	M3	100	M4	70	M5	50	M4	70
28ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ (από Ανατ. Ρωμυλίας έως Παρωδέους)	20	P1	55	P1	55	P2	40	P2	40
28ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ (από Παρωδέους έως Ανατ. Ρωμυλίας)	15	M3	140	M4	100	M5	70	M4	100
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ	17	P1	55	P1	55	P2	40	P2	40
ΕΛΛΙΩΝ	21	P1	55	P1	55	P2	40	P2	40
ΣΟΥΛΙΟΥ	45	M4	75	M5	55	M6	40	M5	55
ΒΟΡ. ΗΠΕΙΡΟΥ	30	M4	55	M5	40	M6	25	M5	40
ΡΗΓΑ ΦΕΡΡΑΙΟΥ	15	M4	55	M5	40	M6	25	M5	40
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΡΩΜΥΛΙΑΣ (από Κεφαλληνίας έως Σουλίου)	23	M3	75	M4	55	M5	40	M4	55
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΡΩΜΥΛΙΑΣ (από Σουλίου έως Δ. Ασφιδιά)	4	P1	55	P1	55	P2	40	P2	40
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΡΩΜΥΛΙΑΣ (από Ιννατίου έως Μ. Μιτόσαρη)	74	M3	75	M4	55	M5	40	M4	55
25ης ΜΑΡΤΙΟΥ	18	M3	100	M4	70	M5	50	M4	70
ΚΕΡΑΣΟΒΟΥ-ΠΑΝΟΡΑΜΙΑΤΟΣ	40	M4	75	M5	55	M6	40	M5	55
ΚΛΕΙΣΟΥΡΑΣ	4	P1	55	P1	55	P2	40	P2	40
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΙΣ ΟΔΩΝ	79	C2	75	C2	75	C3	50	C3	50



## 5. Εξοικονόμηση ενέργειας με προσαρμοστικό φωτισμό (dimming) και CLO σε βάθος 10ετίας

Στον Πίνακα 9 γίνεται μια ομαδοποίηση των φωτιστικών σωμάτων τεχνολογίας LED ανάλογα με την ισχύ τους, και την ισχύ στα διάφορα χρονικά διαστήματα. Στην ισχύ δεν υπολογίζεται η λειτουργία CLO, αλλά υπολογίζεται παρακάτω.

Πίνακας 9 Ισχύς φωτιστικών στα διάφορα χρονικά διαστήματα.

Τμήμα οδού	Αριθμός Φ.Σ	Ισχύς ΔΤ1 (W ανά Φ.Σ)	Ισχύς ΔΤ2 (W ανά Φ.Σ)	Ισχύς ΔΤ3 (W ανά Φ.Σ)	Ισχύς ΔΤ4 (W ανά Φ.Σ)
ΠΛΟΥΤΩΝΟΣ -- ΘΕΟΚΛΗΤΟΥ -- ΠΕΡΙΚΛΕΟΥΣ	34	100	70	50	70
25ης ΜΑΡΤΙΟΥ	18				
28ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ (από Ανατ. Ρωμύλλας έως Περικλέους)	20	55		40	
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΡΩΜΥΛΙΑΣ (από Σουλίου έως Δ. Ακρίτα)	4				
ΚΛΕΙΣΟΥΡΑΣ	4				
ΕΛΑΙΩΝ	21				
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥΠΟΛΕΩΣ	17				
28ης ΟΚΤΩΒΡΙΟΥ (από πλατεία έως Ανατ. Ρωμύλλας)	15	140	100	70	100
ΣΟΥΛΙΟΥ	45	75	55	40	55
ΚΕΡΑΣΟΒΟΥ – ΠΑΝΟΡΑΜΑΤΟΣ	40				
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΡΩΜΥΛΙΑΣ (από Ιγνατίου έως Μ. Μπότσαρη)	74				
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΡΩΜΥΛΙΑΣ (από Κεφαλληνίας έως Σουλίου)	23				
ΒΟΡ. ΗΠΕΙΡΟΥ	30	55	40	25	40
ΡΗΓΑ ΦΕΡΡΑΙΟΥ	15				
ΔΙΑΣΤΑΥΡΩΣΕΙΣ ΟΔΩΝ	79	75		50	

Όπως έχει αναφερθεί και στον Πίνακα 7, οι ώρες λειτουργίας για τα επιμέρους διαστήματα είναι τα παρακάτω:

- ΔΤ1: 5 ώρες ημερησίως
- ΔΤ2: 2 ώρες ημερησίως
- ΔΤ3: 3 ώρες ημερησίως
- ΔΤ4: 0,7 ώρες ημερησίως

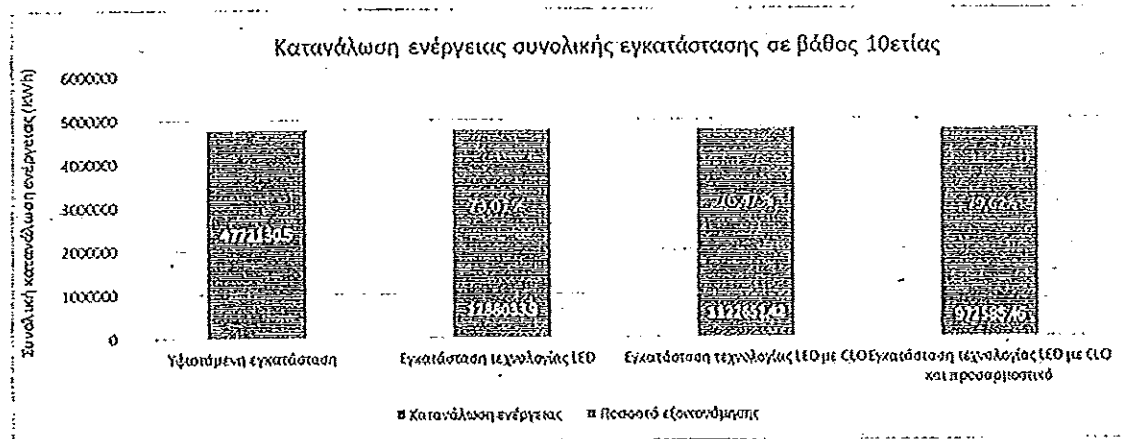
Οι συνολικές ετήσιες ώρες λειτουργίας του δικτύου 3.905,5 ή 10,7 ώρες ανά ημέρα.

Στο Πίνακα 10 συνοψίζεται η καταναλισκόμενη ενέργεια σε βάθος 10ετίας για τις διάφορες περιπτώσεις: α) υφιστάμενη εγκατάσταση, β) νέα εγκατάσταση με φωτιστικά LED, γ) νέα εγκατάσταση με φωτιστικά LED και λειτουργία CLO, δ) νέα εγκατάσταση με φωτιστικά LED και προσαρμοστικό φωτισμό με ταυτόχρονη λειτουργία CLO. Στον Πίνακα 10, φαίνεται και η εξοικονόμηση ενέργειας σε σχέση με την καταναλισκόμενη ενέργεια της υφιστάμενης εγκατάστασης.

Πίνακας 10 Κατανάλωση ενέργειας συνολικής εγκατάστασης σε βάθος 10ετίας.

	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας υφιστάμενης εγκατάστασης (kWh)	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας εγκατάστασης τεχνολογίας LED (kWh)	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας εγκατάστασης τεχνολογίας LED με CLO (kWh)	Ετήσια κατανάλωση ενέργειας εγκατάστασης τεχνολογίας LED με CLO και προσαρμοστικό <sup>5</sup> (kWh)
1 <sup>ο</sup> Έτος	477.213,05	128.803,39	104.719,52	91.050,68
2 <sup>ο</sup> Έτος	477.213,05	128.803,39	106.396,32	92.430,21
3 <sup>ο</sup> Έτος	477.213,05	128.803,39	108.073,13	93.809,73
4 <sup>ο</sup> Έτος	477.213,05	128.803,39	109.749,93	95.189,26
5 <sup>ο</sup> Έτος	477.213,05	128.803,39	111.426,74	96.568,78
6 <sup>ο</sup> Έτος	477.213,05	128.803,39	113.103,54	97.948,31
7 <sup>ο</sup> Έτος	477.213,05	128.803,39	114.780,35	99.327,83
8 <sup>ο</sup> Έτος	477.213,05	128.803,39	116.457,16	100.707,36
9 <sup>ο</sup> Έτος	477.213,05	128.803,39	118.133,96	102.086,88
10 <sup>ο</sup> Έτος	477.213,05	128.803,39	119.810,77	103.466,41
<b>Σύνολο</b>	<b>4.772.130,5</b>	<b>1.288.033,9</b>	<b>1.122.651,42</b>	<b>972.585,46</b>
<b>Ποσοστό σε σχέση με την υφιστάμενη εγκατάσταση</b>		<b>73,01%</b>	<b>76,47%</b>	<b>79,62%</b>

Τα αντίστοιχα ποσοστά που φαίνονται στον Πίνακα 10 συνοψίζονται στο Γράφημα 4.



Γράφημα 4 Εξοικονόμηση ενέργειας και ποσοστό εξοικονόμησης για τις διάφορες εγκαταστάσεις

<sup>5</sup> Στην ενέργεια που καταναλώνουν τα φωτιστικά προστίθεται και 1W ανά φωτιστικό λόγω του ασύρματου ελεγκτή, που απαιτείται για τη λειτουργία του συστήματος τηλεδιαχείρισης οδοφωτισμού. Επιπλέον έχουμε κατανάλωση ενέργειας και από τους 6 κεντρικούς κόμβους του συστήματος. Οι ασύρματοι ελεγκτές και οι κόμβοι λειτουργούν όλη την ημέρα. Οι καταναλώσεις έχουν επιμεριστεί στην κατανάλωση ανά φωτιστικό.

## 6. Χρηματοοικονομική ανάλυση & αξιολόγηση επένδυσης

Η χρηματοοικονομική ανάλυση και η αξιολόγηση επένδυσης που παρουσιάζεται δια της παρούσης τεχνικής έκθεσης πραγματοποιείται σε βάθος 10ετίας.

Για την ανάλυση που ακολουθεί λαμβάνονται υπόψη οι εξής παραδοχές:

- Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας για το Δήμο: 0,16€/kWh
- Ετήσιος ρυθμός αύξησης κόστους ηλεκτρικής ενέργειας: 3%
- Ετήσιο κόστος συντήρησης υφιστάμενης εγκατάστασης: 20€/φωτιστικό, ήτοι 8.780,00€ συνολικά ετησίως.
- Τα φωτιστικά τεχνολογίας LED, θα έχουν εργοστασιακή εγγύηση τουλάχιστον 10 έτη. Ο Δήμος επομένως θα έχει μηδενικό κόστος συντήρησης της νέας εγκατάστασης.

### Περίπτωση 1:

*Αντικατάσταση της υφιστάμενης εγκατάστασης με νέα φωτιστικά τεχνολογίας LED*

Στον Πίνακα 13 συνοψίζονται οι χρηματοροές από την αντικατάσταση του υφιστάμενου δικτύου φωτισμού με νέα φωτιστικά τεχνολογίας LED, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η επιπλέον εξοικονόμηση από τη λειτουργία CLO και προσαρμοστικό φωτισμό (dimming).

Πίνακας 13 Οικονομικό όφελος ανά έτος για την Περίπτωση 1.

Έτος	Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (ευρώ/kWh)	Κατανάλωση ενέργειας υφιστάμενης εγκατάστασης Ηλεκτροφωτισμού (kWh)	Κατανάλωση ενέργειας εγκατάστασης με νέα φωτιστικά LED (kWh)	Μείωση κόστους κατανάλωσης ενέργειας (ευρώ)	Ετήσιο οικονομικό όφελος λόγω συντήρησης (ευρώ)	Ετήσιο οικονομικό όφελος (ευρώ)	Αθροιστικό ετήσιο οικονομικό όφελος (ευρώ)
	-Στήλη Α-	-Στήλη Β-	-Στήλη Γ-	[ A*(Β-Γ) ]	-Στήλη Δ-	[ A*(Β-Γ) + Δ ]	
1	0,160	477.213,05	128.803,39	55.745,54	8.780,00	64.525,54	64.525,54
2	0,165	477.213,05	128.803,39	57.417,91	8.780,00	66.197,91	130.723,46
3	0,170	477.213,05	128.803,39	59.140,45	8.780,00	67.920,45	198.643,90
4	0,175	477.213,05	128.803,39	60.914,66	8.780,00	69.694,66	268.338,57
5	0,180	477.213,05	128.803,39	62.742,10	8.780,00	71.522,10	339.860,67
6	0,185	477.213,05	128.803,39	64.624,36	8.780,00	73.404,36	413.265,03
7	0,191	477.213,05	128.803,39	66.563,10	8.780,00	75.343,10	488.608,13
8	0,197	477.213,05	128.803,39	68.559,99	8.780,00	77.339,99	565.948,12
9	0,203	477.213,05	128.803,39	70.616,79	8.780,00	79.396,79	645.344,91
10	0,209	477.213,05	128.803,39	72.735,29	8.780,00	81.515,29	726.860,20

Το Άθροιστικό οικονομικό όφελος στη 10ετία, όπως προκύπτει από την αντικατάσταση της υφιστάμενης εγκατάστασης της παρέμβασης με νέα φωτιστικά τεχνολογίας LED, ανέρχεται στα 726.820,20€.

**Περίπτωση 2:**

*Αντικατάσταση της υφιστάμενης εγκατάστασης με νέα φωτιστικά τεχνολογίας LED και ταυτόχρονη ενεργοποίηση της λειτουργίας CLO*

Στον Πίνακα 14 συνοψίζονται οι χρηματοροές από την αντικατάσταση της υφιστάμενης εγκατάστασης φωτισμού της παρέμβασης με νέα φωτιστικά τεχνολογίας LED, με αξιοποίηση της λειτουργίας CLO.

Πίνακας 14 Οικονομικό όφελος ανά έτος για την Περίπτωση 2.

Έτος	Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (ευρώ/kWh)	Κατανάλωση ενέργειας υφιστάμενης εγκατάστασης Ηλεκτροφωτισμού (kWh)	Κατανάλωση ενέργειας εγκατάστασης με νέα φωτιστικά LED (kWh)	Μείωση κόστους κατανάλωσης ενέργειας (ευρώ)	Ετήσιο οικονομικό όφελος λόγω συντήρησης (ευρώ)	Ετήσιο οικονομικό όφελος (ευρώ)	Αθροιστικό ετήσιο οικονομικό όφελος (ευρώ)
	-Στήλη Α-	-Στήλη Β-	-Στήλη Γ-	[ Α*(Β-Γ) ]	-Στήλη Δ-	[ Α*(Β-Γ) + Δ ]	
1	0,160	477.213,05	104.719,52	59.598,96	8.780,00	68.378,96	68.378,96
2	0,165	477.213,05	106.396,32	61.110,60	8.780,00	69.890,60	138.269,56
3	0,170	477.213,05	108.073,13	62.659,29	8.780,00	71.439,29	209.708,85
4	0,175	477.213,05	109.749,93	64.245,90	8.780,00	73.025,90	282.734,74
5	0,180	477.213,05	111.426,74	65.871,31	8.780,00	74.651,31	357.386,06
6	0,185	477.213,05	113.103,54	67.536,43	8.780,00	76.316,43	433.702,49
7	0,191	477.213,05	114.780,35	69.242,17	8.780,00	78.022,17	511.724,67
8	0,197	477.213,05	116.457,16	70.989,48	8.780,00	79.769,48	591.494,14
9	0,203	477.213,05	118.133,96	72.779,30	8.780,00	81.559,30	673.053,45
10	0,209	477.213,05	119.810,77	74.612,63	8.780,00	83.392,63	756.446,07

Το Αθροιστικό οικονομικό όφελος στη 10ετία προκύπτει από αυτήν την παρέμβαση στα 756.446,07€.

### Περίπτωση 3

Αντικατάσταση της υφιστάμενης εγκατάστασης με νέα φωτιστικά τεχνολογίας LED και σύστημα τηλεδιαχείρισης με ταυτόχρονη ενεργοποίηση της λειτουργίας CLO και προσαρμοστικό φωτισμό μέσω κεντρικού συστήματος διαχείρισης

Στον Πίνακα 15 συνοψίζονται οι χρηματοροές από την αντικατάσταση της υφιστάμενης εγκατάστασης φωτισμού με φωτιστικά τεχνολογίας LED, αξιοποιώντας ταυτόχρονα τη λειτουργία CLO και τα σενάρια προσαρμοστικού φωτισμού μέσω κεντρικού συστήματος τηλεδιαχείρισης.

Πίνακας 15 Οικονομικό όφελος ανά έτος για την Περίπτωση 3.

Έτος	Κόστος ηλεκτρικής ενέργειας (ευρώ/kWh)	Κατανάλωση ενέργειας υφιστάμενης εγκατάστασης Ηλεκτροφωτισμού (kWh)	Κατανάλωση ενέργειας εγκατάστασης με νέα φωτιστικά LED (kWh)	Μείωση κόστους κατανάλωσης ενέργειας (ευρώ)	Ετήσιο οικονομικό όφελος λόγω συντήρησης (ευρώ)	Ετήσιο οικονομικό όφελος (ευρώ)	Αθροιστικό ετήσιο οικονομικό όφελος (ευρώ)
	-Στήλη Α-	-Στήλη Β-	-Στήλη Γ-	[ Α*(Β-Γ) ]	-Στήλη Δ-	[ Α*(Β-Γ) + Δ ]	
1	0,160	477.213,05	91.050,68	61.785,98	8.780,00	70.565,98	70.565,98
2	0,165	477.213,05	92.430,21	63.412,21	8.780,00	72.192,21	142.758,19
3	0,170	477.213,05	93.809,73	65.080,41	8.780,00	73.860,41	216.618,60
4	0,175	477.213,05	95.189,26	66.791,63	8.780,00	75.571,63	292.190,24
5	0,180	477.213,05	96.568,78	68.546,96	8.780,00	77.326,96	369.517,19
6	0,185	477.213,05	97.948,31	70.347,48	8.780,00	79.127,48	448.644,67
7	0,191	477.213,05	99.327,83	72.194,35	8.780,00	80.974,35	529.619,03
8	0,197	477.213,05	100.707,36	74.088,72	8.780,00	82.868,72	612.487,75
9	0,203	477.213,05	102.086,88	76.031,78	8.780,00	84.811,78	697.299,52
10	0,209	477.213,05	103.466,41	78.024,73	8.780,00	86.804,73	784.104,26

Το Αθροιστικό οικονομικό όφελος στη 10ετία προκύπτει από αυτήν την παρέμβαση στα 784.104,26€.

Για την Περίπτωση 3 η απόσβεση του αρχικού κόστους κτήσης γίνεται σε χρονικό διάστημα, τέτοιο που κάνει βιώσιμη την επένδυση αντικατάστασης του παλιού δικτύου ηλεκτροφωτισμού με σύγχρονα φωτιστικά LED οδοφωτισμού και σύστημα εποπτείας και τηλεδιαχείρισης. Η διάρκεια ζωής της νέας εγκατάστασης είναι μεγαλύτερη από 10 χρόνια, με διατήρηση της φωτεινής ροής των LED στις 100.000 ώρες, ήτοι 25 χρόνια περίπου.

Βεβαίως φαίνεται ότι, βάσει του προϋπολογισμού του έργου, η απόσβεση γίνεται σε χρόνο μεγαλύτερο των 10 ετών, όμως η αναμενόμενη έκπτωση κατά την διαγωνιστική διαδικασία θεωρούμε ότι θα είναι τέτοια που τελικά το έργο θα αποσβεστεί σε σημαντικά μικρότερο χρόνο της 10ετίας.

## 7. Κοινωνικοπολιτική διάσταση - Οφέλη για το Δήμο Πετρούπολης

Η αναβάθμιση του επιπέδου φωτισμού στο δίκτυο ηλεκτροφωτισμού, με την ταυτόχρονη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, αναμένεται να αλλάξει ριζικά την εικόνα των οδών που θα πραγματοποιηθεί η παρέμβαση. Τα οφέλη από μια τέτοια παρέμβαση είναι πολλαπλά τόσο σε επίπεδο τεχνοοικονομικό, περιβαλλοντικό όσο και κοινωνικοπολιτικό.

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι εξαιρετικά σημαντική για τη γρήγορη απόσβεση του έργου της αναβάθμισης του φωτισμού η οποία γίνεται με τα φωτιστικά LED και το σύστημα τηλεδιαχείρισης αυτών.

Ο νέος φωτισμός στις οδούς παρέμβασης, θα αναβαθμίσει την ποιότητα διαβίωσης των πολιτών του Δήμου, διασφαλίζοντας επίπεδα φωτισμού με ομοιομορφία για ασφάλεια και άνεση. Ο φωτισμός στις οδούς της παρέμβασης θα αναβαθμιστεί σημαντικά και θα βελτιώσει την κινητικότητα των κατοίκων, δίνοντας μια νέα πνοή στην περιοχή τις βραδινές ώρες.

Με την ταυτόχρονη ενσωμάτωση συστήματος τηλεδιαχείρισης του οδοφωτισμού, ο Δήμος θα έχει πλήρη εποπτεία του δικτύου ηλεκτροφωτισμού των οδών της παρέμβασης και θα έχει διαρκή ενημέρωση για τις καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας, τα ηλεκτρικά μεγέθη (ρεύμα, τάση, ισχύς ανά φωτιστικό), τυχόν σφάλματα ή βλάβες και αναπαράσταση όλων αυτών σε σύστημα γεωχωρικής απεικόνισης.

Με το σύστημα τηλεδιαχείρισης και μέσω του κεντρικού συστήματος διαχείρισης, η αρμόδια ορισθείσα Υπηρεσία του Δήμου θα είναι σε θέση να ρίχνει τα επίπεδα φωτισμού, όταν αυτό χρειάζεται, (π.χ τις ώρες αργά το βράδυ), σύμφωνα με τα πρότυπα για προσαρμοστικό φωτισμό. Με τον τρόπο αυτό, μπορεί να επιτευχθεί επιπλέον εξοικονόμηση ενέργειας, αποφεύγοντας τον υπερβολικό φωτισμό τις νυχτερινές ώρες που η κινητικότητα των πολιτών μειώνεται. Η επιλογή για προσαρμοστικό φωτισμό θα γίνεται πάντα σύμφωνα με τα πρότυπα, χωρίς να υποφωτίζεται η περιοχή, αλλά αντιθέτως εναρμονίζοντας το φωτισμό με τις αντίστοιχες βραδινές ώρες, όπως ορίζεται στη μελέτη και τον αντίστοιχο καθορισμό των κλάσεων φωτισμού για προσαρμοστικό φωτισμό.

Τα νέα φωτιστικά τεχνολογίας LED που προβλέπεται να εγκατασταθούν στις οδούς της παρέμβασης είναι FULL CUT-OFF, για αποφυγή και περιορισμό του φαινομένου της φωτορύπανσης.

Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για ηλεκτροφωτισμό θα μειώσει αναλογικά και τις εκπομπές ρύπων CO<sub>2</sub>, που προέρχονται από την κατανάλωση ενέργειας στον ηλεκτροφωτισμό.

Τα οφέλη από την αντικατάσταση της υφιστάμενης εγκατάστασης φωτισμού με φωτιστικά τεχνολογίας LED συνοψίζονται ως ακολούθως:

- Σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας (μεγαλύτερη της τάξεως του 75%)
- Αναβάθμιση της ποιότητας φωτισμού για τους πολίτες του Δήμου
- Βελτίωση των επιπέδων φωτισμού και της ομοιομορφίας των οδών της παρέμβασης
- Διασφάλιση άνεσης και ασφάλειας στις μετακινήσεις των κατοίκων της περιοχής
- Μείωση της φωτορύπανσης
- Μείωση εκπομπών ρύπων CO<sub>2</sub>
- Πλήρης εποπτεία και έλεγχος του δικτύου ηλεκτροφωτισμού

ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ 01/07/2016 Ο ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ	ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ 01/07/2016 Η ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΗΜΕ-ΕΑΜΕ-ΚΤΠ	ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΗ 01/07/2016 ΕΓΚΡΙΝΕΤΑΙ Ο Προϊστάμενος Δ/νσης Τ.Υ.Δ.Π.
ΛΕΩΝΙΔΑΣ ΔΡΑΜΗΤΙΝΟΣ ΤΕ4/Ε' ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΘΕΟΔΩΡΑ ΚΟΝΙΑΡΗ ΠΕ3/ Γ' ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΕ5/Β' ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ