

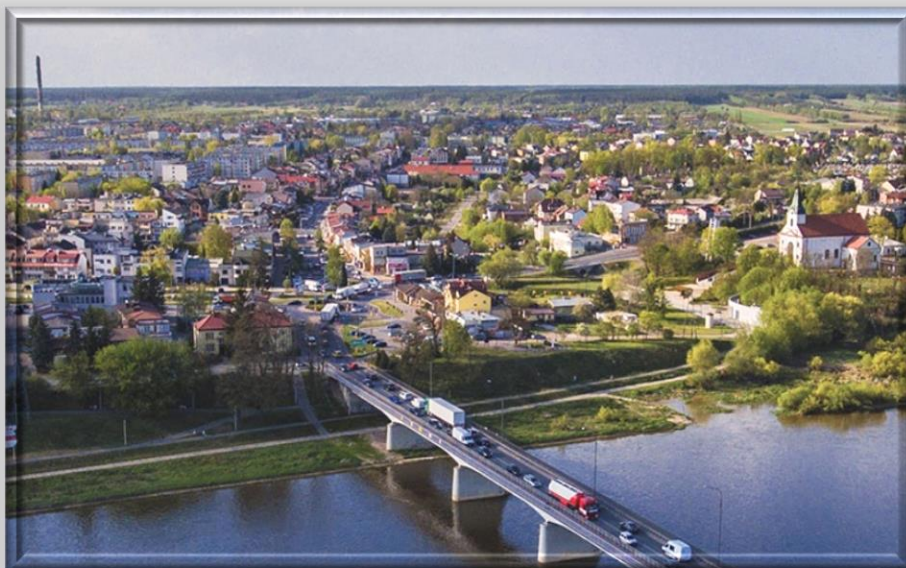
## AUDYT ENERGETYCZNY

## OŚWIETLENIA ULICZNEGO



*Przygotowany dla*

*Gmina Miasto Wyszów*



CIESZYN - 2019

Opracowanie:

*ECO ENERGY POLAND MARIUSZ STANIEK*

**Siedziba:**

Ul. Górna 29B

43-400 CIESZYN

**Biuro:**

UL. HETMAŃSKA 44/215

**Teł: 33 444 73 23**

E-mail: [biuro@ecoenergypoland.pl](mailto:biuro@ecoenergypoland.pl)

*Mariusz Staniek*

*Michał Kupryciuk*



## Spis treści

<b>Cel Opracowania</b> .....	5
Podstawy Opracowania.....	6
Charakterystyka projektu .....	6
Warunki społeczno-gospodarcze .....	6
Regulacje prawne dla oświetlenia ulicznego.....	7
Ocena jakości oświetlenia dróg oraz wskazanie kierunków działania w celu dostosowania do obowiązujących norm .....	8
Sposób wykonania inwentaryzacji .....	8
Analiza Stanu Aktualnego.....	8
Wnioski z inwentaryzacji opraw, słupów, wysięgników.....	16
Wnioski z inwentaryzacji szafek oświetleniowych.....	18
Wnioski z inwentaryzacji punktów rozliczania energii.....	22
Zgodność oświetlenia z normami.....	26
Szczegółowa analiza wyników pomiarów oświetlenia, dróg i ulic w odniesieniu do wykonanych obliczeń fotometrycznych metodą komputerową.....	26
Analiza typów oraz modeli opraw na terenie Gminy Miasta Wyszaków .....	28
Analiza prawidłowości działania układów sterowania oświetleniem ulicznym .....	32
Analiza techniczno-technologiczna .....	32
Źródła światła.....	32
Soda wysokoprężna .....	33
Źródła LED.....	34
Parametry techniczne wymagane dla nowych opraw oświetleniowych .....	35
PARAMETRY TECHNICZNE OPRAWY DROGOWEJ W TECHNOLOGII LED.....	35
PARAMETRY TECHNICZNE OPRAWY PARKOWEJ W TECHNOLOGII LED .....	37
Analiza modernizacji oświetlenia dla dwóch wariantów z podziałem na Miasto Wyszaków oraz Gminę Wyszaków.....	39
WARIANT I.....	39
WARIANT II.....	39
Wybór wariantu rekomendowanego .....	41



Analiza zużycia energii systemu oświetleniowego.....	41
Moc istniejącego systemu .....	42
Średnia energochłonność opraw.....	43
Zużycie energii przez system .....	43
Analiza modernizacji oświetlenia .....	44
Analiza kosztowa .....	47
Efektywność kosztowa zmniejszenia zużycia energii .....	47
Efektywność kosztowa redukcji CO <sub>2</sub> .....	47
Wnioski.....	48

## Cel Opracowania

Niniejsze opracowanie ma na celu analizę stanu faktycznego istniejącego systemu oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Wyszaków i określenie możliwości zmniejszenia kosztów eksploatacji a także wskazanie zasadności podjęcia inwestycji w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego. W szczególności celem audytu jest:

1. Zdiagnozowanie stanu, w jakim znajduje się system oświetleniowy;
2. Zbadanie możliwości ograniczenia kosztów eksploatacji systemu oświetleniowego;
3. Zbadanie zgodności oświetlenia drogowego z Polską Normą przenoszącą normę europejską PN-EN 13201;
4. Potwierdzenie lub zakwestionowanie społeczno-gospodarczego sensu realizacji projektu według koncepcyjnych założeń Zamawiającego;
5. Potwierdzenie lub zakwestionowanie instytucjonalnych, prawnych, technologicznych i ekonomicznych założeń koncepcyjnych Zamawiającego;
6. Przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do:
  - Zorganizowania systemu kontrolingu finansowego kosztów utrzymania oświetlenia,
  - Zorganizowania systemu zarządzania infrastrukturą odbiorników energii,
  - Wyboru optymalnego rozwiązania technicznego, podnoszącego znacząco sprawność systemu,
  - Warunków zamawiania projektów technicznych i wykonawstwa,
  - Sposobu uwzględnienia, w projekcie technicznym i wykonawstwie, specyficznych wymogów dotyczących sposobów organizowania efektywnego oświetlania dróg, ulic oraz obiektów kubaturowych,

## Podstawy Opracowania

### Charakterystyka projektu

Audyt sporządzony został zgodnie z metodyką określoną w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

Modernizowany zbiorczy obiekt oświetleniowy, czyli zespół lamp ulicznych wraz z ich sterowaniem, musi spełniać wymogi zgodności z normą PN-EN 13201.

Zgodnie z Art. 30. Ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (Dz. U. 2019.1843 t.j. z dnia 2019.09.27) *„Zamawiający opisuje przedmiot zamówienia za pomocą cech technicznych i jakościowych, z zachowaniem Polskich Norm przenoszących normy europejskie lub norm innych państw członkowskich Europejskiego Obszaru Gospodarczego przenoszących te normy.”*

Zgodnie z powyższym, uwzględnienie przywołanej normy w projekcie modernizacji oświetlenia ulic, jest obligatoryjne.

### Warunki społeczno-gospodarcze

Warunki społeczno-gospodarcze i szlaki komunikacyjne w Gminie Wyszków Wyszków jest Gminą miejsko-wiejską o powierzchni 165/6 km<sup>2</sup> położoną w województwie mazowieckim. Geograficznie Wyszków leży nad Bugiem na skraju Międzyrzecza Łomżyńskiego, na południu Puszczy Białej, 55 km na północny wschód od Warszawy, przy drodze krajowej nr 8 Warszawa-Białystok. Według danych na dzień 08.01.2016r. na terenie miasta i gminy Wyszków zarejestrowanych jest w sumie 39 107 mieszkańców ( źródło [www.wyszkow.pl](http://www.wyszkow.pl)).

Przez miasto przechodzą główne trasy komunikacyjne krajowe i międzynarodowe:

- droga międzynarodowa E67 Helsinki – Kowno – Warszawa – Praga,
- droga krajowa 8 Kudowa-Zdrój – Wrocław – Warszawa – Białystok – Suwałki – Budzisko,
- droga krajowa 62 Siemiatycze – Wyszków – Płock – Strzelno
- droga wojewódzka 618 Pułtusk – Wyszków – Gołymin-Ośrodek

Powstała też obwodnica Wyszkowa, która jest częścią drogi ekspresowej S8.

Przez Wyszków biegnie trasa kolejowa łącząca Ostrołękę z Warszawą z dworcem w Wyszkanie i przystankiem w Rybieniu Leśnym.

## **Regulacje prawne dla oświetlenia ulicznego**

Podstawą do opracowania niniejszej Analizy są następujące akty prawne, rozporządzenia oraz Polskie Normy:

### Ustawy:

- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U.2018.2068 t.j. z dnia 2018.10.30)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U.2019.1186 t.j. z dnia 2019.06.26)
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r.- Prawo zamówień publicznych (Dz.U.2019.1843 t.j. z dnia 2019.09.27)

### Rozporządzenie:

- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2.03.1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U.2016.124 t.j. z dnia 2016.01.29).

### Normy:

- PN-EN 13201:2015
- PN-EN 12464-1



## Ocena jakości oświetlenia dróg oraz wskazanie kierunków działania w celu dostosowania do obowiązujących norm

### Sposób wykonania inwentaryzacji

Stan aktualny został określony na podstawie wizji lokalnych. Na podkłady mapowe metodą geoinformatyczną zostały zinwentaryzowane punkty oświetlenia ulicznego wraz z szafkami oświetleniowymi oraz obwodami zasilającymi, stacjami transformatorowymi. Opracowaniu podlegała cała gmina Wyszaków. Podczas prac terenowych zinwentaryzowano 5920 punktów świetlnych na 5394 konstrukcjach wsporczych. Wszystkie konstrukcje wsporcze jak i oprawy podlegały ocenie w sposób oględzin wizualnych. Pełne zestawienie wyników znajduje się w tabelarycznym zestawieniu z podziałem atrybuty. Wynik zostały również przedstawione na podkładzie mapowym z określonymi współrzędnymi GPS.

### Analiza Stanu Aktualnego

Na terenie całej GMINY zainstalowane są oprawy których właścicielem jest w 100% Gmina Wyszaków. Jednakże infrastruktura techniczna zlokalizowana w Sołectwach Deskurów, Drogoszewo, Fidest, Gulczewo, Kamieńczyk, Kręgi Nowe, Leszczydół-Działki, Leszczydół-Nowiny, Leszczydół-Podwielątki, Leszczydół-Pustki, Leszczydół Stary, Lucynów, Lucynów Duży, Łosinno, Natalin, Olszanka, Puste Łąki, Rybienko Nowe, Rybienko Stare, Rybno, Sitno, Skuszew, Ślubów, Świniotop, Tulewo, Tulewo Górne, Tumanek jak i w pozostałych miejscowościach takich jak Błonie, Brzeźniaki, Giziewiczza, Kokoszczyzna, Kółko, Loretto, Rozalin w znacznej części należy do zakładów energetycznych PGE. Zgodnie ze sporządzoną inwentaryzacją oświetlenie obejmuje

Oprawa	Ilość
Grzybek R50	21
Grzybek S50	15
Kula R50	21
Kula S50	448
LED 30	10
LED 36	46
LED 40	174
LED 50	157
LED 53	42
LED 56	19
LED 60	317
LED 70	122
LED 78	7
LED 80	26





Naświetlacz 150	4
Naświetlacz 250	3
Naświetlacz 500	3
ORT 125	537
ORT 250	300
OUR 125	33
OUR 150	1
OUR 250	1
OUS 100	1088
OUS 150	112
OUS 250	4
OUS 70	525
S 100	18
S 150	55
S 50	52
S 70	56
SGS 100	348
SGS 150	189
SGS 70	1166
<b>łącznie</b>	<b>5920</b>

Na terenie gminy oświetlenie rtęciowe stanowi 15,14 % z całości, oświetlenie sodowe stanowi 69,27 % z całości natomiast energooszczędne oświetlenie LED stanowi 15,60% z całości

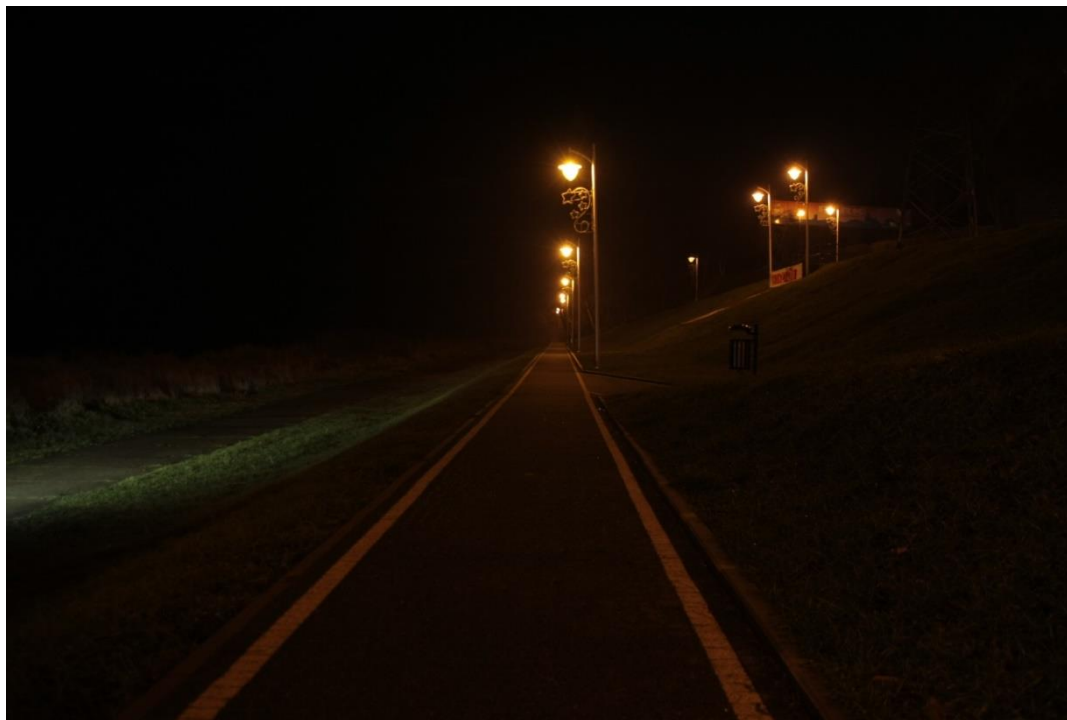
Mankamentem wielu opraw oświetleniowych, jest jednak zabrudzenie kloszy oraz odbłyśników. W szczególności dotyczy to opraw typu OUS oraz OP-125 parkowa. Powoduje, to utratę znacznej części strumienia świetlnego co w efekcie końcowym sprawia iż obowiązująca norma oświetleniowa nie jest spełniona.

Należy wskazać na źródło tego problemu – brudna woda z opraw, poprzez nieszczelne uszczelki przedostaje się do klosza, gdzie po odparowaniu pozostaje brudny, trudno zmywalny osad.

Inwentaryzacja wykazała również kiepski stan technicznych słupów które są brudne, często skorodowane, poważny problem stanowią słupy stalowe, których stan techniczny można określić na dobry na bazie oględzin wizualnych jednakże na części z nich zauważalna jest korozja na styku gruntu ze słupem takowa penetracja doprowadza do znacznego osłabienia konstrukcji nośnej słupa. Niestety na bazie oględzin wizualnych nie byliśmy w stanie wskazać słupów gdzie to zjawisko postępuje w stopniu znacznym. W celu jednoznacznej weryfikacji tego parametru słupy należy podać testom obciążeniowym. Znaczna część wysięgników podlega znacznej korozji. Rozmieszczenie opraw na terenie gminy jest bardzo nieregularne. Analizując rozmieszczenie opraw oświetleniowych w poszczególnych sołectwach zaklasyfikowano je jako oświetlenie zewnętrzne, które pełni

bardzo ważną funkcję pod względem bezpieczeństwa i jest niezbędne z punktu widzenia mieszkańców dlatego też należy go obowiązkowo zmodernizować w celu poprawienia jego parametrów świetlnych. Zastosowane przez zamawiającego oprawy LED pokazują jak istotny jest dobór parametrów technicznych w celu zachowania odpowiednich standardów oraz parametrów oświetlenia.

Poniżej przedstawiamy fotografie obrazujące charakterystyczne cechy oświetlenia gminy Wyszaków wykonane podczas inwentaryzacji opraw oświetleniowych.



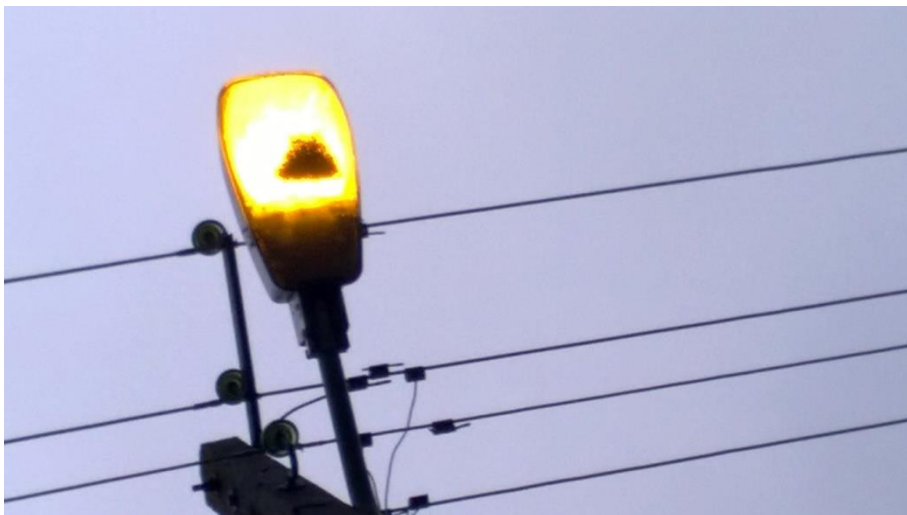












## Wnioski z inwentaryzacji oprav, słupów, wysięgników

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji stwierdzono, iż na terenie Gminy Wyszaków znajdują się 5 899 punktów świetlnych stanowiących element majątku Gminy. Dane zebrane w trakcie inwentaryzacji dostępne są w formie bazy danych w formacie Excel.

Poniższa tabela przedstawia strukturę oceny stanu oprav i przejrzystości klosza

Ocena	Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu oprav
5	Oprawa fabrycznie nowa, w stanie bardzo dobrym bez oznak zużycia. Przezroczystość klosza powyżej 90%. Brak zabrudzeń komory lampy. Czysty odbłyśnik o dużej sprawności oświetleniowej. Czysta obudowa.
4	Oprawa w dobrym stanie, z lekko zabrudzonym lub żółkniętym kloszem. Przezroczystość klosza powyżej 75%. Drobne zabrudzenia obudowy. Wysokosprawny odbłyśnik bez śladów utlenienia. Brak zanieczyszczeń komory lampy.
3	Oprawa z zabrudzonym kloszem. Przezroczystość powyżej 50%. Zabrudzona obudowa. Lekko utleniony odbłyśnik. Występują zanieczyszczenia komory lampy w ograniczonym zakresie.
2	Oprawa bardzo mocno zabrudzona lub uszkodzona
1	Oprawa uszkodzona lub jej brak.

Poniższa tabela przedstawia strukturę oceny jakości słupów oraz wysięgników oświetleniowych

Ocena	Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu wysięgnika
5	Wysięgniki w bardzo dobrym stanie
4	Wysięgnik w dobrym stanie
3	Wysięgnik skorodowany,
2	Wysięgnika mocno skorodowany
1	Brak wysięgnika





Poniższa tabela przedstawia strukturę oceny stanu technicznego słupów

Ocena	Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu słupów
5	Słup bardzo dobrym stanie bez oznak zużycia. Czysta obudowa.
4	Słup w dobrym stanie technicznym. Obudowa lekko porysowana lub zabrudzona. Śladowe ilości korozji lub brak
3	Słupy w zadowalającym stanie technicznym. Obudowa porysowana ze znacznymi śladami korozji.
2	Słup w złym stanie technicznym, skorodowany lub zmurszały. Słupy wymagające pionowania – przekrzywione. Przeznaczony do wymiany.
1	Słup uszkodzona lub zniszczony. Przeznaczony do wymiany

Inwentaryzacja wykazała iż stan opraw zastosowanych na terenie gminy znacznie odbiega od obowiązujących standardów. W pierwszym etapie należało by wymienić oświetlenie rtęciowe które jest najbardziej energochłonne. Oświetlenie sodowe zastosowane na terenie gminy również wymaga w znacznej części pilnej modernizacji. Z analizy oraz natężenia ruchu samochodowego wynika jednoznacznie iż rozbudowa infrastruktury oświetleniowej musi być jednoznacznie zespólna z infrastrukturą ścieżek rowerowych ciągów komunikacji pieszej. Na uwagę ponownie zasługuje fakt iż oświetlenie na terenie Gminy zostało podzielone na oświetlenie uliczne oraz oświetlenie zewnętrzne, uwzględniający tym samym obie grupy przy modernizacji. Znacząca część oświetlenia na terenie gminy Wyszaków znajduje się na sieci skojarzonej, co utrudnia prace konserwacyjne, dlatego też na etapie modernizacji należy zwrócić szczególną uwagę na okresy gwarancyjne poszczególnych produktów, co w efekcie końcowym rozwiąże problem konserwacji z punktu technicznego jak i zarazem pozwoli ograniczyć nakłady finansowe w tym zakresie.

Stan słupów oświetleniowych należących do gminy należy ocenić, jako przeciętny. Wiele słupów jest zaniedbanych lub zniszczonych. Regularne czynności konserwacyjne są w stanie znacząco wydłużyć żywotność infrastruktury technicznej. Wysięgniki wykorzystywane na sieci skojarzonej podlegają obowiązkowej wymianie, powodem jest stan techniczny jak również dostosowanie montażu nowych opraw w celu osiągnięcia jak najlepszego efektu ekologicznego.

Największe wątpliwości budzą słupy stalowe na terenie Gminy, jak już wcześniej pisałem na bazie oględzin wizualnych nie było możliwości jednoznacznego stwierdzenia czy słup funkcyjnie nadaje się. Do dalszej eksploatacji zaleca się ich wymianę. Słupy te również noszą ślady korozji. Poniżej zamieszczam poglądowe zdjęcie słupa stalowego mocno wyeksploatowanego.



Na terenie Gminy brak jest jakichkolwiek oznaczeń, które pozwoliły by jednoznacznie stwierdzić stan własnościowy istniejącej infrastruktury oraz kierunku zasilania. Oczywiście należy również wspomnieć o krokach jakie Gmina podjęła w celu poprawy oświetlenia w mieście około 15,6% oświetlenia ulicznego jak i infrastruktury technicznej zostało zmodernizowane na energooszczędne oświetlenie LED z zastosowaniem aluminiowych słupów.

## Wnioski z inwentaryzacji szafek oświetleniowych

Szafki dzielimy na SOK – SZAFKA OŚWIETLENIOWA LINI KABLOWEJ (UMIEJSCOWIONA NA GRUNCIE) SON – SZAFKI OSWIETLENIA LINI NAPOWIETRZNEJ (UMIESZCZONA NA SŁUPIE). Stan techniczny w 80 % można określić jako dobry. W wyniku modernizacji jaka miała miejsce na terenie Gminy wszystkie szafki SOK zostały wyniesione ze stacji Transformatorowych oraz zmodernizowane. Większe zastrzeżenia budzą SONY, które ulegają często wandalizmowi. W tej materii należy wykonać w trybie pilnym prace konserwacyjne, obwody oświetleniowe są nienależycie opisane, dlatego też podczas inwentaryzacji urządzeń oraz dokonywania pomiarów określaliśmy numer licznika, przyjmując iż jest to unikatowa sygnatura . Sukcesywnie należy budować bazę danych skrzynek sterujących według poniższej topologii



Lp.	Atrybut	Parametry atrybutu	Typ zmiennej
1	ID	Niepowtarzalny numer skrzynki sterującej	Numeryczny
2	Nr_Obwodu	Numer Umowy o dostawę energii elektrycznej	Tekst
3	Opis	Nazwa obwodów, ulic zasilanych z skrzynki, w przypadku gminy WYSZKÓW w miejscowościach przyściennych sugeruję w nazwie umieścić, numerację działek.	Tekst
4	Linia	Kablowa, Napowietrzna	Menu
5	Typ	Rodzaj skrzynki (napowietrzna SON,SOK, zabudowana w stacji)	Menu
7	Lopraw	Całkowita liczba oprav w obwodzie	Numeryczny
8	Moc_Rzec_Oprawy	Całkowita moc rzeczywista oprav	Numeryczny
9	Moc_Umowna	Moc umowna skrzynki	Numeryczny
10	I	Wartość zabezpieczeń przed licznikowych	Tekst
11	U	Napięcie znamionowe	Tekst
12	Fazy	Ilość faz	Tekst
13	Wlasciciel	Właściciel punktu sterowania: Gmina, ZE	Tekst
14	Trafo	Numer transformatora, nazwa, lokalizacja	Tekst

Bacznej uwagi wymaga jednakże system sterowania poszczególnymi punktami sterowania, ta kwestia wymaga modernizacji. W wyniku stosowania licznych czujek zmierzchowych, które stanowią około 25 % wszystkich układów zapalania należy, dokonać modernizacji na bardziej wydajne systemy, umożliwi to uzyskanie dodatkowych oszczędności. Pozostałe układy sterowania to zegary astronomiczne niewymagające modernizacji.

W celu oceny stanu technicznego zamieszczam kilka zdjęć obrazujących obecną sytuację.







## Wnioski z inwentaryzacji punktów rozliczania energii

Przeprowadzona inwentaryzacja wykazała, iż wszystkie układy pomiarowe są układami pomiarowymi bezpośrednimi, nie ma, więc konieczności dostosowywania ich do wymogów prawnych związanych z uwolnieniem rynku energii. Odczytów zapisów z liczników dokonuje zakład energetyczny PGE Dystrybucja. W ramach audytu zidentyfikowano jednakże istnienie kilku problemów:

Nieregularność odczytów – odczyty przeprowadzane są nieregularnie co utrudnia ocenę zużycia energii elektrycznej w perspektywie „rok do roku”, czy przeprowadzenia analizy zużycia energii w poszczególnych obwodach na kolejne miesiące roku.

Brak komunikacji w zakresie działań podejmowanych przez PGE Dystrybucja – urządzenia pomiarowe stanowią majątek własny przedsiębiorstwa PGE Dystrybucja. W modelowym układzie, każda szafka oświetleniowa ma przypisany swój numer licznika, widniejący również na umowie z zakładem energetycznym. Umożliwia to regularną kontrolę zużycia energii i identyfikacji poważnych problemów w infrastrukturze oświetleniowej (np. awaria obwodu skutkująca wyłączeniem części lamp, nielegalne podłączenia). W praktyce jednak, PGE Dystrybucja dokonuje wymiany liczników nie informując o tym Urzędu Miasta i Gminy Wyszaków.

Co więcej, nawet dokumentacja posiadana w tym zakresie przez PGE Dystrybucja jest niejednolita. Ostatecznie istnieją, zatem trzy „stany faktyczne” – zestawienie numerów liczników będące w posiadaniu Urzędu Miejskiego, zestawienie numerów liczników będące w posiadaniu przedsiębiorstwa PGE Dystrybucja oraz liczniki rzeczywiście istniejące – umieszczone w szafach oświetleniowych. Wskazany powyżej brak spójności w dokumentacji w znaczącym stopniu utrudnia prowadzenie jakiejkolwiek kontroli odczytów dokonywanych przez PGE Dystrybucja, a tym samym istnieje ryzyko, iż Urząd Miasta i Gminy Wyszaków może ponosić koszty energii elektrycznej inne niż gdyby wynikałoby to z rzetelnie prowadzonych zestawień. Zjawisko to nie zostało w żaden sposób udowodnione, ale oczywistym jest fakt, iż ryzyko zwykłej omyłki ludzkiej w chaotycznej i niespójnej dokumentacji jest bardzo wysokie, zwłaszcza, iż topologia rozkładu oświetlenia ulicznego powoduje, iż gmina posiada znaczącą ilość punktów pomiarowych w stosunku do ilości posiadanych opraw, zestawiając ilość punktów sterowania do ilości opraw otrzymujemy średni wynik 35 opraw na dany punkt pomiarowy. Zestawienie krzyżowe jakiego dokonała nasza firma wykazało liczne nieścisłości odnośnie punktów pomiarowych, w celu wyjaśnienia sprawy nasza firma na bazie posiadanego pełnomocnictwa wystąpiła dnia 05.01.2016 do Rejon Energetyczny w Wyszowie PGE Dystrybucja SA Oddział Warszawa z prośbą o weryfikację „Działając z upoważnienia Burmistrza Wyszakowa w związku z realizacją inwestycji pn. „Inwentaryzacja oraz audyt energetyczny oświetlenia ulicznego na



terenie gminy Wyszaków” zwracamy się z prośbą o weryfikację nr liczników oświetlenia ulicznego zlokalizowanych podczas inwentaryzacji w terenie na obszarze gminy Wyszaków, które nie figurują w systemie płatników Biura Obsługi Klienta PGE Wyszaków. W załączeniu przesyłamy dokumentację zdjęciową oraz niezbędne pełnomocnictwo.

W wyniku interwencji udało się wyjaśnić, zaktualizować w systemie kilkanaście punktów pomiarowych. Pełna analiza wykazała szereg nieprawidłowości. Podstawową jest niespójna ilość punktów pomiarowy wykazanych w terenie a przedstawianych na wykazach płatniczych nieprawidłowość ta działa dwukierunkowo, wykazaliśmy liczniki w terenie natomiast nie istniały one na wykazach płatniczych. Każdy licznik zinwentaryzowany w terenie posiada zdjęcie z geolokalizacją dzięki której można zweryfikować jego położenie. Poniższa tabela obrazuje nieprawidłowości w zestawieniu krzyżowym

Lp.	Nr licznika		Nr ewidencyjny	Lokalizacja
	Liczniki zinwentaryzowane – brak w zestawieniu PGE	Liczniki z zestawienia PGE nieprzyporządkowane do oświetlenia ulicznego		
	27131772			Fidest
	00124896			Leszczydół- Podwielątki-Wielątki
	01498206			Lucynów Duży - Lipowa
	01498208			Lucynów Duży - Lipowa
	9010885			Rybieńko Leśne – Jana III Sobieskiego
	00334480			Jutrzenki 07-220 WYSZKÓW
	25049272			Suwiec



	83224876			Wyszków -Żytnia
	26118734			Wyszkowska Leszczydół Nowiny
		20697609	1102870 37	Ul. SOSNOWA 0579 LESZCZYDÓŁ NOWINY 07-202 WYSZKÓW
		83223983	1102870 57	Ul. LEŚNA 0596 GULCZEWO 07-200 WYSZKÓW
		20660779	1102870 65	KRĘGI NOWE 07-200 WYSZKÓW
		21573779	1102870 68	Ul. WIOSENNA ŁOSINNO ZAKIERZCE 07-200 WYSZKÓW
		1002557	1102870 70	OLSZANKA 07-200 WYSZKÓW
		8147727	1102890 24	Ul. I AR.WOJ. POLSKIEGO 1076 07- 200 WYSZKÓW
		01323650	1102890 27	Ul. PLAC ZWYCIĘSTWA 07-200 WYSZKÓW
		2918372	1102890 45	Ul. ZAKRĘZIE 07-200 WYSZKÓW
		71018581	1102890 52	Ul. BROWARNA 07- 200 WYSZKÓW
		12703220	1102890 57	Ul. CZACKIEGO 1357 07-201 WYSZKÓW





		9432599	1102890 58	Ul. PONIATOWSKIEGO 1356 07-201 WYSZKÓW
		13058336	1102890 69	Ul. JAGIELLOŃSKA 1467 07-201 WYSZKÓW
		27636413	1102890 76	Ul. MELIORANTÓW 07-200 WYSZKÓW
		90021251	1163281 09	Ul. JESIONOWA SKUSZEW 07-202 WYSZKÓW
		90021279	1163281 10	Ul. JESIONOWA SKUSZEW 07-202 WYSZKÓW
		3067103	1163281 11	Ul. KÓŁKO SKUSZEW 07-202 WYSZKÓW
		8231113	1163290 70	Ul. PRZEJAZDOWA SKUSZEW 07-202 WYSZKÓW
		10328156	1163291 04	Ul. PRZEJAZDOWA SKUSZEW 07-202 WYSZKÓW
		90107122	1163291 07	Ul. PRZEJAZDOWA SKUSZEW 07-202 WYSZKÓW

## Zgodność oświetlenia z normami

Poszczególne elementy systemu oświetleniowego tworzone i modernizowane były na przestrzeni ostatnich kilkunastu a nawet kilkudziesięciu lat.

Aktualne wymogi normy oświetleniowej PN-EN 13201 są niezwykle restrykcyjne, nie można ich jednakże retroaktywnie odnosić do już istniejącego systemu, normy techniczne tak jak i normy prawne nie działają, bowiem wstecz, a jedynie przyszłościowo względem proponowanych rozwiązań. Zgodność z kryteriami ww. normy gwarantują przeprowadzone wyniki pomiarów w programie

### **Szczegółowa analiza wyników pomiarów oświetlenia, dróg i ulic w odniesieniu do wykonanych obliczeń fotometrycznych metodą komputerową.**

W ramach analizy pomiarów oraz zgodności ze standardami przyjęto rozwiązanie polegające na dokonywaniu obliczeń fotometrycznych w programie DiaLUX. W ramach obliczeń przyjęto zastosowania proponowane przez trzech producentów. W ramach infrastruktury przewidzianej do modernizacji, wyszczególniono 60 sytuacji oświetleniowych z podziałem na oświetlenie uliczne oraz oświetlenie zewnętrzne. Sytuacji oświetleniowe dla oświetlenia ulicznego zakładają dobór opraw umożliwiających spełnienie normy oświetleniowej, warianty dla oświetlenia zewnętrznego nie wymagają spełnienia normy oświetleniowej. Poszczególne warianty przyporządkowano do ciągów oświetleniowych wskazując tym samym możliwość spełnienia normy oświetleniowej po przeprowadzonej modernizacji. Spośród wszystkich 60 sytuacji oświetleniowych przyporządkowano oprawy do 48 sytuacji oświetleniowych.

Wyniki obliczeń fotometrycznych wskazują, iż celem osiągnięcia parametrów luminacji wymaganych przez normę oświetleniową, nie jest konieczna zmiana rozmieszczenia punktów świetlnych (odległości od krawędzi drogi, czy odległości między punktami świetlnymi). Dokonane obliczenia fotometryczne opierają się o dane oficjalnie udostępnione przez producentów opraw. Zastrzeżenia i zapytania dotyczące parametrów opraw (w szczególności strumienia świetlnego, czy mocy oprawy) należy kierować bezpośrednio do producentów, bądź dystrybutorów opraw odpowiadających za udostępnione dane. Równocześnie należy zaznaczyć, iż przedstawione dane mają charakter jedynie poglądowy i nie oznaczają automatycznej rekomendacji określonego typu opraw. Stanowią one jedynie wyznacznik pozwalający na dobór mocy opraw oraz sformułowanie wytycznych technicznych w zakresie specyfikacji technicznych. Nie istnieje, bowiem „modelowa oprawa”, dla której dokonywano by wszystkich obliczeń, jedyną możliwością przeprowadzenia analiz fotometrycznych jest zastosowanie konkretnych

typów opraw proponowanych przez producentów, z których to wariantów należy wybrać ten, który pozwoli na zastosowanie rozwiązań o najkorzystniejszych parametrach, ale z drugiej umożliwi w ramach postępowania przetargowego start jak największej grupy podmiotów, dzięki czemu możliwe będzie obniżenie kosztów inwestycji w drodze konkurencji cenowej.

Ostatecznie należy, zatem stwierdzić, iż przyjęte na bazie pomiarów rozwiązania powinny spełniać normę oraz standardy oświetleniowe. Dla każdego z przewidzianych rozwiązań dopuszczalne jest zastosowanie opraw o mniejszej mocy, lub opraw o tej samej mocy, ale większej luminacji. W żadnym z wariantów nie jest dopuszczalne zastosowanie opraw o większej mocy, parametr ten jest o tyle istotny, że cała modernizacja ma przynieść założone oszczędności energii a co z tym jest związane redukcję, CO<sub>2</sub>. Warunkiem koniecznym jest spełnienie obowiązujących norm w momencie modernizacji infrastruktury oświetleniowej.

## Analiza typów oraz modeli opraw na terenie Gminy Miasta Wyszków


Na terenie Miasta Wyszków znajduje się łącznie 3764 oprawy, z czego wytypowano do modernizacji 2958 sztuki. Zakwalifikowano wszystkie oprawy sodowe i rtęciowe za wyjątkiem opraw na odcinku ul. Generała Józefa Sowińskiego, gdzie rekomenduje się generalną przebudowę systemu oświetlenia w ramach odrębnego projektu. Zaproponowano również pozostawienie obecnych opraw ze źródłem typu LED.

Rodzaj Oprawy	Ilość	Zakwalifikowane do wymiany
Grzybek R50	14	14
Grzybek S50	15	15
Kula R50	21	21
Kula S50	448	368
LED 30	10	
LED 36	46	
LED 40	47	
LED 50	120	
LED 53	42	
LED 60	300	
LED 70	122	
LED 78	7	
LED 80	26	
Naświetlacz 150	4	4
Naświetlacz 250	2	2
ORT 125	69	69
ORT 250	132	132
OUR 125	31	31
OUS 100	346	346
OUS 150	78	78
OUS 250	3	3
OUS 70	254	254
S 100	10	4
S 150	52	52
S 50	52	52
S 70	27	27
SGS 100	308	308
SGS 150	189	189
SGS 70	989	989
<b>3764</b>		<b>2958</b>




Na terenie Gminy Wyszaków znajduje się łącznie 2156 opraw, z czego wytypowano do modernizacji 1956 sztuk. Zaproponowano pozostawienie obecnych opraw ze źródłem typu LED.

Rodzaj Oprawy	Ilość	Zakwalifikowane do wymiany
Grzybek R50	7	7
LED 40	127	
LED 50	37	
LED 56	19	
LED 60	17	
Naświetlacz 250	1	1
Naświetlacz 500	3	3
ORT 125	468	468
ORT 250	168	168
OUR 125	2	2
OUR 150	1	1
OUR 250	1	1
OUS 100	742	742
OUS 150	34	34
OUS 250	1	1
OUS 70	271	271
S 100	8	8
S 150	3	3
S 70	29	29
SGS 100	40	40
SGS 70	177	177
	2156	1956




Przeprowadzona inwentaryzacja wykazała, iż na terenie Gminy oraz Miasta, znajdują się oprawy oświetlenia kilku typów, których częściowe zestawienie zawiera poniższa tabela:

OPRAWA	TYP
	<p><b>Producent: Elgo</b></p> <p>Lata produkcji: 80-te, 90-te, pierwsza dekada XXI wieku</p> <p>Materiał: blacha aluminiowa</p> <p>Źródło Światła: lampa sodowa, Wysokoprężna lampa rtęciowa, Wysokoprężna lampa sodowa</p> <p>Moc: 125W, 150W, 250W, 400W</p> <p>Ilość źródeł światła: 1</p> <p>Rodzaj oprawy : Zamknięta</p> <p>Zastosowanie: drogi, ulice, parkingi, autostrady, tereny otwarte</p>



	<p><b>TYP: OZP</b></p> <p>Producent: Mesko Lata produkcji: obecnie Modele: OZP70, OZP100 Źródło Światła wysokoprężna lampa sodowa Moc: 70 W, 100 W Ilość źródeł światła: 1 Rodzaj: zamknięta Zastosowanie parki, place, skwery, ciągi piesze</p>
	<p><b>ORZ3-Kł krótka</b></p> <p>Producent: Spółdzielnia Inwalidów "Rozwój" w Kłobucku Lata produkcji: 70-te, 80-te Modele: brak danych Źródło Światła wysokoprężna lampa rtęciowa Moc: 125W, 250W Ilość źródeł światła: 1 Rodzaj: Otwarta Zastosowanie drogi, ulice, tereny otwarte</p>
	<p><b>Leda</b></p> <p>Producent: Elgo Modele: OUSE, OUSc, OUSE/t, OUSc/t, OUSE/S, OUSc/S, OUShe, OUShc Źródło Światła wysokoprężna lampa rtęciowa, wysokoprężna lampa sodowa Moc: 80W, 125W (R), 50W, 70W, 100W, 150W (S) Ilość źródeł światła: 1 Rodzaj: zamknięta Zastosowanie drogi, ulice, parkingi, place, tereny otwarte PDF: brak</p>



	<p style="text-align: center;"><b>SGS</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Producent: Philips</li><li>• Lata produkcji: 1995-2007</li><li>• Modele: HGS101 SGS101, HGS102, SGS102</li><li>• Źródło Światła wysokoprężna lampa rtęciowa, wysokoprężna lampa sodowa</li><li>• Moc: HGS101: 80W, 125W HGS102: 250W [R], SGS101: 50W, 70W, SGS102: 100W, 150W, 250W [S]</li><li>• Ilość źródeł światła: 1</li><li>• Rodzaj: zamknięta</li><li>• Zastosowanie drogi, ulice, autostrady, parkingi, osiedla mieszkaniowe, tereny przemysłowe</li><li>• PDF: brak</li></ul>
	<p style="text-align: center;"><b>OUR-125</b></p> <p>Producent: Mesko Lata produkcji: 70-te Modele: brak danych Źródło Światła wysokoprężna lampa rtęciowa Moc: 125W Ilość źródeł światła: 1 Rodzaj: zamknięta Zastosowanie ulice, place, parki, skwery, ciągi piesz</p>
	<p style="text-align: center;"><b>TECEO1, TECEO2</b></p> <p>Producent: Schreder Modele: TECEO1, TECEO2 Źródło Światła LED Zastosowanie ulice, place, kwery</p>

## Analiza prawidłowości działania układów sterowania oświetleniem ulicznym

Na terenie Gminy Wyszaków w ostatnich latach podjęto działania dążące do wyniesienia punktów sterowania poza majątek zakładów energetycznych, zabiegł ten udał się z dużym sukcesem dlatego też na dzień dzisiejszy większość układów sterowania nie wymaga modernizacji na inwentaryzowanym obszarze w znacznej większości stosowane są zegary astronomiczne. Do sterowania oświetleniem w 33 punktach zapalania stosuje się czujki zmierzchowe należy podać je modernizacji w celu dostosowania do stosujących standardów. Parametr ten jest zależny w zależności od wariantu modernizacyjnego. Zastosowanie autonomicznego systemu sterowania oświetleniem ulicznym wyklucza potrzebę modernizacji układów zapalania.

Taryfy sprzedażowe oraz dystrybucyjne są dobrane z reguły poprawnie, jednakże w kilku przypadkach występuje taryfa komercyjna C11 zamiast typowo oświetleniowej C11o. Nie stwierdzono niedopasowania mocy umownej do taryf. W momencie przeprowadzania modernizacji oświetlenia ulicznego należy dokonać weryfikacji mocy umownej w stosunku do realnego zapotrzebowania, zwracając uwagę czy zamówiona moc umowna jest odpowiednio dobrana w stosunku do ilości oraz rodzaju lamp oświetleniowych w danym obwodzie.

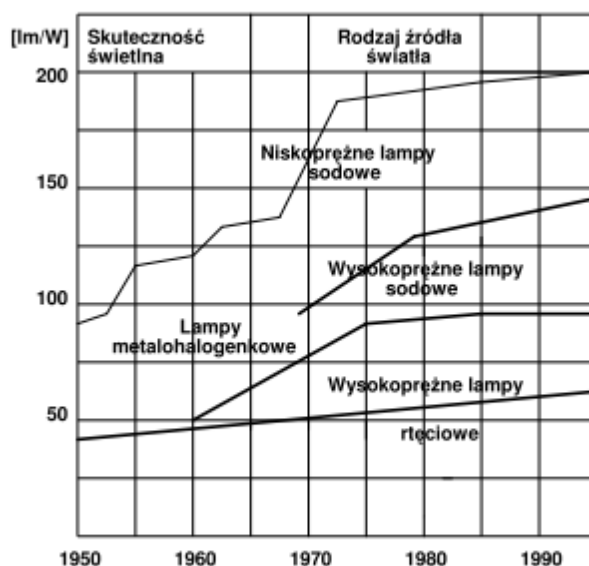
## Analiza techniczno-technologiczna

### Źródła światła

Zgodnie z raportem Departamentu Energetyki Ministerstwa Gospodarki pn. „Analizy i ekspertyzy dotyczące źródeł światła”, oświetlenie drogowe i uliczne w Polsce. Autorzy opracowania wskazują na zbliżający się zmierzch tradycyjnych źródeł świetlnych i pojawiającą się świadomość w zakresie korzyści płynących ze źródeł Lendowych. Na tej podstawie roboczo można wyróżnić klasyczne źródła światła (źródła rtęciowe, sodowe, świetlóvky), oraz źródła nowej generacji (LED, OLED)



Równocześnie należy zauważyć, że obserwowany do tej pory wzrost skuteczności klasycznych źródeł światła został wyhamowany. Wynika to prawdopodobnie z priorytetów określonych przez branżę oświetleniową, która nastawia się aktualnie głównie na rozwój rynku źródeł typu LED.



Mając na uwadze powyższe, jako potencjalne rozwiązanie techniczne w zakresie źródeł światła należy wskazać źródło typu LED, lub sodę wysokopiętną

### Soda wysokopiętna



Źródło sodowe wysokopiętne przedstawione jest na rysunku zamieszczonym obok. Promieniowanie świetlne emitowane jest z zachodzącego w jarzniku wyładowania w parach sodu pod wysokim ciśnieniem rzędu  $10^4$  Pa. Jarznik jest umieszczony w szklanej, zamkniętej bańce, w której panuje próżnia. W lampach wyższych mocy bańka wykonana jest z tzw. szkła twardego typu wolframowo – borowo – krzemowego, a w lampach niższych mocy z tzw. szkła miękkiego typu sodowo – wapniowego. Może ona być przezroczysta lub pokryta warstwą rozpraszającą światło. Jako pokrycie rozpraszające używana jest na ogół krzemionka nanoszona na szkło metodą elektrostatyczną? Żarówka sodowa wyposażona jest w metalowy,

gwintowany trzonek.

Do zamocowania jarznika wewnątrz banki szklanej służy konstrukcja wsporcza.

Wysokoprężne lampy sodowe w kategorii klasycznych źródeł oświetleniowych wykazują również bardzo wysoką skuteczność świetlną:

Rodzaj źródła światła	Stopień transformacji energii elektrycznej dostarczonej do obwodu lampy na promieniowanie widzialne
Wysokoprężna lampa sodowa	30 %
Lampa rtęciowa	15 %
Świetlówka	20 %
Lampa metalohalogenkowa	21 %

Lampy sodowe wysokoprężne charakteryzują się następującymi cechami:

- Wysoka skuteczność świetlna
- Przyjazna, neutralna barwa świetlna
- Duża trwałość i żywotność
- Niską utratą sprawności

## **Źródła LED**

Znaczny postęp technologiczny w produkcji półprzewodnikowych źródeł światła, jakimi są diody LED w ostatnich kilku latach sprawił, iż stało się możliwe stosowanie ich, jako niemal pełnowartościowych źródeł światła. Lampy LED opierają się o zestaw diod elektroluminescencyjnych charakteryzują się następującymi cechami:

- Wysoka skuteczność świetlna,
- Długa żywotność gwarantowana na poziomie 50 000 h, a sięgająca nawet 100 000h,
- Dowolność w kształtowaniu strumienia rozsyłu światła,
- Odporność na wibracje i wstrząsy,
- Odporność na cykle włączania i wyłączania
- Możliwość sterowania natężeniem strumienia świetlnego
- Niskie koszty eksploatacyjne

Do wad źródeł LEDowych należy jednakże zaliczyć wysoki koszt inwestycyjny oraz zimną temperaturę barwową, która jest negatywnie oceniana przez część użytkowników opraw. Negatywny skutek tego elementu można jednakże minimalizować poprzez określenie w specyfikacji technicznej przyjaźniejszej temperatury barwowej.

Z uwagi na fakt, iż oprawy sodowe są już aktualnie montowane na terenie Gminy Miasta Wyszaków, w ramach modernizacji rekomenduje się wykorzystanie opraw LEDowych.

## Parametry techniczne wymagane dla nowych opraw oświetleniowych

### PARAMETRY TECHNICZNE OPRAWY DROGOWEJ W TECHNOLOGII LED

#### PARAMETRY KONSTRUKCYJNE

- materiał korpusu – odlew aluminium malowany proszkowo
- materiał klosza – szkło hartowane płaskie
- montaż na wysięgniku lub słupie o średnicy Ø48-60mm
- budowa oprawy pozwala na szybką wymianę układu optycznego oraz modułu zasilającego
- stopień odporności klosza na uderzenia mechaniczne – IK09
- szczelność komory optycznej – IP66
- szczelność komory elektrycznej – IP66
- dostęp do wnętrza oprawy bez użycia narzędzi
- korpus oprawy wyposażony w obudowę chroniącą antenę sterownika lokalnego
- możliwość wymiany anteny w przypadku jej uszkodzenia
- wygląd, styl i wielkość oprawy podobny do rysunków zamieszczonych poniżej

#### PARAMETRY ELEKTRYCZNE I FUNKCJONALNOŚĆ

- znamionowe napięcie pracy – 230V/50Hz
- układ zasilający umożliwiający sterowanie sygnałem 1-10V lub DALI
- sterownik z wbudowanym przekaźnikiem umożliwiającym fizyczne wyłączenie oprawy
- możliwość sterowania statecznikiem za pomocą sygnału analogowego (1-10V) lub cyfrowego (DALI); zmiana sposobu sterowania poprzez zdalną zmianę oprogramowania
- sterownik powinien posiadać bezpotencjałowe wejście na sygnał z czujnika ruchu oraz możliwość przesyłania informacji o wykrytym ruchu do innych opraw
- sterownik powinien posiadać możliwość pracy jako fotokomórka (po domontowaniu światłowodu)
- sterownik powinien posiadać możliwość dokonywania pomiaru prądu, napięcia, mocy, współczynnika mocy, temperatury, czasu pracy źródła światła
- ochrona przed przepięciami – 10kV



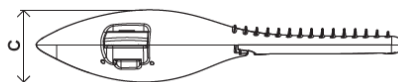
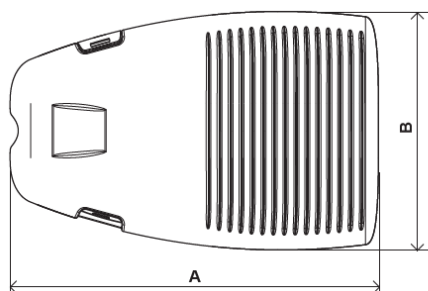
- klasa ochronności elektrycznej: II
- zasilacz jest wyposażony w czujnik termiczny zapobiegający przypadkowemu przegrzaniu oprawy
- oprawa wyposażona w rozłącznik odłączający napięcie po jej otwarciu
- możliwość redukcji mocy w oprawie zgodnie z harmonogramem: od zmierzchu (do. Godz. 23.00 – 100% mocy), w godz. 23.00-5.00 – 60% mocy, od. Godz. 5.00 do świtu – 100% mocy.

#### PARAMETRY OŚWIETLENIOWE I POTWIERDZENIA

- rodzaj źródła światła – LED
- zakres temperatury barwowej źródeł światła – 3900-4300K
- utrzymanie strumienia świetlnego w czasie: 80% po 100 000h (zgodnie z IES LM-80 - TM-21)
- oprawa posiada deklarację zgodności WE i certyfikat akredytowanego ośrodka badawczego potwierdzający deklarowane zgodności, np. ENEC
- wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem WE nr 245/2009
- moduły LED spełniają wymagania normy PN – EN 62471 „Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych”. Potwierdzeniem tego wymogu są raporty z badań w akredytowanym laboratorium
- dane fotometryczne oprawy zamieszczone w programie komputerowym pozwalającym wykonać obliczenia parametrów oświetleniowych
- w przypadku zastosowania rozwiązań zamiennych należy dostarczyć źródłowe pliki obliczeniowe
- różnica danych fotometrycznych proponowanej oprawy równoważnej nie powinna być większa niż  $\pm 5\%$  w stosunku do podanych poniżej
- sprawność układu optycznego nie mniejsza niż podana poniżej



## PRZYKŁADOWE ZDJĘCIA I WYMIARY



A	674 mm
B	436 mm
C	132 mm

## PARAMETRY TECHNICZNE OPRAWY PARKOWEJ W TECHNOLOGII LED

### PARAMETRY KONSTRUKCYJNE

- materiał korpusu – odlew aluminium malowany proszkowo
- materiał klosza – PC
- odbłyśnik pośredni składający się ze zwierciadeł asymetrycznych kształtujących krzywą fotometryczną, oświetlenie pośrednie
- szczelność komory optycznej – IP66
- szczelność komory elektrycznej – IP66
- montaż na słupie o średnicy Ø60mm
- wygląd i styl oprawy podobny do rysunków zamieszczonych poniżej, dopuszczalna tolerancja wymiarów  $\pm 5\%$

### PARAMETRY ELEKTRYCZNE I FUNKCJONALNOŚĆ

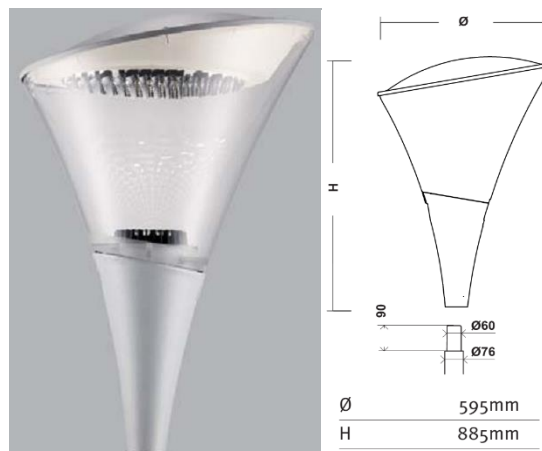
- znamionowe napięcie pracy – 230V/50Hz
- układ zasilający umożliwiający sterowanie sygnałem 1-10V lub DALI
- ochrona przed przepięciami – 10kV
- klasa ochronności elektrycznej II

- możliwość redukcji mocy w oprawie zgodnie z harmonogramem: od zmierzchu (do. Godz. 23.00 – 100% mocy), w godz. 23.00-5.00 – 60% mocy, od. Godz. 5.00 do świtu – 100% mocy.

#### PARAMETRY OŚWIETLENIOWE I POTWIERDZENIA

- rodzaj źródła światła – LED
- zakres temperatury barwowej źródeł światła – 3900-4300K
- utrzymanie strumienia świetlnego w czasie: 90% po 100 000h (zgodnie z IES LM-80 - TM-21)
- wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem WE nr 245/2009
- dane fotometryczne oprawy zamieszczone w programie komputerowym pozwalającym wykonać obliczenia parametrów oświetleniowych
- w przypadku zastosowania rozwiązań zamiennych należy dostarczyć źródłowe pliki obliczeniowe
- różnica danych fotometrycznych proponowanej oprawy równoważnej nie powinna być większa niż  $\pm 5\%$  w stosunku do podanych poniżej
- sprawność układu optycznego nie mniejsza niż podana poniżej
- oprawa posiada deklarację zgodności WE i certyfikat akredytowanego ośrodka badawczego potwierdzający deklarowane zgodności, np. ENEC

#### PRZYKŁADOWE ZDJĘCIA, WYMIARY I KRZYWA FOTOMETRYCZNA



## Analiza modernizacji oświetlenia dla dwóch wariantów z podziałem na Miasto Wyszaków oraz Gminę Wyszaków.

### WARIANT I

Zakłada modernizację opraw na technologię LED zgodnie z zestawieniem do w tabelach z punktu pt. „Analiza typów oraz modeli opraw na terenie Gminy Miasta Wyszaków”. Przewiduje modernizację słupów zakwalifikowanych do wymiany w zestawieniu inwentaryzacyjnym oraz malowanie wysięgników, jak również modernizacji podlegają szafki oświetleniowe zakwalifikowane w audycie do wymiany, nie spełniające współczynnika IP 65. Brak systemu sterowania możliwa autonomiczna redukcja w oprawie zgodnie z harmonogramem: od zmierzchu (do. Godz. 23.00 – 100% mocy), w godz. 23.00-5.00 – 60% mocy, od. Godz. 5.00 do świtu – 100% mocy.

W ramach omawianego wariantu zakłada się wymianę 4 914 sztuk istniejących opraw na 4 798 sztuki nowych. Łącznie szafek do wymiany zakwalifikowano w ilości 14 sztuk.

Koszt inwestycji przedstawia się następująco:

OBSZAR INWESTYCJI	WARTOŚĆ KOSZTORYSOWA BRUTTO		
Gmina Wyszaków	3 471 552,00 zł		
Miasto Wyszaków	5 108 436,00 zł		
	<b>SUMA</b>	<b>8 579 988,00 zł</b>	

### WARIANT II

Zakłada modernizację opraw na technologię LED z zgodnie z zestawieniem do w tabelach z punktu pt. „Analiza typów oraz modeli opraw na terenie Gminy Miasta Wyszaków”. Przewiduje modernizację słupów zakwalifikowanych do wymiany w zestawieniu inwentaryzacyjnym oraz wymianę wysięgników, jak również modernizacji podlegają szafki oświetleniowe zakwalifikowane w audycie do wymiany, niespełniające współczynnika IP 65. Brak systemu sterowania możliwa autonomiczna redukcja w oprawie zgodnie z harmonogramem: od zmierzchu (do. Godz. 23.00 – 100% mocy), w godz. 23.00-5.00 – 60% mocy, od. Godz. 5.00 do świtu – 100% mocy.

Łączna liczba modernizowanych opraw i szafek jest taka sama jak w wariacie I. Wariant II zakłada jednakże również wymianę wysięgników pod nowe oprawy.





Koszt inwestycji przedstawia się następująco:

<b>OBSZAR INWESTYCJI</b>	<b>WARTOŚĆ KOSZTORYSOWA ROBÓT BRUTTO</b>
Gmina Wyszaków	3 952 728,00 zł
Miasto Wyszaków	5 836 104,00 zł
<b>SUMA</b>	
<b>9 788 832,00 zł</b>	

Poniższa tabela przedstawia wykaz zastosowanych opraw dla każdego wariantu I i II dla każdej sytuacji oświetleniowej, wraz z ilościami.

<b>Nr Sytuacji oświetleniowej</b>	<b>Typ Oprawy Projektowanej</b>	<b>Ilość</b>
1	16 LED 500mA NW	116
2	32 LED 450mA NW	27
3	16 LED 600mA NW	220
4	16 LED 600mA NW	25
5	16 LED 850mA NW	84
6	16 LED 850mA NW	28
7	16 LED 850mA NW	231
8	16 LED 850mA NW	30
9	16 LED 850mA NW	199
10	16 LED 850mA NW	232
11	16 LED 850mA NW	234
12	24 LED 700mA NW	197
13	16 LED 850mA NW	366
14	24 LED 700mA NW	212
15	24 LED 700mA NW	31
16	24 LED 900mA NW	33
17	24 LED 1000mA NW	22
18	16 LED 850mA NW	28
19	16 LED 850mA NW	168
20	16 LED 850mA NW	17
21	16 LED 850mA NW	46
22	16 LED 850mA NW	286
23	16 LED 850mA NW	221
24	24 LED 700mA NW	268
25	24 LED 700mA NW	299
26	16 LED 850mA NW	70
27	24 LED 700mA NW	134



28	24 LED 700mA NW	12
29	24 LED 1000mA NW	58
30	24 LED 900mA NW	129
31	24 LED 1000mA NW	6
32	24 LED 1000mA NW	173
33	32 LED 800mA NW	35
34	48 LED 900mA NW	27
35	24 LED 1000mA NW	5
36	16 LED 850mA NW	32
37	24 LED 1000mA NW	16
38	48 LED 900mA NW	10
39	32 LED 800mA NW	17
40	24 LED 1000mA NW	57
42	64 LED 700mA NW	3
43	64 LED 700mA NW	9
47	16 LED 850mA NW	13
50	16 LED 850mA NW	28
51	16 LED 850mA NW	42
52	16 LED 850mA NW	12
60	Parkowa	282
0	Naświetlacz	8
<b>łącznie</b>		<b>4798</b>

## Wybór wariantu rekomendowanego

Oba warianty modernizacyjne przewidują zastosowania oświetlenia w technologii LED w takim samym charakterze. Wariant I jednak nie uwzględnia wymianę wysięgników, co znacznie obniża koszty modernizacyjne.

Z tytułu potrzeby realizacji przedsięwzięcia jak najbardziej efektywnie pod względem kosztowym, rekomenduje się wariant I.

Wariant II jest o 1 208 844 zł droższy, a wartość dodana wymiany wysięgników nie przekłada się na uzyskane korzyści.

Rekomendowany wariant nr I przewiduje zastosowanie opraw oświetleniowych spełniających warunki określone w umowie przyłączeniowej oraz w rozporządzeniu Komisji (UE) nr 1194/2012 przy zachowaniu współczynnika mocy  $PF > 0,927$  a także zapisy norm: PN-EN 13201-2, oraz PN-EN 12464-1.

## Analiza zużycia energii systemu oświetleniowego



Podstawa analizy - dane uzyskane z UM oraz inwentaryzacja w terenie, w tym:

- wyliczenie mocy istniejącego systemu
- wyliczenie energochłonności opraw
- zużycie energii przez system

#### **Moc istniejącego systemu**

Moc istniejącego systemu została wyliczona jako suma iloczynów mocy jednostkowych i ilości opraw. Należy jednak pamiętać, że wizja lokalna (z poziomu drogi), mająca na celu identyfikację rodzaju i mocy opraw w niektórych przypadkach nie zawsze na to pozwala. Przyczyną mogą być nieprzeświecalne klosze czy zastosowanie zamiennego źródła światła. Dodatkowo identyfikację utrudnia stosowanie przez producentów opraw, takich samych gabarytów opraw dla różnych mocy.

Spośród wszystkich opraw na terenie gminy wybrano do analizy oprawy zakwalifikowane do modernizacji.

<b><i>MOC OPRAWY [W]</i></b>	<b><i>ILOŚĆ</i></b>	<b><i>Moc systemu [kW]</i></b>
50	477	23,85
70	1747	122,29
100	1448	144,8
125	570	71,25
150	361	54,15
250	308	77
500	3	1,5
<i>suma</i>	4 914	494,84

### Średnia energochłonność opraw

**494,84** [kW] (moc opraw / 4914 [szt.] (ilość opraw) = **100,7 W/oprawę**

Biorąc pod uwagę, że analizą objęte są ulice o wyższych klasach oświetleniowych należy uznać wartość za umiarkowaną.

### Zużycie energii przez system

<b>MOC OPRAWY [W]</b>	<b>IŁOŚĆ</b>	<b>CZAS ŚWIECENIA [h]</b>	<b>Zużycie [kWh] 1 rok</b>	<b>Zużycie [kWh] 5 lat</b>
50	477	4150	98 977,50	494 887,50
70	1747	4150	507 503,50	2 537 517,50
100	1448	4150	600 920,00	3 004 600,00
125	570	4150	295 687,50	1 478 437,50
150	361	4150	224 722,50	1 123 612,50
250	308	4150	319 550,00	1 597 750,00
500	3	4150	6 225,00	31 125,00
<i>suma</i>	<i>4 914</i>	<i>SUMA</i>	2 053 586,00	10 267 930,00

Roczne zużycie energii elektrycznej to 2 053 586,00 kWh tj. ok. **2 053,59 MWh**



## Analiza modernizacji oświetlenia

W chwili obecnej moc zainstalowanych i przeznaczonych do wymiany opraw oświetleniowych na terenie będącym przedmiotem opracowania wynosi 494,84 kW co przy 4150 godzinach działania urządzeń w skali roku daje nam 2 053,59 MWh zużytej energii elektrycznej.

Po modernizacji, zakwalifikowane oprawy charakteryzować się będą mocami podanymi w tabeli poniżej.

<b>MOC OPRAWY</b> <b>[W]</b>	<b>IŁOŚĆ</b>	<b>Moc całkowita rzeczywista</b> <b>[W]</b>
26,1	116	3027,6
31	245	7595
44	2367	104148
45,5	27	1228,5
46	282	12972
53	1153	61109
69	162	11178
77	337	25949
79	52	4108
105	8	840
132	37	4884
135	12	1620
<b>SUMA</b>	<b>4 798</b>	<b>238 659,1</b>

Efektom przeprowadzonej modernizacji będzie redukcja mocy, która potrzebna będzie do poprawnego działania systemu oświetleniowego w Wyszku. Różnica ta kształtować się będzie następująco:

Bilans mocy			
		[szt.]	[W]
1	Oprawy demontowane	4 914	494 840
2	Oprawy projektowane	4 798	238 659,10
ΣPo			- 256 180,9

Zmiana emisji CO<sub>2</sub> w wyniku realizacji wnioskowanego projektu jest obliczona jako różnica emisji pomiędzy wariantem bezinwestycyjnym (zakładającym, że analizowany projekt nie zostanie zrealizowany), a wariantem inwestycyjnym (zakładającym realizację analizowanego projektu).

Do obliczenia efektu ekologicznego wynikającego z ograniczenia zużycia energii elektrycznej zastosowano aktualny wskaźnik emisji CO<sub>2</sub> publikowany przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami KOBIZE przypadający na 1 MWh energii elektrycznej wyprodukowanej w instalacjach spalania.

Dla energii elektrycznej, metodyka zakłada, że zastępowana energia elektryczna, pochodzi z polskiej sieci elektroenergetycznej. Wg danych opublikowanych w dokumencie pn. Wskaźniki emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej za rok 2017, aktualny wskaźnik emisji dla polskich sieci elektroenergetycznych wynosi 0,814 MgCO<sub>2</sub>/MWh.



Efekt ekologiczny				
Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii	Emisja CO2
-	[kW]	[h]	[MWh]	[Mg]
Przed modernizacją	494,840	4150	2053,59	1671,619
Po modernizacji	238,659	4150	792,35*	644,971
Różnica	-256,181	-	-1261,24	-1026,648
Redukcja emisji CO2 [%]				61,42

\*uwzględniono system sterowania, który powoduje redukcję zużycia energii, zgodnie z harmonogramem, o 40% w godzinach późnonocnych, co przekłada się na oszczędności zużycia energii w skali roku (tj. 4150 h świecenia opraw) o 20%.

Zużycie energii po modernizacji = Moc\*Czas świecenia \* 80% = 238,659\*4150\*0,8=792,35 [MWh]

**Efektywność energetyczna dla modernizowanego zakresu wynosi 61,42 %**

Poniższa tabela przedstawia poziom redukcji emisji zanieczyszczeń do atmosfery.

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Przed modernizacją [kg]	Po Modernizacji [kg]	Redukcja [kg]
SO2	0,762	1273,77	491,47	782,31
NOx	0,775	1295,50	499,85	795,65
CO	0,277	463,04	178,66	284,38
Pył Całkowity	0,046	76,89	29,67	47,23



## Analiza kosztowa

### Efektywność kosztowa zmniejszenia zużycia energii

Polega na weryfikacji kosztu jednostkowego oszczędności energii poprzez odniesienia nakładów inwestycyjnych poniesionych w celu oszczędności energii do ilości zaoszczędzonej energii [zł/MWh]; przyjmuje się, że kosztami niezbędnymi do osiągnięcia oszczędności energii są całkowite wydatki kwalifikowane.

Dla omawianego zakresu wydatki kwalifikowane kształtują się następująco.

Wartość robót NETTO	6 975 600,00 zł
Podatek VAT	1 604 388,00 zł
<b>Wartość robót</b>	<b>8 579 988,00 zł</b>

Zgodnie z definicją efektywność kosztową zmniejszenia zużycia energii wylicza się następująco:

Wartość robót / ilość zaoszczędzonej energii =  $E_{KE}$

$$E_{KE} = 8\,579\,988,00 \text{ zł} / 1261,24 \text{ MWh} = \underline{\underline{6\,802,82 \text{ [zł/MWh]}}}$$

### Efektywność kosztowa redukcji CO<sub>2</sub>

Polega na weryfikacji kosztu jednostkowego redukcji CO<sub>2</sub> odprowadzonego do atmosfery poprzez odniesienia nakładów inwestycyjnych poniesionych w celu redukcji CO<sub>2</sub> do wielkości zmniejszenia jego emisji [zł/tCO<sub>2</sub>]; przyjmuje się, że kosztami niezbędnymi do zmniejszenia emisji CO<sub>2</sub> są całkowite wydatki kwalifikowane.

Zgodnie z definicją efektywność kosztową redukcji CO<sub>2</sub> wylicza się następująco:

Wartość robót / ilość zaoszczędzonej emisji CO<sub>2</sub> =  $E_{KR}$

$$E_{KR} = 8\,579\,988,00 \text{ zł} / 1026,648 \text{ tCO}_2 = \underline{\underline{8\,357,28 \text{ [zł/tCO}_2\text{]}}}$$

## Wnioski

Z przeprowadzonej analizy wynika, że modernizacja oświetlenia ulicznego na LED na terenie Wyszkowa, analizując obszar modernizowany, przyniesie wysokie wskaźniki oszczędności energii i redukcji CO<sub>2</sub>. Dla badanego obszaru założono wymianę 4 914 sztuk istniejących opraw na 4 798 sztuki nowych. Zakładając czas eksploatacji systemu oświetleniowego - 4150 godziny rocznie - oszczędności energii wyniosą ponad 61,42 % a szacowana wielkość redukcji emisji CO<sub>2</sub> wyniesie rocznie 1026,648 tony.

Powyższe obliczenia zakładają oszczędności wynikające z zabudowy inteligentnego układu sterowania przy założeniu poniższego harmonogramu:

od zmierzchu (do. Godz. 23.00 – 100% mocy), w godz. 23.00-5.00 – 60% mocy, od. Godz. 5.00 do świtu – 100% mocy.

Rekomenduje się również dostosowanie mocy umownych do realnego zapotrzebowania, po realizacji inwestycji modernizacji oświetlenia.

Zakładając niewygórowane koszty modernizacji, efektywność kosztowa zmniejszenia zużycia energii i zużycia CO<sub>2</sub> powinna być wysoko oceniana w kryteriach oceny projektu. Również kryterium efektywności technologicznej winno być wysoko ocenione ze względu na zastosowanie nowoczesnych opraw LED (o bardzo wysokiej efektywności oświetleniowej i wysokiej trwałości).