



# **Audyt**

## **energetyczny efektywności wykorzystania energii elektrycznej do oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Czarna Białostocka**

**Zamawiający:**

Urząd Gminy Czarna Białostocka  
ul. Traugutta 2  
16-020 Czarna Białostocka



**Autorzy opracowania:**

mgr inż. Jacek Majcher  
mgr inż. Dariusz Redziński

## Spis treści:

1.	Wprowadzenie .....	4
1.1.	Cel niniejszego opracowania .....	4
1.2.	Informacje dotyczące RPO (WSL) .....	5
1.3.	Definicje skrótów użytych w opracowaniu .....	5
1.4.	Możliwe do uzyskania efekty rzeczowe i ekologiczne .....	6
2.	Charakterystyka projektu .....	7
2.1.	Podstawowe informacje .....	7
2.1.1.	Tytuł .....	7
2.1.2.	Lokalizacja projektu .....	7
2.2.	Definicja projektu .....	7
3.	Ocena jakości oświetlenia dróg i terenów użyteczności publicznej oraz wskazanie kierunków działania w celu dostosowania do obowiązujących norm.....	9
3.1.	Metodologia wykonania inwentaryzacji.....	9
3.2.	Inwentaryzacja- Organizacja Bazy Danych Systemu Oświetleniowego .....	10
3.2.1.	Struktura Bazy danych warstwy Latarnie.....	10
3.2.2.	Skrzynki sterujące oświetleniem SON, SOK .....	11
3.3.	Ogólna ocena.....	12
3.3.1.	Analiza typów i modeli opraw w Gminie Czarna Białostocka .....	15
3.3.2.	Opis kryteriów oceny opraw .....	16
3.3.3.	Stan systemu oświetlenia drogowego na dzień zakończenia Audytu.....	17
3.3.4.	Zgodność oświetlenia z Normami .....	18
3.3.5.	Analiza wyników pomiarów oświetlenia wybranych ulic .....	18
3.3.6.	Obliczenia parametrów dla wybranych ulic Gminy Czarna Białostocka.....	18
3.4.	Analiza obliczeń teoretycznych obliczeń fotometrycznych.....	19
3.4.1.	Skrzynki sterujące.....	19
3.5.	Wnioski z inwentaryzacji oświetlenia.....	19
3.6.	Przeciwdziałanie zjawisku Light pollution .....	20
4.	Analiza techniczno-technologiczna pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej.....	21
4.1.	Sprzęt oświetleniowy - źródła światła.....	21
4.1.1.	Półprzewodnikowe źródła światła (SSL - Solid State Lighting).....	21
4.1.2.	Źródła światła typu HPS [Sodowe wysokoprężne].....	22
4.1.3.	Źródła światła HPS - wielojarznikowe .....	22
4.1.4.	Porównanie skuteczności (efficacy) źródeł światła.....	23
4.2.	Sprzęt oświetleniowy - Oprawy.....	26
4.3.	Analiza możliwości stosowania opraw równoważnych.....	34
4.4.	Skrzynki sterujące - pomiarowe oświetlenia .....	34
4.5.	Systemy sterowania.....	35
4.5.1.	System OWLET .....	35
4.5.2.	System GreenLight.....	40
4.5.3.	CPA net (Rabbit).....	42
4.5.4.	Analiza rozwiązań układów sterowania.....	46
4.5.5.	Ryzyka związane z układami sterowania.....	47
4.6.	Układy redukcji mocy .....	47
4.6.1.	Podsumowanie właściwości systemu sterowania i zarządzania oświetleniem .....	48
4.6.2.	Utworzenie Centrum Dyspozytorskiego.....	49
4.7.	Słupy oświetleniowe .....	49
5.	Analiza wariantów technicznych zamierzenia inwestycyjnego.....	49
5.1.	Wariant I - HST - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji .....	49
5.2.	Wariant II - LED + HST - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji .....	50
5.3.	Wariant III LED - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji .....	52
6.	Analiza finansowa proponowanych wariantów realizacji przedsięwzięcia pod względem kosztów konserwacji oświetlenia ulicznego oraz opłat za energię elektryczną.....	54
6.1.	Model kosztów utrzymania oświetlenia ulicznego dla opraw UM.....	54
6.2.	Analiza kosztów eksploatacji systemu przed i po modernizacji .....	55

6.2.1.	Założenia modernizacji.....	55
6.2.2.	Rozliczenie kosztów energii dla 2015 r., przed modernizacją.....	55
6.2.3.	Symulacja wariantu I: HST z redukcją i modernizacją szaf .....	55
6.2.4.	Symulacja wariantu II: LED + HST z modernizacją szaf.....	56
6.2.5.	Symulacja wariantu III: LED z modernizacją szaf .....	56
6.2.6.	Analiza kosztów mocy Umownej .....	56
6.2.7.	Analiza czasu eksploatacji systemu oświetleniowego.....	57
6.2.8.	Analizy kompensacji mocy biernej.....	57
6.2.9.	Wnioski z analizy kosztów i czasu eksploatacji. ....	57
7.	Porównanie wariantów zamierzenia inwestycyjnego oraz wybór wariantu optymalnego.....	57
7.1.	Analiza finansowa proponowanych wariantów realizacji przedsięwzięcia pod względem nakładów koniecznych do poniesienia na inwestycję.....	57
7.1.1.	Wariant I "HST z redukcją" - oprawy sodowe układami redukcji mocy w punktach zasilania.....	57
7.1.2.	Wariant II "LED + HST z modernizacją szaf" - oprawy sodowe + LED z autonomicznym układem redukcji mocy .....	58
7.1.3.	Wariant III "LED " - oprawy LED z autonomicznym układem redukcji mocy .....	59
7.1.4.	Porównanie symulowanych wariantów proponowanych wariantów pod względem technicznym i finansowym.....	59
7.2.	Wybór wariantu optymalnego .....	60
8.	Analiza oddziaływania na środowisko.....	62
8.1.	Wyliczenie wskaźnika ekologicznego dla modernizowanego obszaru.....	62
8.2.	Zanieczyszczenie powietrza w trakcie modernizacji.....	63
9.	Analiza instytucjonalna .....	64
9.1.	Wykonalność instytucjonalna projektu .....	64
9.3.	Stosunki umowne .....	69
9.4.	Propozycje metody kontroli efektów inwestycji.....	69
9.4.1.	Określenie zakresu kontroli .....	69
10.	Analiza finansowa - rozliczenie inwestycji.....	71
10.1.	Nakłady inwestycyjne na realizację projektu.....	71
10.1.1.	Harmonogram rzeczowo-finansowy nakładów na budowę.....	71
10.1.2.	Koszty projektu .....	71
10.1.3.	Nakłady w okresie eksploatacji.....	71
10.2.	Źródła finansowania projektu.....	71
11.	Procedura administracyjna w celu rozpoczęcia inwestycji .....	71
11.1.	Dokumenty dla Wariantu optymalnego.....	71
11.2.	Dokumenty dla wariantu na konstrukcjach wsporczych OSD. ....	71
12.	Załączniki do Analizy .....	72

# 1. Wprowadzenie

---

## 1.1. Cel niniejszego opracowania

Celem głównym niniejszego Audytu jest zbadanie możliwości zmodernizowanie oświetlenia ulicznego, ubiegając się o dofinansowanie ze środków Regionalnych Programów Operacyjnych lub środków NFOŚiGW.

Niezależnie od celu priorytetowego, każdy inwestor a szczególnie publiczny, chce mieć wiedzę o już wykonanych inwestycjach, jak również tych planowanych, co do sposobu ich realizacji oraz racjonalności wydatkowanych środków.

W prawidłowo zorganizowanym procesie zarządzania infrastrukturą, w tym przygotowania inwestycji, analiza stanu faktycznego, stanowi istotny element potwierdzający lub kwestionujący dotychczasowe kierunki działań jak również pokazuje, w jakim stanie znajduje się badany obiekt po latach eksploatacji.

Analiza pokazuje też, jak dziś oceniamy poczynione inwestycje oświetleniowe, które były realizowane w innym otoczeniu prawnym i normatywnym. Zbiorczy obiekt oświetleniowy, jakim jest zespół lamp ulicznych wraz z ich sterowaniem, budowany był w przeszłości w zgodności z różnymi normami oświetleniowymi. Od 2004 roku, obowiązuje w Polsce europejska norma oświetleniowa **PN-EN 13201**.

Audyt ma na celu przebadanie systemu i określenie możliwości zmniejszenia kosztów eksploatacji oraz wskazanie zasadności (lub – braku zasadności) podjęcia inwestycji usprawniającej system odbiorników energii, jak również efektywnego sposobu jej realizacji. Niniejsza Analiza **jest opracowywana właśnie na tym etapie**: nie istnieje jeszcze projekt techniczny, szczegółowy kosztorys, ani pełny program funkcjonalno-użytkowy dotyczący całości ewentualnej inwestycji. Istnieje jedynie ogólnie zarysowana potrzeba ograniczenia kosztów eksploatacji oświetlenia ulicznego i drogowego oraz wstępne założenia sformułowane przez Zlecającego. Zamawiający ma pełną świadomość, że może znacząco zmniejszyć zużycie energii poprzez zmniejszenie mocy odbiorników. Tak też realizowane są nowe inwestycje modernizacyjne oświetlenia ulic. Efektem nadmiernego ograniczenia mocy opraw może być jednak, niezamierzona sprzeczność z normą oświetleniową, czyli oświetlenie będzie niebezpieczne dla użytkowników dróg. Ten aspekt będzie również podlegał Analizie, pomimo, że wykracza poza zakres zamówienia.

Autorzy Analizy **przyjęli pewne założenia, dotyczące ewentualnej inwestycji w jeden spójny program funkcjonalno-użytkowy** i następnie rekomendowali je Zamawiającemu. Opracowywanie Analizy na tym etapie pozwala przeprowadzić skomplikowaną inwestycję, w sprawny sposób, w stosunkowo krótkim czasie, przy znacznym ograniczeniu kosztów w porównaniu ze sposobem realizacji inwestycji częściami. Pozwala też znacząco zredukować koszty eksploatacji systemu.

Celem niniejszego opracowania w szczególności jest:

1. Zdiagnozowanie stanu, w jakim znajduje się system oświetleniowy, przebudowywany, rozbudowywany i modernizowany częściowo z zastosowaniem różnych rozwiązań technicznych;
2. Zbadanie możliwości ograniczenia kosztów eksploatacji systemu oświetleniowego, w tym korzyści uzyskanych poprzez zmianę dostawcy energii elektrycznej;
3. Zbadanie zgodności oświetlenia drogowego z Polską Normą przenoszącą normę europejską PN-EN 13201;
4. Potwierdzenie lub zakwestionowanie społeczno-gospodarczej sensu realizacji projektu według koncepcyjnych założeń Zamawiającego (a więc — odpowiedź na pytanie: czy taki projekt jest sensowny i potrzebny?);
5. Potwierdzenie lub zakwestionowanie instytucjonalnych, prawnych, technologicznych i ekonomicznych założeń koncepcyjnych Zamawiającego (a więc — odpowiedź na pytanie: czy taki projekt jest możliwy do zrealizowania?);
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,
7. Analizy możliwości sposobów finansowania inwestycji,
  8. Przekazanie Zamawiającemu ewentualnych ostrzeżeń, co do wykrytych w toku analizy potencjalnych przeszkód w realizacji celu, które mogłyby zakłócić lub przerwać proces zmniejszania kosztów eksploatacji urządzeń energetycznych.
  9. Wskazanie możliwości lub jej braku w procesie ubiegania się o środki finansowe.

## **1.2. Informacje dotyczące RPO (WSL)**

Opis programu znajduje się na stronach Urzędu Marszałkowskiego Województwa Śląskiego w dokumencie Regionalny Program Operacyjny Województwa Śląskiego na lata 2014-2020 - Projekt Szczegółowego Opisu osi Priorytetowych. W ramach Osi Priorytetowej 4, możliwe jest wsparcie wymiany istniejącego oświetlenia zewnętrznego, w szczególności dróg i placów w gminach na oświetlenie o wyższej efektywności energetycznej. Uzupełniająco dopuszcza się elementy związane z zarządzaniem oświetleniem, będącym przedmiotem projektu pod warunkiem, że system zarządzania dodatkowo wpłynie na wzrost efektywności energetycznej projektu. Budowa nowej infrastruktury oświetleniowej jest możliwa tylko w ramach działania 4.1 Odnawialne źródła energii w przypadku budowy instalacji wykorzystującej OZE, bez podłączenia jej do sieci elektroenergetycznej.

## **1.3. Definicje skrótów użytych w opracowaniu**

1. HPS - High Pressure Sodium – źródło światła sodowe, wysokopiętne. Skrót może być również używane, jako typ oprawy, która wyposażona jest w źródło sodowe wysokopiętne.
2. HPM – High Pressure Mercury – źródło rtęciowe wysokopiętne. Skrót może być używany, jako typ oprawy wyposażonej w źródło wysokopiętne
3. LED – Light Emitting Diode – Diody emitujące widzialne promieniowanie. Skrót może być użyty również, jako typ oprawy, która wykorzystuje źródła LED do emisji promieniowania widzialnego.
4. PMMA- Poli metakrylan metylu - tzw. szkło organiczne. Cechą jest wysoka przeźroczystość [93%], wysoka odporność na promieniowanie UV [nie żółknie] oraz niestety duża kruchość oraz niska odporność na uderzenia [IK 04].
5. PC- poliwęglan - tworzywo o dużej przeźroczystości [89-91%], niższej niż PMMA, mniej odporne na promieniowanie UV [ma tendencje do żółknięcia po kilku latach], odporne na uderzenia [ IK 10], oraz wysoką temperaturę.

## 1.4. Możliwe do uzyskania efekty rzeczowe i ekologiczne

Kluczowe Parametry Projektu w. LED	Przed Modernizacją	Po modernizacji	Zmiana [Mg]	%
Zmniejszenie mocy na skutek modernizacji [kW]	143,720	43,40	-100,32	-69,8%
Oszczędność energii na oświetlenie uliczne [MWh/rok]	578,33	174,64	-403,69	-69,8%
Ograniczenie emisji CO <sub>2</sub> [Mg]/rok	514,71	155,43	-359,28	-69,8%
Liczba zmodernizowanych opraw [szt.]	1 343	1 343	0,00	0,0%
Wartość inwestycji [zł]		2 568 952,23		
Oczędność na energii [zł]	299 607	132 101,84	-167 505,50	-55,9%
<b>Oszczędność Razem</b>	299 607	132 101,84	<b>-167 505,50</b>	

### Komentarz do Tabeli efektu ekologicznego:

Zastosowana metodologia liczenia oszczędności w zużyciu energii, w tabeli powyżej, w szczególności oparta jest o:

1. Rzeczywistą a nie nominalną moc odbiorników energii,
2. Nominalny, a nie rzeczywisty roczny czas eksploatacji systemu oświetleniowego, wynoszący 4024 h,
3. Nominalną a nie rzeczywistą oszczędność energii, będącą podstawą wyliczenia oszczędności na zużyciu energii,
4. Rzeczywistą prognozą kosztów technicznych eksploatacji.

Dane rzeczywiste, w przyszłości mogą zatem odbiegać od wskazanych powyżej, Wyniki emisyjności, nie mogą być jednak gorsze, niż obliczone i umieszczone w tabeli. Cena energii elektrycznej oraz kosztów konserwacji, użyta w kalkulacji wynika z obserwacji rynku energii [obecnie cena, od chwili uwolnienia rynku energii, systematycznie się zmniejsza, z roku na rok]. Faktyczne koszty energii, w przyszłości mogą oczywiście się różnić od przyjętej prognozy ale zgodnie z Regulaminem, nie podlegają monitorowaniu. Monitorowane są takie czynniki, jak: moc zainstalowana -  $P_{inst}$ , zużycie -  $W$ , których wynikiem jest poziom emisyjności. Czas eksploatacji jest monitorowany, jako iloraz wolumenu energii i mocy zainstalowanej.

## 2. Charakterystyka projektu

---

### 2.1. Podstawowe informacje

#### 2.1.1. Tytuł

Projekt jest opatrzony tytułem:

**Modernizacja oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Czarna Białostocka**

#### 2.1.2. Lokalizacja projektu

Projekt będzie realizowany w gminie Czarna Białostocka, woj. podlaskie.

---

### 2.2. Definicja projektu

#### 2.2.1. Tło społeczno-gospodarcze i położenie komunikacyjne Gminy Czarna Białostocka.

Czarna Białostocka (do 1954 gmina Czarna Wieś) – gmina miejsko-wiejska w województwie podlaskim, w powiecie białostockim. W latach 1975–1998 gmina położona była w województwie białostockim.

Siedziba gminy to Czarna Białostocka. W skład Miasta wchodzi następujące osiedla: Centrum, ZOR, Zielone, Starówka, Buksztel, Pierekały, Wiosenne, Wschód, Miasteczko i Tartaczne.

Według danych z 30 czerwca 2012 gminę zamieszkiwały 11 842 osoby.

Na terenie gminy Czarna Białostocka położone są następujące sołectwa: Brzozówka Koronna, Brzozówka Ziemiańska, Czarna Wieś Kościelna, Jezierzysk, Karczmisko, Klimki, Kosmaty Borek, Łapczyn, Machnacz, Niemczyn, Ogóły, Oleszkowo, Ruda Rzeczek, Wólka Ratowiecka, Zamczysk, Zdroje, Złota Wieś

Według danych z 1 stycznia 2013 powierzchnia gminy wynosi 206,54 km<sup>2</sup>.

#### 2.2.2. Transport i komunikacja

Przez Czarną Białostocką biegnie droga krajowa nr 19 Kuźnica Białostocka – Sokółka – Czarna Białostocka – Białystok – Bielsk Podlaski – Siemiatycze – Radzyń Podlaski – Lubartów – Lublin – Kraśnik – Janów Lubelski – Nisko – Rzeszów.

Znajdująca się w mieście stacja kolejowa Czarna Białostocka jest stacją węzłową linii kolejowej nr 6, dawnej kolei Warszawsko-Petersburskiej.

#### 2.2.3. Regulacje prawne, specyficzne dla oświetlenia drogowego

W zakresie zagadnień specyficznych dla oświetlenia drogowego za podstawę opracowania niniejszej Analizy służyły następujące akty prawne, rozporządzenia oraz Polskie Normy:

##### **Ustawy:**

- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. Nr 14, poz. 60, tekst jednolity Dz. U. 2013r. poz. 260 z 30 stycznia 2013 r.)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. 2013, nr 0 poz. 1409 z 2 października 2013 r.)
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r.- Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity Dz. U. z 2013 Nr 907, poz. 907, 984 i 1047)

##### **Rozporządzenia:**

- 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. Nr 43 z 1999 z późn. zmianami) § 109. Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2012 r., w sprawie wykazu robót, kwalifikujące instalowanie urządzeń oświetlenia drogowego, jako **robotę budowlaną**.

**Normy:** PN-EN 13201- 2, 3 i 4 Oświetlenie Dróg

#### **2.2.4. Założenia wariantów ewentualnej modernizacji oświetlenia**

Przedmiotem analizy jest stan systemu oświetlenia wybranych ulic Miasta, pod kątem poprawy ich efektywności energetycznej oraz zapewnienie zgodności z Polską Normą, przenoszącą normę europejską: PN-EN 13201 (Oświetlenie uliczne).

#### **Ogólne założenia wariantów modernizacji**

W trakcie inwentaryzacji zostało zebranych i opisanych **1543** opraw oświetleniowych należących do Miasta . Warianty, które w szczególności podlegają analizie, to:

##### **1. Wariant I "Sodowy" - zastosowane oprawy HST z układem redukcji mocy**

Modernizacja wybranych lamp sodowych (których stopień przezroczystości klosza spadł o 20%, zastosowanie nowoczesnych opraw LED.

- a. Modernizacja **604 szt.** punktów świetlnych z **1534** zinwentaryzowanych istniejących punktów świetlnych
- b. Oprawy o IP 66, obudowa aluminiowa, szklany klosz
- c. Modernizacja szaf oświetleniowych - **48 szt.**
- d. Montaż układów redukcji mocy w punktach sterowania - **48 szt.**

##### **2. Wariant II "LED + HST" - zastosowane oprawy LED**

Modernizacja wybranych lamp sodowych (których stopień przezroczystości klosza spadł o 15%, zastosowanie nowoczesnych opraw LED, modernizacja szaf oświetleniowych.

- a. Modernizacja **1343 szt.** punktów świetlnych z **1543** zinwentaryzowanych istniejących punktów świetlnych
- b. Oprawy o IP 66, obudowa aluminiowa, szklany klosz,
- c. Modernizacja szaf oświetleniowych - **48 szt.**

##### **3. Wariant III "LED" - zastosowanie oprawy LED**

Modernizacja wszystkich opraw oświetleniowych, za wyjątkiem naświetlaczy, modernizacja szaf oświetleniowych..

- a. Modernizacja **1539 szt.** punktów świetlnych z **1543** zinwentaryzowanych istniejących punktów świetlnych
- b. Oprawy o IP 66, obudowa aluminiowa, szklany klosz
- c. Modernizacja szaf oświetleniowych - **48 szt.**



### 3. Ocena jakości oświetlenia dróg i terenów użyteczności publicznej oraz wskazanie kierunków działania w celu dostosowania do obowiązujących norm.

---

#### 3.1. Metodologia wykonania inwentaryzacji

Stan aktualny określony został na podstawie analizy danych pozyskanych w wyniku inwentaryzacji z natury metodą geoinformatyczną. Zostało zinwentaryzowanych **1543** punktów przeznaczonych do przeprowadzenia analizy i ewentualnej modernizacji..

Tabelaryczne zestawienie punktów światła, z uwzględnieniem parametrów dróg, które zostały zebrane w wyniku pomiarów polowych umieszczone jest w formie bazy Danych pliku Excel, który stanowi materiał źródłowy do Audytu. Dane te są kompletne i powinny być aktualizowane w platformie do zarządzania infrastrukturą oświetleniową, która jest również przedmiotem zamówienia. Prawidłowo zorganizowana baza danych oświetlenia ulicznego powinna zawierać, co najmniej parametry, jak niżej:

- a) **parametry drogi, ulicy**
  - szerokość
  - rodzaj nawierzchni
  - kategoria drogi
  - kategoria oświetleniowa drogi
- b) **parametry infrastruktury oświetleniowej**
  - typ, moc oprawy oświetleniowej aktualna i projektowana,
  - ilość opraw na słupie
  - odległość słupów od krawędzi drogi
  - odległość między słupami
  - wysokość zawieszenia opraw
  - kąt nachylenia wysięgników
  - nr ewidencyjny słupa, jego lokalizacja (X, Y)
  - numer skrzynki SON, SOK, lokalizacja (X, Y)
  - wartość zabezpieczenia
  - typ linii oświetleniowej (napowietrzna kablowa, Al., AsXSn, YAKY)
  - data wprowadzenia punktu świetlnego
  - data modyfikacji danych
- c) **parametry punktów sterowania [SO] oraz punkty poboru energii [ppe]**
  - numer ewidencyjny punktu poboru energii [ppe]
  - moc umowna
  - moc rzeczywista
  - wartości zabezpieczeń
  - numer skrzynki SO, lokalizacja (X, Y)
  - numer licznika
  - teoretyczny profil zużycia na ppe w ujęciu rocznym, w rozbiciu na miesiące

Szczegółowa propozycja organizacji Bazy Danych o punktach świetlnych oraz punktach poboru energii i sterowania podana została w kolejnym punkcie Audytu. Celem takiej organizacji jest uzyskanie takiej struktury bazy danych, która pozwoli się łatwo analizować i generować Raporty o strukturze, przydatnej w kontrolingu oraz projektowaniu

## 3.2. Inwentaryzacja- Organizacja Bazy Danych Systemu Oświetleniowego

Otrzymane z pomiarów polowych dane o systemie zostały uporządkowane i przeniesione do Bazy Danych w Programie bazodanowym GIS [SIP – System Informacji Przestrzennej]. Autorzy opracowania przyjęli organizację danych zgodnie z wymogami Zamawiającego, tak, aby jak najdokładniej analitycznie opisać system. Przyjęta struktura bazy opisana jest poniżej:

### 3.2.1. Struktura Bazy danych warstwy Latarnie

Organizacja tej warstwy:

Lp.	Atrybut	Parametry atrybutu	Typ zmiennej
1	ID	Numer kolejny	Num
2	Miasto	Nazwa miejscowości	Tekst
3	Ulica	Nazwa ulicy	Tekst
4	Warstwa	Nazwa warstwy, Latarnie, SON, Trafo, Kable, Napowietrzne	Menu
5	Trafo	Nazwa stacji trafo: Numer, nazwa, Lokalizacja	Tekst
6	Ochrona	Rodzaj ochrony TT, TNC	Menu
7	Konstrukcja	Platforma, Kontener	Menu
8	Nr_Obwodu	Numer umowy na energię	Tekst
9	Opis_Obwodu	Ulica, Miejscowość	Tekst
10	Licznik	Numer licznika	Tekst
11	Taryfa	Rodzaj taryfy rozliczania: C11, C12b, C21...	Tekst
12	Moc_Umowna	Moc z Umowy	Num
13	P	Moc nominalna na obwodzie	Tekst
14	U	Napięcie nominalne	Tekst
15	I	Zabezpieczenie prądowe	Tekst
16	Fazy	Ilość faz w obwodzie, Licznik	Menu
17	Nr_slupa	Kolejny numer słupa	Tekst
18	Linia	Napowietrzna, Kablowa	Menu
19	Typ	AL, AsXSn, YKY/YAKY, AL.+AsXSn	Menu
20	Układ	Poziomo, Pionowo	Menu
21	Liczba_opraw	Liczba opraw na słupie	Num
22	Nawierzchnia	A-asfalt, K-kostka, G-grunt	Menu
23	Kat_drogi	DK, DW, DP, DG, DL	Menu
24	Kat_oswiet	ME1, ME2, ME3, ME4...	Menu
25	Szerokosc	Szerokość drogi	Menu
26	Moc_Nom	Moc nominalna oprawy	Menu
27	Moc_Rzec	Moc rzeczywista oprawy	Menu
28	Model	Model oprawy: SGS 103, SGS 203, OUS-100...	Menu
29	Typ_opr	Sodowa-S, Rtęciowa-R	Menu
30	Zrodlo	Typ źródła światła	Menu
31	Ocena_Oprawy	W skali od 1 do 5	Menu
32	Status_Oprawy	Wymiana, Zostaje	Menu

33	Wlasnosc	Miasto, ZE	Menu
34	Wysokosc_pkt	Wysokość słupa	Menu
35	Modul	Odległość słupów	Menu
36	Krawedz	Odległość od krawędzi drogi	Menu
37	Wysiegnik_H	Wysokość wysięgnika	Menu
38	Wysiegnik_L	Długość wysięgnika	Menu
39	Kat_Nachyl	Kąt nachylenia wysięgnika	Menu
40	Mocowanie	Mocowanie oprawy: Pod linią, Nad Linią	Menu
41	Ocena_Wysiegnika	W skali od 1 do 5	Menu
42	Typ_Slupa	Typ słupa: OŻ, WZ-7,	Menu
43	Ocena_slupa	W skali od 1 do 5	Menu
49	Pochodz	Źródło danych	Tekst
50	REDAKTOR	Autor danych	Menu
51	ZMIANA	Data wprowadzenia zmian	Data
52	DATA_EWID	Data dokonania ewidencji	Data
53	Uwagi	Informacje dodatkowe	Tekst

### 3.2.2. Skrzynki sterujące oświetleniem SON, SOK

Baza danych skrzynek sterujących SON, SOK zorganizowana jest jak w tabeli poniżej:

Lp.	Atrybut	Parametry atrybutu	Typ zmiennej
1	ID	Numer kolejny	Num
2	Nr_Obwodu	Numer Umowy o dostawę energii elektrycznej	Tekst
3	Opis_Obwodu	Przyjazna nazwa obwód wraz lokalizacją	Tekst
4	Linia	Kablowa, Napowietrzna	Menu
5	Typ	AL., AsXSn, AL.+AsXSn	Menu
6	Układ	Poziomo, Pionowo	Menu
7	SOPraw	Całkowita liczba opraw w obwodzie	Num
8	SMoc_Rzec	Całkowita moc rzeczywista opraw	Num
9	Moc_Umowna	Moc Umowna z umowy	Num
10	I	Zabezpieczenie	Tekst
11	U	Napięcie znamionowe	Tekst
12	Fazy	Ilość faz	Tekst
13	Wlasciciel	Właściciel punktu sterowania: Gmina, ZE	Tekst
13	Status	Pozostaje, Wymiana, Projekt, Wynieść	Menu
14	Trafo	Numer transformatora, nazwa, lokalizacja	Tekst

Przedstawiona w tabelach organizacja służy uporządkowaniu danych oraz systematycznemu uzupełnianiu ich, w miarę pozyskiwania nowych informacji o systemie. Pełne uzupełnienie oraz uporządkowanie może trwać nawet kilka lat.

### 3.3. Ogólna ocena

Na terenie gminy zainstalowane są oprawy, których właścicielem jest Gmina Czarna Białostocka. Przez miasto przebiegają uczęszczane drogi – krajowa nr 19, oraz i gminne o dużym natężeniu ruchu. Z tego powodu, znaczną część opraw stanowią oprawy sodowe o dużej mocy, które są w dość dobrym stanie technicznym.



*Panorama Czarnej Białostockiej.*

*źródło: [www.mapofpoland.pl](http://www.mapofpoland.pl)*

W ostatnich latach były przeprowadzane modernizacje oświetlenia ulicznego w całym mieście. Stare wyeksploatowane oprawy rtęciowe i sodowe są zastępowane oprawami sodowymi dość dobrej klasy. Zainstalowane zostały oprawy wielu producentów – Philips, Elgo. Najbardziej zużyte są oprawy montowane przed 2005 r., klosze opraw są nieco żółknięte i zostały one zaklasyfikowane do wymiany. Należy jednak zastanowić się nad wyborem rozwiązań technicznych - najtańsze oprawy po kilku latach eksploatacji mogą być uciążliwe w konserwacji, a rozwiązania nieco tylko droższe gwarantują poprawność eksploatacji przez wiele lat. Opis proponowanych rozwiązań znajduje się w dalszej części opracowania.



SGS102



Elgoluna



Poniżej kilka fotografii przykładów oświetlenia ulic w Czarnej Białostockiej, które poddane zostały analizie. Jak Widać stan oświetlenia jest dobry - od nowych opraw SGS101 i 102, nieco starsze oprawy OUŚc i SGS 203 instalowane kilka lat temu.



*Pomnik poległym w walce za ojczyznę.*



*ul. Piłsudskiego*



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



*ul. Marszałkowska*



*ul. Sienkiewicza*

Oświetlenie było i w dalszym ciągu jest modernizowane. W chwili obecnej, dla opraw których właścicielem jest Miasto, stan oświetlenia nie budzi większych zastrzeżeń pod kątem jakości oświetlenia. Możliwe jest przeprowadzenie modernizacji w oparciu o technologię LED (opis i koszt znajduje się w dalszej części opracowania) o zmiennym profilu obciążenia, pozwalające na obniżenie zużycia energii w późnych godzinach nocnych (opis rozwiązania również w dalszej części opracowania).

### 3.3.1. Analiza typów i modeli opraw w Gminie Czarna Białostocka.

Na terenie Miasta spotykamy kilka typów opraw oświetleniowych. Dla obwodów modernizowanych w okresie ostatnich kilku lat stosowane są oprawy o przeciętnych i dobrych parametrach użytkowych jak na zdjęciu poniżej.



Elgoluna (Elgo)



SGS 102 (Philips)

Po kilku latach eksploatacji opraw powyższych można jednak zaobserwować:

- a) Przydymiony klosz z PC
- b) Osad pod odparowanej deszczówce
- c) Utleniony klosz



WSL (ES System)



SGS 203



*OCP (ES System)*



*Kula*

Poliwęglan stosowany w oprawach oświetleniowych ma niższą przezroczystość w stosunku do szkła lub szkła organicznego - PMMA o ok. 5-10% już na samym początku ich użytkowania. W późniejszym czasie (ok. 3 lat) klosz wykonany z PC wyraźnie na niekorzyść odróżnia się od kloszy wykonanych z PMMA lub szkła.

Z tego powodu nie zalecamy, o ile to możliwe, stosowania kloszy z PC.

### 3.3.2. Opis kryteriów oceny opraw

Poniżej przedstawiamy przyjęte według autorów kryteria oceny inwentaryzowanych opraw oświetleniowych.

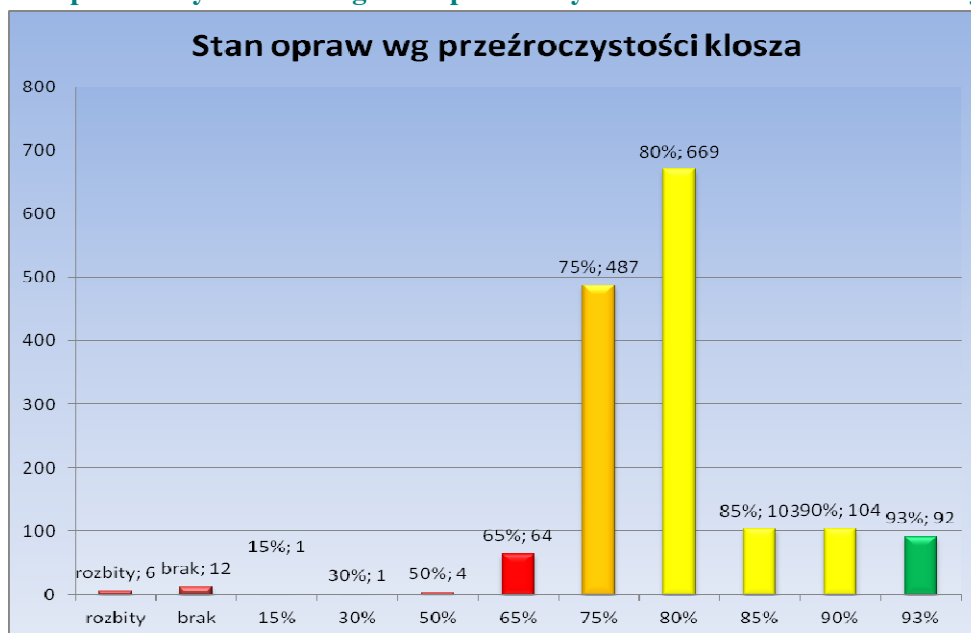
Ocena	Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu opraw
5	Oprawa fabrycznie nowa, w stanie bardzo dobrym bez oznak zużycia. Przezroczystość klosza powyżej 90%. Brak zabrudzeń komory lampy. Czysty odbłyśnik o dużej sprawności oświetleniowej. Czysta obudowa. Oprawa zapewnia spełnienie normy oświetleniowej z zapasem nie mniejszym niż 25%
4	Oprawa w dobrym stanie, z lekko zabrudzonym lub żółkniętym kloszem. Przezroczystość klosza powyżej 85%. Drobne zabrudzenia obudowy. Wysokosprawny odbłyśnik bez śladów utlenienia. Brak zanieczyszczeń komory lampy. Oprawa pozwala spełnić normę oświetleniową z zapasem nie mniejszym niż 10%.
3	Oprawa z zabrudzonym kloszem. Przezroczystość powyżej 75%. Zabrudzona obudowa. Lekko utleniony odbłyśnik. Występują zanieczyszczenia komory lampy w ograniczonym zakresie. Oprawa na granicy możliwości spełnienia normy oświetleniowej.
2	Oprawa z uszkodzonym kloszem lub bez klosza. Klosz o niskiej przezroczystości, powyżej 50%-poniżej 75%. Oprawa rtęciowa z kloszem lub bez. Oprawy ze skorodowanymi lub utlenionymi odbłyśnikami. Oprawa nie zapewnia spełnienia normy oświetleniowej.
1	Oprawa w złym stanie, do natychmiastowej wymiany, oprawa rtęciowa bez klosza. Klosz nieprzezroczysty (przezroczystość poniżej 60%) Silne zabrudzenia komory lampy. Skorodowany lub utleniony odbłyśnik. Obudowa oprawy silnie zabrudzona z łuszczącym się lakierem lub silnie skorodowana. Oprawa bezużyteczna do celu jakiemu ma służyć.



### 3.3.3. Stan systemu oświetlenia drogowego na dzień zakończenia Audytu

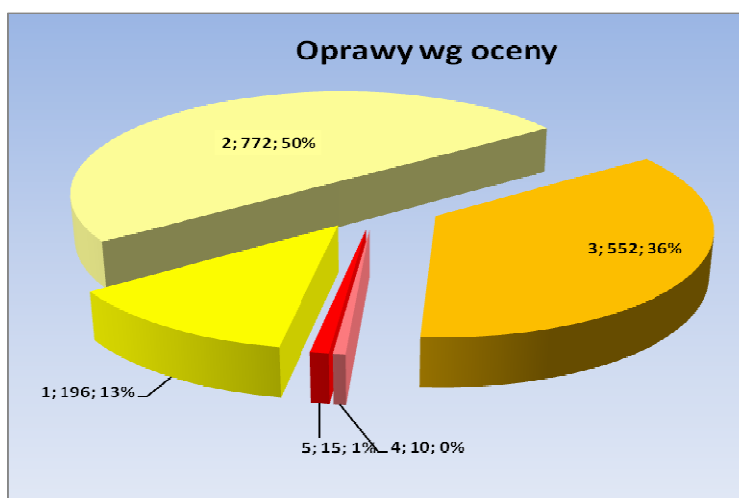
- W wyniku przeprowadzonej geoinformatycznej inwentaryzacji w Gminie Czarna Białostocka, zidentyfikowano **1543** punktów świetlnych.
- W dużej części są to oprawy HPS - wysokoprężne lampy sodowe, które są w niezłym stanie technicznym. Niektóre natomiast, z powodu ich degradacji technicznej nie zawsze spełniają wymogi obecnej normy oświetleniowej PN-EN 13 201.
- System sterowania oświetleniem ulicznym wymaga modernizacji w celu dostosowania go do wymogów energooszczędności.

#### Struktura opraw klasyfikowana wg stanu przeźroczystości klosza oraz stanu komory lampy



Struktura opraw przedstawia się, jak na wykresie słupkowym powyżej. 487 [32%] opraw znajduje się w obszarze ryzyka [klosz 75%], na granicy normy i w ciągu kilku najbliższych lat może wymagać wymiany. 1455 [94%] z 1643 poddanych ewidencji jest w dobrym stanie techniczno-eksploatacyjnym i nie wymaga ingerencji.

#### Struktura opraw klasyfikowana wg ogólnej oceny w skali =[1,2,3,4,5]



Na podstawie atrybutów wejściowych w postaci stanu komory lampy, przeźroczystości klosza oraz typu oprawy ustalona została łączna ocena punktu świetlnego [oprawy] w skali 5-cio stopniowej, gdzie 1 oznacza wartość najwyższą a 5 najniższą. Ocena 4 i 5 oznacza oprawy bezwzględnie przeznaczone do wymiany.

### 3.3.4. Zgodność oświetlenia z Normami

Na analizowanym obszarze, oświetlenie uliczne, nie było projektowane zgodnie z wymaganiami normy oświetleniowej PN-EN 13201, ze względu na to, że pochodzi z okresu, znacznie wyprzedzającego wprowadzenie tej normy. Norma PN-EN 13201 składa się z czterech części i zawiera wytyczne w zakresie:

1. Wyboru klasy oświetleniowej
2. Wymagań oświetleniowych
3. Obliczenia parametrów oświetleniowych
4. Metod pomiarów oświetlenia

Norma bardzo precyzyjnie określa wymagania oświetleniowe dla poszczególnych klas drogi i wskazuje na pakiet parametrów oświetleniowych, które muszą być spełnione przy projektowaniu oświetlenia. Parametrami dla klas luminancyjnych (wszędzie tam, gdzie występuje ruch kołowy, zazwyczaj drogi podlegają tym parametrom) są:

- luminancja nawierzchni drogi (jaskrawość drogi) - L
- równomierność luminancji – U0
- równomierność wzdłużna luminancji (rozpatrywana w kierunku ruchu pojazdu) - U1
- wskaźnik olśnienia - TI
- wskaźnik oświetlenia otoczenia – SR

Spełnienie wszystkich wymagań oświetleniowych nie jest proste i jest praktycznie niemożliwe bez zastosowania profesjonalnych programów wspomagających projektowanie.

W czasach, gdy w mieście instalowane były oprawy oświetleniowe starego typu, obowiązywała norma oświetleniowa PN/76-E-02032. W porównaniu z dziś obowiązującą, była bardziej liberalna. Dopuszczała większą dowolność w przydzielaniu klas oświetlenia i stosowania wymagań oświetleniowych. Ponadto ilość parametrów do spełnienia była mniejsza. Były to:

- luminancja nawierzchni drogi (jaskrawość drogi) - L
- równomierność luminancji – U0
- wskaźnik olśnienia – TI

Poza tym dopuszczalny wskaźnik olśnienia był wyższy, a w niektórych przypadkach łatwiejszy do uzyskania.

### 3.3.5. Analiza wyników pomiarów oświetlenia wybranych ulic

Do zbadania i diagnozy stanu oświetlenia ulicznego w Gminie Czarna Białostocka przeprowadzone zostały pomiary oświetlenia ulicznego na kilku wybranych charakterystycznych odcinkach dróg. Parametry geometryczne zostały pobrane w terenie. Dla urealnienia wyników (w niektórych przypadkach oprawy są użytkowane przez kilka lat) został zwiększony współczynnik utrzymania. Szacujemy utratę strumienia świetlnego na ok. 10% do 30%. Jest to spowodowane, zanieczyszczeniem kloszy i odbłyśników, wygasaniem źródeł światła.

### 3.3.6. Obliczenia parametrów dla wybranych ulic Gminy Czarna Białostocka.

Do zbadania stanu oświetlenia dróg w Czarnej Białostockiej zostały wytypowane przez Zamawiającego odcinki ulic wyspecyfikowanych w tabeli poniżej:

L.p.	Odcinek	Oprawa	Moc	Klasa ośw.
1	Torowa	SGS 203	150	ME4a
2	Sienkiewicza	SGS 102	150	ME4b
3	Piłsudskiego	SGS 203	150	ME3b
4	Fabryczna	SGS 102	150	ME4a
5	Kościelna	SGS102	150	ME4b

Dla wymienionych powyżej odcinków zostały wykonane obliczenia oświetleniowe (załącznik do analizy).

Wyniki obliczeń teoretycznych wybranych odcinków są zamieszczone w tabeli poniżej:

L.p.	Ulica	Klasa ośw.	L norma	Lśr 1	Lśr 2	U0 norma	U0 1	U0 2	UI norma	UI 1	UI 2	TI norma	TI	SR norma	SR
1	Torowa	ME4a	0,75	0,74	0,80	0,4	0,80	0,78	0,6	0,78	0,72	15	10	0,5	0,83
2	Sienkiewicza	ME4b	0,75	0,73	0,79	0,4	0,47	0,46	0,5	0,52	0,68	15	10	0,5	0,86
3	Piłsudskiego	ME3b	1,00	1,03	1,16	0,4	0,61	0,59	0,6	0,87	0,79	15	13	0,5	0,64
4	Fabryczna	ME4a	0,75	0,81	0,85	0,4	0,41	0,43	0,6	0,42	0,42	15	9	0,5	0,68
5	Kościelna	ME4b	0,75	0,82	0,86	0,4	0,47	0,46	0,5	0,52	0,55	15	8	0,5	0,7

Na żółto zaznaczone są parametry nie spełniające normy

### 3.4. Analiza obliczeń teoretycznych obliczeń fotometrycznych

W wyniku przeprowadzonych obliczeń a następnie pomiarów zebrano materiał, który pozwolił na analizę. Parametry niespełniające wymagania normy to parametry ilościowe - poziom luminancji oraz jakościowe - równomierności wzdlużne. Wynika to z tego, iż większość modułów (odległości między oprawami) jest dość mała - 35 - 40 m. W takich przypadkach łatwo jest spełnić wymagania normy, zwłaszcza ilościowe - czyli zapewnić odpowiednią ilość światła emitowanego z opraw. Realizowane to jednak jest oprawami o dość dużej mocy. Dzisiejsze konstrukcje opraw LED te same parametry ilościowe spełniają przy kilkukrotnie niższym poborze energii. Brak spełnienia normatywnych parametrów ilościowych wynika ze sporego wyeksploatowania opraw i nieprzystosowania ich rozsyłów świetlnych do parametrów drogi. Również fakt, iż układy optyczne opraw były projektowane kilkanaście lat temu, w czasie gdy obowiązywała stara norma oświetleniowa (nie regulująca parametru równomierności wzdlużnej) wpływa na niemożność spełnienia wymogów nawet niskich klas oświetleniowych. Parametry ilościowe oświetlenia można spełnić przy zastosowaniu opraw o wysokiej mocy, lub przy małych odstępach między oprawami. Jedynie w dwóch przypadkach na dziesięć poziom luminancji nie spełnia wymogów normy, lecz jest to tak znikomy niedobór, że jest praktycznie niezauważalny. Równomierność całkowita jest właściwa we wszystkich badanych przypadkach.

#### 3.4.1. Skrzynki sterujące

Większość układów sterujących znajdujących się na terenie Czarnej Białostockiej to skrzynki umieszczone w szafach stacyjnych transformatorów lub w szafkach sterujących wyniesionych poza obszar stacji transformatorowych. W przypadku podjęcia decyzji o przebudowanie systemu oświetlenia na nowoczesne, konieczne jest wyniesienie wszystkich układów sterująco-pomiarowych poza obszar, którego właścicielem jest operator sieci energetycznej PGE Dystrybucja SA. Wiąże się to z koniecznością uzyskania warunków technicznych przyłączenia dla każdego obwodu sterująco-pomiarowego.

Analiza zastosowanych w Czarnej Białostockiej systemów sterowania oświetleniem oraz analiza prognozowanych wolumenów energii pokazuje, że w gminie nie mamy do czynienia z przekroczeniem normatywnego czasu świecenia systemu oświetleniowego. Z doświadczenia wiemy, że najczęściej przekroczony czas eksploatacji ma miejsce tam, gdzie stosowane są stare elementy sterowania: zegary zmierzchowe i zegary mechaniczne. W mieście zainstalowane są nowe zegary ze zintegrowanym zegarem astronomicznym. Można stwierdzić iż sterowanie oświetleniem w Czarnej Białostockiej działa w sposób prawidłowy.

### 3.5. Wnioski z inwentaryzacji oświetlenia

Przeprowadzona analiza pozwala na określenie rekomendacji dla zarządzającego oświetleniem. W szczególności:

**Rekomendacja 1.** Istnieje potrzeba opracowania, kompletnej spójnej i jednolitej, projektowej koncepcji oświetlenia wszystkich ulic całego miasta [łącznie z majątkiem PGE Dystrybucja SA], na podstawie wymagań oświetleniowych, analizy funkcji komunikacyjno-urbanistycznej każdej ulicy oraz określenia głównych tras i szlaków przejazdów tranzytowych i lokalnych, zgodnej z aktualnie obowiązującą normą oświetleniową PN-EN 13201. Nabiera to szczególnego znaczenia wobec pojawienia się w 2004 r., nowej normy PN-EN 13201.

Formalnie norma PN-EN 13201 nie zastępuje dotychczasowej PN-76/E-02032, a stosowanie norm jest dobrowolne, co do zasady. Niemniej dla zamówień publicznych, zgodnie z orzeczeniami Zespołów Arbitrów (ZA) przy prezesie UZP a aktualnie Krajowej Izby Odwoławczej (KIO), Prawo zamówień publicznych art. 30, nie pozwala, aby projekt i wykonanie były w sprzeczności z normą (od 2004 przenoszącą normę europejską). Spełnienie normy oznacza również, że projekt i wykonanie są bezpieczne dla użytkowników. Analogicznie pożądane jest, aby wszystkie nowo projektowane, modernizowane i realizowane urządzenia oświetlenia drogowego uwzględniały wymagania normy europejskiej PN-EN 13201, gdyż norma ta uwzględnia najnowszy poziom wiedzy i współczesnej techniki oświetleniowej a jej stosowanie narzuca art. 30 Ustawy Pzp.

**Rekomendacja 2.** Dopuszczać do stosowania w Mieście wyłącznie oprawy z obudową aluminiową (IP 66) oraz kloszem wypukłym wykonanym ze szkła lub PMMA ewentualnie szklanym płaskim. Nie dopuszczać kloszy opraw z PC, ze względu na jego szybką utratę przezroczystości i żółknięcie.

**Rekomendacja 3.** W przypadku wymian, modernizacji, przebudów i dobudów stosować się do ogólnej koncepcji oświetlenia, opracowanej dla całego miasta.

**Rekomendacja 4.** Zastosować nowoczesne sterowanie oświetleniem.

**Rekomendacja 5.** W trakcie czynności konserwacyjnych dokonywać czyszczenia kloszy lub w przypadku zniszczenia lub znacznego żółknięcia - wymiany.

---

### 3.6. Przeciwdziałanie zjawisku Light pollution

Light pollution to angielska nazwa zjawiska zanieczyszczania środowiska światłem. Występuje wszędzie tam, gdzie oświetlenie zamiast służyć celowi, dla którego zostało zbudowane, oświetla również inne obiekty, a w szczególności niebo. Zaśmiecanie odpadkami dróg czy ulic jest wykroczeniem, karanym mandatem karnym. Zaśmiecanie światłem, w obecnym stanie prawnym w Polsce, nie jest szczególnie traktowane w przeciwieństwie do Włoch, Hiszpanii czy Portugalii, gdzie jest takim samym wykroczeniem, jak śmiecenie odpadkami. Regulacje Unijne w tym zakresie są opracowywane. Zanieczyszczanie światłem, z pewnością nawet w Polsce narusza standardy dobrego projektowania oświetlenia. Zjawisko zanieczyszczania światłem w gminie Czarna Białostocka może wystąpić w szczególności wszędzie tam, gdzie:

- Oprawy uliczne, z odbłyśnikiem o dużej asymetrii jak np. SGS 204 instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 15°
- Oprawy starego typu, z odbłyśnikiem o stosunkowo niskiej asymetrii takie jak np. OUS, OUSc, OUSd, instalowane są pod kątem większym niż 30°
- Wszędzie tam, gdzie zainstalowane są oprawy typu "Kula" bez układu optycznego kierującego strumień świetlny w dolną półprzestrzeń - dotyczy to Starego Miasta, parków i skwerów.
- Oprawy parkowe typu OCP, winne być wyposażone w specjalne rastry przeciwodblaskowe.

#### **Rekomendacja 1**

Stosowanie opraw typu "Kula" winno być ograniczane, a już zainstalowane winne być sukcesywnie wymieniane, na niezaśmiecające środowiska światłem.

#### **Rekomendacja 2**

Ścieżki, alejki lub ciągi piesze, jeśli nie są oświetlane oprawami ozdobnymi, winne być oświetlane specjalistycznymi oprawami zaprojektowanymi do tego celu, o rozsyle strumienia światła silnie asymetrycznym, wąskim i długim wzdłuż ciągu pieszego.

#### **Rekomendacja 3**

Zmienić kąt wysięgników na prawidłowy, wynikający z obliczeń fotometrycznych.

#### **Rekomendacja 4**

Zalecać projektantom oświetlenia wykonanie projektów przy uwzględnieniu normy oświetleniowej, jak również biorąc pod uwagę unikanie zjawiska zanieczyszczania światłem środowiska.

## 4. Analiza techniczno-technologiczna pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej

Wynikiem analizy dokonanej w punktach od 3.3 do 3.5 jest poszukiwanie, takich rozwiązań technicznych i technologicznych, które zabezpieczyłyby długoterminowy interes inwestora publicznego tak, aby przy umiarkowanych kosztach inwestycyjnych, uzyskać korzyść w postaci wysokiej energooszczędności urządzeń oraz niskich kosztów konserwacji, przy długotrwałym użytkowaniu

### 4.1. Sprzęt oświetleniowy - źródła światła

#### 4.1.1. Półprzewodnikowe źródła światła (SSL - Solid State Lighting)

Technologia LED jest coraz szerzej stosowana w oświetleniu, od niedawna również w oświetleniu zewnętrznym. Na rynku pojawia się coraz więcej produktów będących alternatywą dla klasycznego oświetlenia zewnętrznego opartego do tej pory na źródłach wysokoprężnych. Źródła LED mają wiele zalet. Podstawowe to:

- długa żywotność – ok. 50 000 godzin - (dla utraty strumienia światła 30%),
- nie generują promieniowania ultrafioletowego (UV) i podczerwonego (IR),
- biała barwa światła,
- dobra jakość światła,
- lepsza optymalizacja rozsyłu strumienia świetlnego
- możliwość precyzyjnego dopasowania strumienia świetlnego do potrzeb (nie ma typoszeregu mocy)
- wyeliminowany efekt stroboskopowy,
- nie zawierają rtęci, metali ciężkich lub innych szkodliwych dla środowiska substancji,
- natychmiastowy start - osiągnięcie normalnej jasności bezpośrednio po uruchomieniu, bez opóźnienia
- szybki ponowny zapłon źródła światła

Jednak oprawy drogowe LED nie są pozbawione wad. Przede wszystkim, nie wszyscy producenci opraw publikują dane fotometryczne opraw LED. Uniemożliwia to wykonanie obliczeń parametrów świetlnych i dostosowanie oświetlenia do normy PN-EN 13201. Analizując dane katalogowe można dojść do wniosku, iż technologia LED w oświetleniu drogowym jest bardziej ekonomiczna niż klasyczna technologia oparta na źródłach sodowych. Porównując sprawność źródła i oprawy ze źródłem sodowym (dla mocy 70W) oraz oprawy ze źródłem LED (ok. 84W), uzyskujemy:

Źródło LED: skuteczność świetlna 110 lm/W,

Źródło sodowe 70W: sprawność świetlna 94 lm/W

Oprawa ze źródłem LED: skuteczność świetlna 90 lm/W

Oprawa ze źródłem sodowym: skuteczność świetlna 75 lm/W

Wady oświetlenia LED:

- porównywalna do lamp sodowych efektywność oświetleniowa
- wrażliwość na przepięcia i impulsy elektromagnetyczne
- dość wysoka cena
- wysoki strumień świetlny można uzyskać tylko przy zastosowaniu dużych radiatorów i zaawansowanych układów zasilających.

Wysoka cena oznacza, iż za oprawę LED dobrej jakości o mocy ok. 80W trzeba zapłacić około 1000 PLN, czyli dwukrotnie więcej niż za dobrej jakości oprawę sodową. Oprawa LED Philips BGP 303 73/740 będzie pobierać 83 W (sodowa również 83W) i wytworzy strumień świetlny 7560 lm (sodowa 6600 lm).

Technologia LED jest ciągle udoskonalana i wciąż trwają prace nad wyprodukowaniem źródła LED o wyższej skuteczności. Pojawiają się na rynku konstrukcje uznanych producentów sprzętu oświetleniowego (Philips,

Osram, Schreder, Cree), które mogą być alternatywą dla klasycznego oświetlenia. Oprawy te są w pełni policzalne (producenci udostępniają dane fotometryczne opraw), lecz ich mankamentem jest relatywnie wysoka cena.

Można stwierdzić, że dopiero dziś oświetlenie drogowe LED jest już realną alternatywą dla klasycznego oświetlenia sodowego.

#### 4.1.2. Źródła światła typu HPS [Sodowe wysokoprężne]

Ze względu na decydujące znaczenie kryterium energooszczędności w opracowaniu proponuje się oświetlenie całego terenu wysokoprężnymi lampami sodowymi [HPS]. Lampy te charakteryzują się cechami, które sprawiają, że nadają się one doskonale do oświetlenia drogowego. Wysokoprężne lampy sodowe, w porównaniu z innymi źródłami światła, charakteryzują się:

- wysoką skutecznością świetlną – dwukrotnie wyższą niż lampy rtęciowe,
- dużą trwałością,
- praktycznie stałym strumieniem w całym okresie eksploatacji,
- bardzo niską utratą strumienia w całym okresie eksploatacji i wynoszącą maksymalnie do 10% dla 48 tys. godzin,
- odpornością na niskie i wysokie temperatury,
- względną odpornością na przepięcia, przeciążenia, zwarcia.

Ponadto światło lamp sodowych powoduje:

- większą kontrastowość obiektów, a co za tym idzie większą ostrość widzenia,
- niższy poziom odczuwalnego ośnienia

#### 4.1.3. Źródła światła HPS - wielojarznikowe

Przykładem takiego źródła światła jest Aura SODINETTE, która jest wynikiem intensywnych badań, a także dalszą kontynuacją rozwoju lamp sodowych. Źródła te posiadają bardzo długi okres żywotności oraz niską awaryjność. Ta unikalna wysokoprężna lampa sodowa to połączenie standardu z długim okresem eksploatacji.

Aura SODINETTE posiada żywotność na poziomie 48.000 h w 12 godzinnym cyklu pracy z tradycyjnym magnetycznym układem zapłonowym. Praca wysokoprężnej lampy sodowej jest również możliwa ze specjalnym elektronicznym układem zapłonowym.



Stosując Aura SODINETTE w zamian otrzymujemy optymalizację kosztów operacyjnych instalacji i oświetlenia. Bardzo wysoka skuteczność świetlna i długa żywotność pozwala na uzyskanie znaczących oszczędności wszędzie tam, gdzie są wysokie słupy i inne trudno dostępne miejsca. A szczególnie, jeśli proces wymiany źródeł wiąże się z zatrzymaniem procesu produkcyjnego lub jest bardzo kosztowny, Aura



SODINETTE pozwala na lepszą kontrolę oszczędności, a także łatwość w planowaniu harmonogramu grupowej wymiany źródeł światła.

Zewnętrzna tuba Aura SODINETTE wykonana została ze specjalnie hartowanego szkła. Ma to na celu zwiększenia ochrony przed uszkodzeniami, co wpływa także pozytywnie na jej żywotność. Szkło tuby zewnętrznej w całym typoszeregu lamp od 50W do 600W nie posiada w swoim składzie chemicznym ołowiu. Wysokiej jakości jarznik jest zamocowany w środku szklanej osłony, zarówno w wersji eliptycznej jak tubularnej, która wykonana została z wysokiej jakości komponentów. Zaprojektowanie dwóch jarzników w jednym źródle światła wpływa korzystnie na przedłużenie jej żywotności. Obydwa jarzniki wy pozycjonowane są w długości osi i zamontowane na stabilnym systemie mocowania. Ten system pozwala na zniwelowanie drgań, co polepsza niezawodność tego źródła światła. SODIGUARD jest dodatkową ceramiczną tubą umieszczoną tuż obok dwóch jarzników. Rozproszenie sodu w jarznikach jest ważnym czynnikiem, który ma wpływ na żywotność lamp HPS. Kolejne osiągnięcia prowadzą do udoskonalenia materiału ceramicznego. Aby istotnie zredukować ten proces zastosowano dodatkową ceramiczną tubę SODIGUARD umieszczoną tuż przy jarznikach, co spowalnia proces utraty sodu. W przypadku zakłóceń sieciowych Aura LL włącza się ponownie używając drugiego jarznika. Dzięki tej technologii nie musimy czekać na jego ochłodzenie

Żywotność jest na poziomie 48.000 h w 12 godzinnym cyklu pracy (11 godzin włączony, 1 godzina wyłączony) w nawiązaniu do normy IEC/EN 60662. W tym okresie maksymalny odsetek niesprawnych źródeł jest na poziomie 10%, a strumienia świetlnego na poziomie 15%

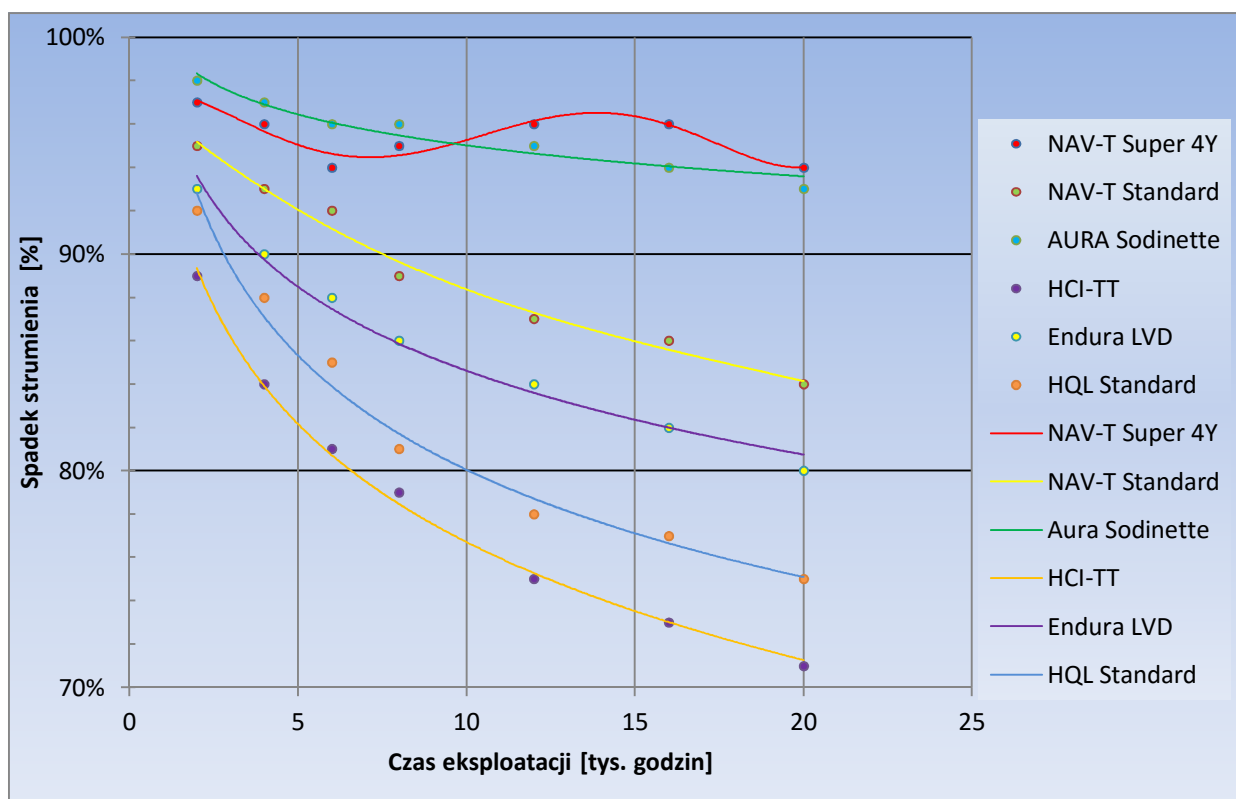
#### 4.1.4. Porównanie skuteczności (efficacy) źródeł światła

Lp	źródło światła	Porównanie opraw ze źródłami światła			
		strumień [lm]	Moc jedn. [W]	Trwałość [h]	Cena [zł]
1	LED 70 W	6 300	99	50 000	600,00
2	Sodowa NAV-E 110 W	8 000	125	12 000	44,90
3	Rtęciowa HQL 125 W	6 300	137	9 000	8,90
4	Sodowa NAV-T 70 W	6 600	83	16 000	46,50
5	Sodowa NAV-E 210 W	18 000	232	12 000	57,90
6	Rtęciowa HQL 250 W	13 000	265	9 000	18,90
7	Sodowa NAV-T 100 W	10 700	115	16 000	56,50
8	Sodowa NAV-T 150 W	17 500	176	16 000	67,00
9	Sodowa Aura 70 W	6 400	83	48 000	180,00

#### 4.1.5. Porównanie procentowej utraty strumienia światła w trakcie okresu użytkowania

Poddane zostaną analizie główne typy źródeł światła będących aktualnie w użytkowaniu. Są to w szczególności:

1. Standardowe Sodowe: NAV-T Standard
2. Sodowe 4 letnie: NAV-T Super 4Y
3. Sodowe 12 letnie: Aura Sodinette
4. Metalohalogenkowe: HCI-TT
5. Świetłówkowe zasilane indukcyjnie: Endura LVD
6. Rtęciowe: HQL standard, dotychczas stosowane,



[Opracowanie własne. Źródło katalog Osram]

## Interpretacja wykresu

Porównywane jest sześć najbardziej popularnych źródeł światła. Projekty oświetleniowe wykonuje się zwykle przy współczynniku zapasu, mieszczącym się w przedziale między 20%-25%. Stąd wartością graniczną, czasu użytkowania źródła światła jest chwila, w której nastąpi przecięcie z rzędną o wartości 80%. Pomimo, że producenci zapewniają, iż źródło może nadal funkcjonować np. przez kolejne 40 tys. godzin (Endura LVD) to z punktu widzenia celu, do jakiego ma być użyte, tj. oświetlenia drogi zgodnie z normą PN-EN 13201 jest bezużyteczne.

Badając, zatem przebieg charakterystyki utraty strumienia źródeł światła w czasie stwierdzamy, że:

1. Źródła światła metalohalogenkowe HCI-TT o barwie białej mają najkrótszy czas użytkowania, bo zaledwie 6 tys. godzin. Odpowiada to 1,5 roku eksploatacji przy oświetleniu dróg. Zważywszy wysoką cenę jednostkową źródła światła nie jest to z pewnością, rozwiązanie ekonomiczne.
2. Wychodzące obecnie z użycia źródła rtęciowe typu HQL tracą 20% początkowego strumienia po okresie użytkowania, równym 10 tys. godzin. Odpowiada to 2,5 roku eksploatacji.
3. Źródło światła Endura LVD, reklamowane, jako posiadające trwałość 60 tys. godzin, 20% początkowego strumienia traci już po 1/3 nominalnego czasu użytkowania tj. już po 20 tys. godzin. Odpowiada to pracy przez okres 5 lat. Endura jest źródłem jarzeniowym (świełówka), zasilanym w sposób indukcyjny. Cechą źródeł jarzeniowych światła (tzw. świetlówek) jest niska odporność na niskie temperatury. W temperaturze otoczenia w okolicy 0°C strata strumienia sięga już około 20% strumienia w stosunku do strumienia w temperaturze 25°C. Stanowi to o praktycznej bezużyteczności tych źródeł dla celu oświetlenia drogowego. Niemniej spotykane są próby zastosowania tych źródeł do oświetlenia ulic, stąd uznaliśmy za zasadne źródła te uwzględnić w analizie.
4. Źródła sodowe NAV-T o trwałości użytkowej gwarantowanej przez producenta na okres 17 tys. godzin, zachowują swoje właściwości świetlne przez cały okres eksploatacji. Tracą zaledwie 14% początkowego

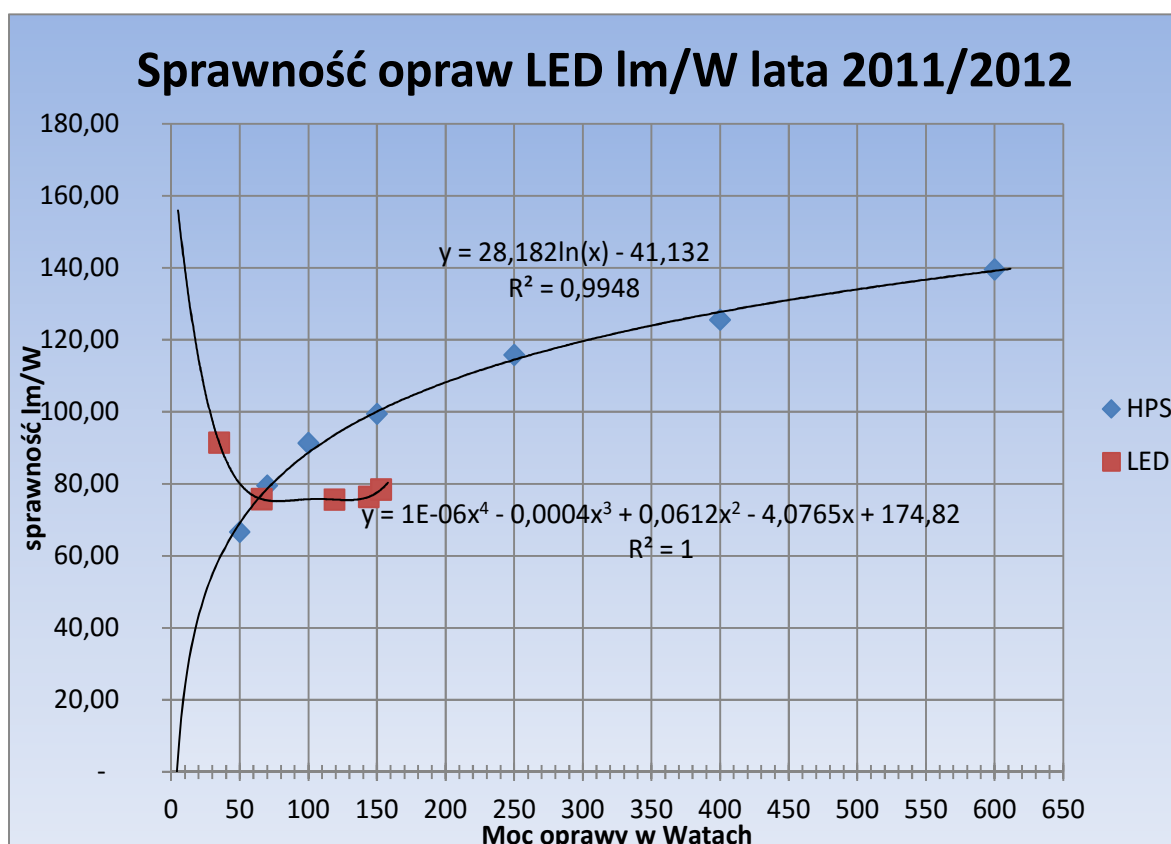


strumienia po 20 tys. godzin eksploatacji. Oznacza to, że wcześniej takie źródło ulegnie naturalnemu procesowi destrukcji niż wygaśnięcie strumień.

5. W bardzo interesujący sposób zachowują się źródła światła typu sodowego NAV-T Super 4Y. W całym okresie użytkowania nie jest notowany większy spadek strumienia światła niż 5% początkowego strumienia. Po 10 tys. godzin eksploatacji następuje wzrost strumienia o ok. 3% (wtedy utrata strumienia wynosi zaledwie 2%). W ten sposób źródło utrzymuje się w granicach 5% straty strumienia aż do chwili naturalnego procesu destrukcji.

6. Podobnie zachowuje się źródło światła sodowe, typu Aura Sodinette, o trwałości użytkowej 48 tys. godzin. W połowie czasu użytkowania tj. 20 tys. godzin utrata początkowego strumienia wynosi zaledwie 5 %. Do chwili naturalnej destrukcji, określonej statystycznie na 48 tys. godzin, utrata strumienia nie przekroczy 14%, czyli nie osiągnie krytycznej wartości 20%.

#### 4.1.6. Porównanie sprawności (efficiency) świetlnych źródeł światła LED i HPS

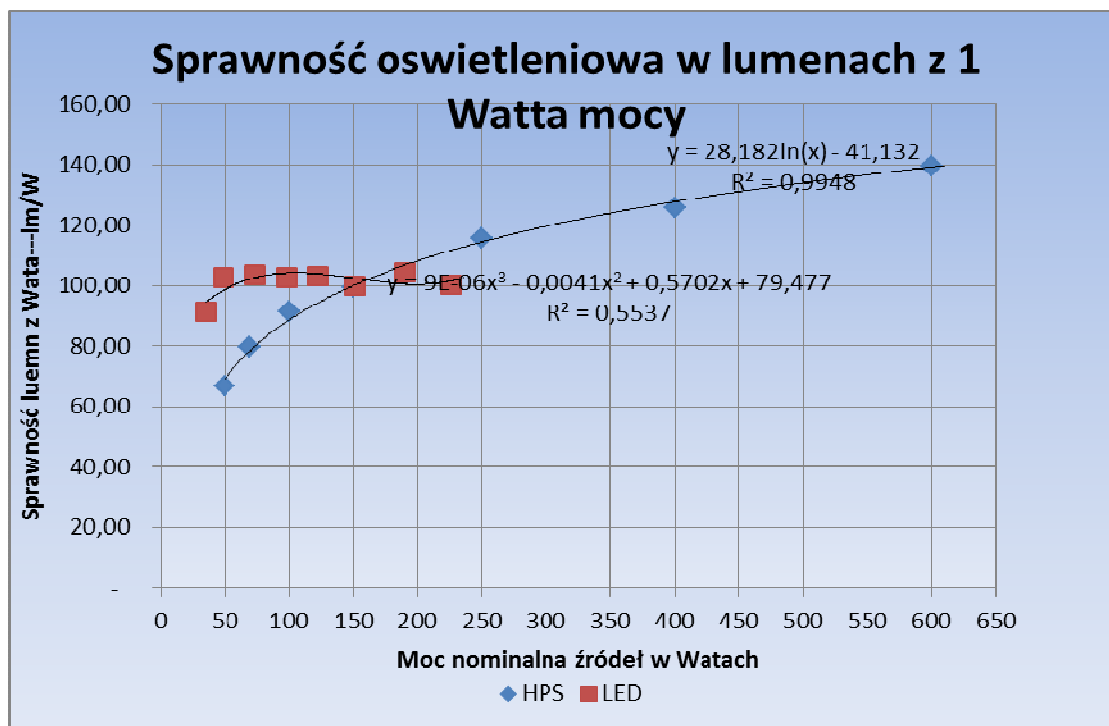


[Opracowanie własne rok 2011/2012. Źródło: Katalogi producentów]

#### Interpretacja wykresu sprawności oświetleniowej rok 2011/2012

Dla mocy nominalnych poniżej 70 W źródła LED wykazują przewagę sprawności oświetleniowej nad źródłami wyładowczymi wysokoprężnymi sodowymi. Dla mocy ok. 35 W, ponad dwukrotnie większą sprawność oświetleniową mają źródła LED.

Dla mocy powyżej 70 W, najczęściej stosowanych w oświetleniu ulicznym i drogowym, źródła światła LED mają gorszą sprawność niż sodowe wysokoprężne. Dla mocy nominalnej 250 W jest to aż 50% mniejsza sprawność niż źródeł sodowych.



[Opracowanie własne. Źródło: Katalogi producentów]

### Interpretacja wykresu sprawności oświetleniowej

Dla mocy nominalnych poniżej 150 W źródła LED wykazują przewagę sprawności oświetleniowej nad źródłami wyładowczymi wysokoprężnymi sodowymi. Dla mocy ok. 35 W, ponad dwukrotnie większą sprawność oświetleniową mają źródła LED.

Dla mocy powyżej 150 W, źródła światła LED mają gorszą sprawność niż sodowe wysokoprężne. Dla mocy nominalnej 250 W jest to aż 20% mniejsza sprawność niż źródeł sodowych.

Dane do wykresu zostały pozyskane z katalogów technicznych producentów źródeł LED i sodowych wysokoprężnych.

Jednak biorąc pod uwagę bardzo dynamiczny rozwój tej gałęzi przemysłu oświetleniowego, na rynku pojawiają się konstrukcje, które mogą być rozsądną alternatywą dla oświetlenia sodowego. Inną kwestią jest znaczna poprawa sprawności opraw LED, poprawa ich skuteczności oświetlania (nie mylić ze skutecznością świetlną źródła) pozwalającą efektywniej oświetlać konkretny fragment powierzchni. Innymi słowy strumień świetlny lamp LED jest lepiej wykorzystany i trafia tam gdzie powinien.

## 4.2. Sprzęt oświetleniowy - Oprawy

Oprócz źródeł światła, o jakości oświetlenia decyduje także w dużym stopniu, jakość zastosowanej oprawy oświetleniowej. Powinna się ona charakteryzować wysokimi parametrami technicznymi, gwarantującymi wysoką szczelność układu optycznego i elektrycznego oraz ograniczać powstawanie oślnienia. Poniżej zestawiono wymagane parametry techniczno-użytkowe, jakim winny się charakteryzować oprawy sodowe:

- stopień ochrony komory zespołu optycznego nie niższy niż IP 65 i komory osprzętu elektrycznego nie niższy niż IP 65,
- oprawy wykonane w II klasie ochronności przeciwporażeniowej,
- klosz opraw musi być wykonany z materiału odpornego na promieniowanie UV (szkło) o wytrzymałości mechanicznej  $IK \geq 0,8$ , w uzasadnionych przypadkach dopuszczone jest PMMA o  $IK \geq 0,4$
- energooszczędny układ zasilający, odporny na przepięcia oraz harmoniczne w sieci,
- źródło światła galwanicznie odseparowane od sieci zasilającej,

- obudowa oprawy wykonana z odlewu aluminium,
- oprawy muszą posiadać zabezpieczenie termiczne, przed wzrostem niekontrolowanym źródeł światła
- oprawy i źródła światła muszą posiadać deklarację zgodności CE wystawioną przez producenta dopuszczającą je do obrotu w Polsce lub znak B wystawiony przez uprawnioną jednostkę certyfikującą, najlepiej o podwyższonej trwałości 55 tysięcy godzin (14 lat trwałości i gwarancji)
- oprawy muszą zapewniać mikrowentylację, pomiędzy komorami,
- Oprawy muszą spełniać wymagania bezpieczeństwa, zawarte w PN-EN 60598-2-3: 2006, (EN 60598-2-3: 2003) oraz PN-EN 60598-1: 2005 (EN60598-1:2004)
- Wymagana gwarancja minimum 5 lat. W przypadku usterkowości większej niż 10% rocznie Inwestor ma prawo postawić wszystkie zainstalowane oprawy do dyspozycji wykonawcy. [Warunki umowne]
- Utrata strumienia w całym okresie objętym gwarancją, nie większa niż 5%
- Utrata strumienia w dziesięcioletnim okresie eksploatacji, nie większa niż 10%

Na rynku, dostępnych jest wiele opraw spełniających, wymagania techniczne i użytkowe określone powyżej. W przypadku kompleksowej modernizacji oświetlenia drogowego, można zastosować na przykład oprawy oświetleniowe produkowane przez Cree, Philips, Thorn lub równoważne innych producentów

#### 4.2.1. XSP [Cree]



Seria XSP to zaprojektowany od podstaw zoptymalizowany system lampy ulicznej LED, który zapewnia niesamowitą wydajność. Oprócz znacznych oszczędności energii i serwisu osiąga lepszą kontrolę dystrybucji światła dzięki opatentowanemu systemowi optyki NanoOptic® Precision Delivery Grid™, niż tradycyjne oprawy uliczne. Cree LED seria XSP jest doskonałą alternatywą dla tradycyjnego oświetlenia ulicznego z szybszym zwrotem inwestycji i lepszą wydajnością.

- 10 lat gwarancji producenta na kompletną oprawę
- Moce opraw 52W, 102W
- Współczynnik oddawania barw CRI $\geq$ 70
- Technologia BetaLED®
- Technologia optyki NanoOptic® Precision Delivery Grid™
- Dostępna w I i II klasie ochronności
- Obudowa z odlewanego aluminium
- Otwieranie oprawy bez użycia narzędzi
- Temperatura barwowa: 4000K (+/- 300K), i 5700K (+/- 500K)

Oprawa o wysokiej odporności na korozję, ścieranie, szkodliwe działanie promieniowania UV, wykonana z odlewu aluminiowego i pokryta zgodnie z technologią Colorfast® Deltaguard kilkoma warstwami zabezpieczającymi m.in. wysokiej przyczepności podkładem epoksydowymi poliestrową farbą proszkową.

Dostępne kolory oprawy: Srebrny (SV, standard), czarny (BK), biały (WH), brązowy (BZ), srebrny brąz (SB)

Parametry elektryczne:

- Napięcie zasilania: 120-277V, 50/60Hz
- Współczynnik mocy: > 0,93 dla mocy wstępnie zredukowanej
- THD: <10% przy pełnym obciążeniu
- Zintegrowana ochrona przed przepięciami do 10kV

Ze względu na prądy rozruchowe należy stosować bezpieczniki zwłoczne lub wyłączniki nadmiarowe o charakterystyce C lub D

#### 4.2.2. R2L2 (Thorn)

Ekonomiczne, precyzyjnie kontrolowane światło LED dla dróg głównych i lokalnych



- Znakomite odprowadzanie ciepła i duża trwałość zmniejszają koszty konserwacji i całkowity koszt utrzymania oprawy
- Wysoka skuteczność układu optycznego z możliwością pochylania w zakresie 20° do +10° zapewniającego precyzyjne sterowanie oświetleniem
- Ponadczasowy, prosty styl oferuje znakomite rozwiązanie jako modernizację starych opraw i zmniejsza wpływ na otoczenie wizualne w ciągu dnia
- Niezależne ściemnianie gwarantuje optymalizację zużycia energii

#### Wykonanie

- Obudowa: odlew aluminium malowany proszkowo na kolor szary RAL 9006 (inne kolory RAL dostępne na zamówienie).
- Uchwyt montażowy: odlew aluminium niemalowany lub malowany proszkowo na kolor szary RAL 9006 (inne kolory z palety RAL dostępne na zamówienie).
- Klosze: poliwęglan odporny na promieniowanie UV lub szkło hartowane.
- Śruby: stal nierdzewna

#### Optyka

System optyczny zgodny z normą (wg PN-EN 12464-2), Zapewniający pełne ograniczenie światła niepożądanego. Spełniający normę o bezpieczeństwie fotobiologicznym. Posiadająca minimum 9 rozsyłów światła dostępnych w standardzie, zapewniających optymalizację do różnych sytuacji drogowych. w tym jedna o asymetrycznej charakterystyce dedykowanej do przejść dla pieszych. Element kształtujący optykę wykonany w postaci soczewek zintegrowanych z niskoluminancyjną charakterystyką światła ograniczający świecenie w górną półprzestrzeń do poziomu 0cd/m2 od kąta 90 stopni w górę. Możliwość wymiany układu optycznego lub / i diod LED niezależnie.

## Montaż

- Klasa bezpieczeństwa I: oprawa przeznaczona do montażu na szczycie słupa Ø76mm i wysięgniku Ø42/60mm.
- Klasa bezpieczeństwa II: oprawa przeznaczona do montażu na szczycie słupa Ø76mm i wysięgniku Ø60mm.
- Zmienne ustawienia nachylenia oprawy: 0° do +10° dla montażu nasadowego, -20° do 0° dla montażu na wysięgniku, w krokach co 5°.
- Uszczelka dławika dla kabla o średnicy Ø8 to 12mm.

## Opcje sterowania oprawą i redukcji mocy

Możliwość zastosowania sterowania.

Indywidualne dla oprawy:

- CLO, Stały strumień świetlny
- BP, automatyczne niezależne ściemnianie stopniowe
- ściemnienie napięciowe (poprzez redukcję napięcia sieciowego)
- ściemnianie przez czujnik ruchu (dodatkowy moduł)

Oprawa dostarczana w komplecie, gotowa do montażu, z fabrycznie montowaną szyną układu zasilania, całość dostarczana w pojedynczym kartonie.

### 4.2.3. Oprawy Ozdobne - Kalos, [Cariboni]

#### Konstrukcja oprawy

Oprawy przeznaczone są do montażu na szczycie słupa Ø60mm oraz przeznaczona do montażu na specjalnym wysięgniku słupowym. Oprawa wizualnie przypominająca klasyczną latarnię, klosz bez klosza szklanego lub PMMA.



*Oprawy Kalos*

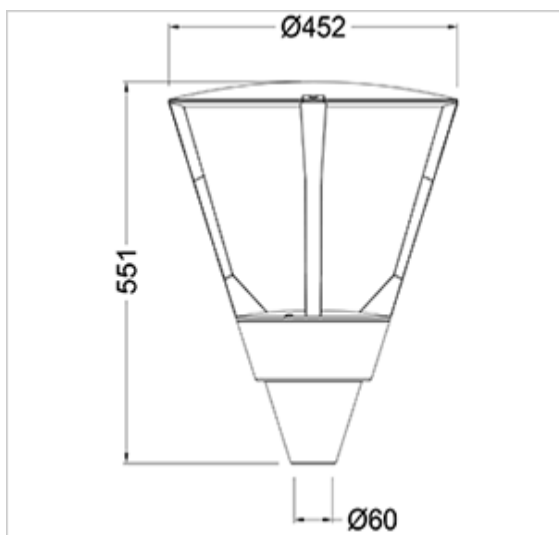
#### Budowa opraw:

System modułowy z diodami LED (od 10 do 40 LED) umożliwiający demontaż poszczególnych paneli bez potrzeby otwierania komory oprawy. Dostęp do elementów elektrycznych w komorze oprawy bez konieczności użycia narzędzi (toolfree). Oprawa wyposażona jest w zabezpieczenie termiczne (warystor), które uniemożliwia zapłon elektryczny. Okablowanie elektryczne: przewody 1x0,75mm<sup>2</sup> z podwójną izolacją; Wodoszczelny system łączeniowy, dławnica o stopniu szczelności IP68;

#### Wymiary:

Kalos: H=551mm, L=452mm, waga: max. 8kg.

Maksymalna powierzchnia narażona na wiatr (SCX): 0,10m<sup>2</sup> (pomiar dla wiatru 160km/h);



*Oprawy Kalos - wymiary*

### **Materiał:**

Obudowa oprawy (korpus, podstawa montażowa, pokrywa, ramiona) wykonana z wysokociśnieniowego stopu aluminium UNI EN AB 46100 zabezpieczonego galwanicznie przed wpływem warunków atmosferycznych, substancjami chemicznymi podkładem epoksydowym i poliestrową farbą proszkową. Zawiasy, wkręty i śruby zewnętrzne wykonane ze stali nierdzewnej klasy AISI304, śruby wewnętrzne wykonane ze stali chromowanej i/lub cynkowane galwanicznie;

### **Klasa Ochrony**

I lub II klasa ochronności zgodny z normą PN-EN 60529;

### **Optyka:**

System optyczny zgodny z normą PN-EN 12464-2, zastosowane trzy optyki:

- optyka front&back (niezależne dwie optyki w jednej oprawie przód-ulica, tył-chodnik)
- optyka dookólna symetryczna
- optyka uliczna asymetryczna.

Zintegrowane źródło światła LED zabezpieczone płaskim szkłem hartowanym o grubości 5,0mm, przymocowanym do pokrywy za pomocą silikonu strukturalnego i zablokowane za pomocą dwóch mechanicznych zatrzasków. Szkło wykończone szarym nadrukiem w częściach niewpływających na optykę;

### **Trwałość diod LED:**

L80 > 80000h [@700mA, Ta 25°C, wg.TM21]

### **System chłodzenia**

Wysokowydajny system chłodzenia oprawy. Odprowadzenie ciepła za pomocą aluminiowej obudowy pełniącej funkcje radiatora;

### **Sterowanie:**

Oprawa wyposażona w bezobsługowy system redukcji mocy wykorzystujący metodę wyznaczania wirtualnej północy (MV virtual midnight) z możliwością regulacji. Sterowanie wykonuje redukcję strumienia świetlnego. Urządzenie jest wyposażone w przełącznik obrotowy, dający możliwość ręcznego wyboru spośród 16 innych wstępnie zdefiniowanych programów;

### **Stopień szczelności i odporności na udar:**

Min IP66, IK08 (5J);.

#### **4.2.4. EVOLO [Schreder]**

Zaprojektowana z myślą o zrównoważonym rozwoju, rodzina opraw Evolo IP 66 dostępna jest w dwóch rozmiarach. Oprawy i mogą być wyposażone w szeroką gamę źródeł światła: od 35W do 400W (lampy sodowe i metalohalogenkowe) lub źródła Cosmopolis do 140W.

Korpus i pokrywa wykonane są z wysokiej jakości lakierowanego odlew aluminium. Komora optyczna składa się z głęboko tłoczonego, polerowanego i anodowanego odbłyśnika aluminiowego. Klosz wykonany jest z wygiętego tłoczonego szkła. Statecznik, magnetyczny lub elektroniczny, jest zamontowany na demontowalnej płycie montażowej wyposażonej w złącze gniazdo - wtyczka w celu szybkiego montażu lub demontażu oprawy. Opcjonalna osłona termiczna pomiędzy komorą optyczną i komorą osprzętu i poprawia proces odprowadzenia ciepła z wnętrza oprawy, zwiększając żywotność komponentów oprawy. Stopień szczelności IP 66 dla całej oprawy zapewnia optymalną wydajność przez cały okres eksploatacji.

Rodzina opraw Evolo jest prosta montażu i konserwacji. Może być zamontowana na wysięgniku lub na szczycie słupa. Poprzez nowoczesne wzornictwo, trwałość, zastosowane materiały, możliwość zastosowania narzędzi do sterowania i kontroli strumienia świetlnego oprawy Evolo są przyszłościowym rozwiązaniem dla miast i gmin.



#### **Podstawowe cechy:**

- 2 wielkości
- Sealsafe® IP 66 szczelność komory optycznej oprawy przez cały okres eksploatacji
- Odseparowana termicznie komora osprzętu elektrycznego wydłuża żywotność podzespołów elektronicznych
- Duża ilość dostępnych rozsyłów światłości
- Oprawa przyjazna środowisku: - materiały łatwo przetwarzalne (aluminium i szkło) - wysoka sprawność układu optycznego - precyzyjna kontrola wiązki światła ograniczająca zaśmiecanie światłem środowiska
- Szeroki wybór podzespołów elektronicznych (stateczniki, fotokomórki, interfejs DALI, 1-10V...)
- Osprzęt elektryczny umieszczony modułowo na demontowanej płycie

#### **4.2.5. Selenium (Philips)**

Oprawa Selenium wyróżnia się niezwykłą trwałością, dzięki zastosowaniu do jej produkcji wysokiej jakości materiałów. Obudowa wykonana z odlew aluminium oraz klosz z poliwęglanu odpornego na działanie ultrafioletu, zapewniają wysoką odporność na akty wandalizmu. Ponadto zastosowanie materiałów nadających się do wielokrotnego przerobu wtórnego czyni ją przyjazną dla środowiska. Oprawa Selenium po zakończeniu eksploatacji może zostać całkowicie rozebrana na części, a wszystkie jej podzespoły mogą pojedynczo podlegać powtórnemu przetworzeniu.





Cała oprawa Selenium – zarówno komora lampy, jak i komora osprzętu elektrycznego – jest chroniona przed przedostawaniem się wilgoci i pyłu na poziomie IP66, eliminując konieczność czyszczenia i zapewniając długą żywotność oprawy oraz jej podzespołów.

Oprawa Selenium jest wyposażona w doskonały odbłyśnik T-POT, spełniający wymagania normy CEN w zakresie oświetlenia dróg. Jednoczęściowy, fasetonowy odbłyśnik wykonany z wysokiej czystości aluminium umożliwia uzyskanie lepszych parametrów oświetleniowych. Optyka T-POT szczególnie sprawdza się w warunkach oświetlenia mokrych nawierzchni.

Oprawa posiada pięć stopni regulacji optyki, zapewniających maksymalną elastyczność rozsyłu strumienia świetlnego. Fabrycznie odbłyśnik ustawiony jest w standardowym położeniu (poz.3). Regulacja dokonywana jest poprzez skokową zmianę położenia źródła światła względem środka optycznego odbłyśnika. Specjalny zaczep umożliwia zapamiętanie ustawienia optyki po wymianie źródła światła lub płyty z osprzętem elektrycznym.

Przy montażu oprawy bezpośrednio na szczycie słupa lub bocznie na wysięgniku istnieje możliwość regulacji kąta pochylenia oprawy. Dostępne są trzy ustawienia: 0, 5 i 15 stopni przy montażu na szczycie słupa lub 0, 5 i 15 stopni przy montażu na wysięgniku. Regulacja następuje w łatwy sposób za pomocą ustawienia zaczepu montażowego w wyraźnie oznaczonym położeniu.

Oprawa Selenium dostępna jest z kloszem z poliwęglanu lub z płaską szybą. Klosz z poliwęglanu zapewnia szerszy rozsył strumienia świetlnego i zwiększa odporność na akty wandalizmu. Płaska szyba z hartowanego szkła znacznie redukuje olśnienie, zapobiegając emisji światła w niepożądanych kierunkach.

Instalacja oprawy jest szybka i łatwa, a czynności konserwacyjne są zawsze wykonywane od góry, co zapewnia ergonomiczną i bezpieczną pozycję pracy instalatora. Wysoki stopień ochrony (IP 66) dla całej oprawy eliminuje konieczność czyszczenia wnętrza układu optycznego i wydłuża żywotność wszystkich podzespołów oprawy.

Zaczep montażowy jest integralną częścią oprawy i posiada możliwość regulacji. Standardowy zaczep dostosowany jest do montażu oprawy szczytowo na słupie lub bocznie na wysięgniku o średnicy od 42 do 60 mm. Na specjalne zamówienie dostępny jest także zaczep do montażu na słupie o średnicy 76 mm.

Otwarcie pokrywy następuje po odpięciu jednego klipsa bez użycia narzędzi. Jest on integralną częścią pokrywy oprawy. Pokrywa otwiera się do góry pozwalając na łatwy dostęp zarówno do komory lampy, jak i osprzętu elektrycznego.

Kabel zasilający przechodzi przez dławicę M25, a podłączenie zasilania jest realizowane poprzez zastosowanie wtyczki i gniazda wewnątrz oprawy. Wszystkie elementy dostarczane są wraz z oprawą. Wymiany lampy, możliwa jest po wyjęciu płyty osprzętu elektrycznego. Płyta osprzętu, mocowana jest za pomocą dwóch motylkowych zacisków i jej wyjęcie nie wymaga użycia narzędzi.

Klosz z poliwęglanu oraz płaska szyba są mocowane za pomocą pięciu wkrętów ze stali nierdzewnej.

Płyta z osprzętem elektrycznym jest mocowana w sposób zapewniający szybki i łatwy serwis. Po odłączeniu zasilania (za pomocą wtyczki) wystarczy obrócić dwa motylkowe zaciski mocujące i unieść płytę. Osłona płyty klasy II jest zdejmowana przez odkręcenie trzech wkrętów.



Jako źródła światła zaleca się zastosować wysokoprężne, sodowe źródła światła firmy Aura z serii Sodinette o trwałości użytkowej dochodzącej do 55 000 godzin.

#### 4.2.6. Isaro (Thorn)

Ponadczasowe, precyzyjnie kontrolowane oświetlenie dla dróg lokalnych i głównych

- Wysoka skuteczność układu optycznego z możliwością pochylania w zakresie 20° do +10° zapewniającego precyzyjne sterowanie oświetleniem
- Ponadczasowy, prosty styl oferuje znakomite rozwiązanie do odnowienia starych opraw i zmniejsza wpływ na otoczenie wizualne za dnia
- Zaprojektowana z myślą o łatwej instalacji i konserwacji, z bezpiecznym dostępem do źródła światła i układu zasilania od góry oprawy (automatyczne odłączenie zasilania)
- Wytrzymała i poddająca się recyklingowi konstrukcja z aluminium, stopień ochrony IP66



#### Wykonanie

- Obudowa: odlew aluminium, malowana proszkowo na kolor szary RAL 9006 (inne kolory z palety RAL dostępne na zamówienie).
- Uchwyt montażowy: odlew aluminium niemalowany lub malowany proszkowo na kolor szary RAL 9006 (inne kolory z palety RA: dostępne na zamówienie).
- Klosz: poliwęglan odporny na promieniowanie UV lub hartowane szkło.
- Śrub i zatrzaski: stal nierdzewna.
- Odbłyśnik: anodyzowane aluminium

#### Montaż

- Klasa bezpieczeństwa I: oprawa przeznaczona do montażu na szczycie słupa Ø76mm i wysięgniku Ø42/60mm.
- Klasa bezpieczeństwa II: oprawa przeznaczona do montażu na szczycie słupa Ø76mm i wysięgniku Ø60mm.
- Zmienne ustawienia nachylenia oprawy: 0° do +10° dla montażu nasadowego, -20° do 0° dla montażu na wysięgniku, w krokach co 5°. Uszczelka dławika dla kabla o średnicy Ø8 to 12mm. Dostęp do oprawy, od góry do układu zasilania i optycznego po odblokowaniu zatrzasku ze stali nierdzewnej mocującego klosz oprawy. Po usunięciu klosza oprawa jest automatycznie odłączana od zasilania.

- Klasa bezpieczeństwa I: Dostarczana gotowa do montażu, kompletna z montowanym fabrycznie układem zasilania i źródłem światła. Całość dostarczana w jednym kartonie.
- Klasa bezpieczeństwa II: Dostarczana gotowa do montażu, z montowanym fabrycznie układem zasilania. Całość dostarczana w jednym kartonie.

### 4.3. Analiza możliwości stosowania opraw równoważnych

Przy rozważaniu stosowania opraw równoważnych należy w pierwszej kolejności sprawdzić parametry techniczne oprawy jak:

- Stopień szczelności oprawy [np. IP 66 dla komory lampy, oraz wentylowana komora osprzętu]
- Konstrukcję korpusu [wymagany odlew aluminiowy. Niedopuszczone konstrukcje nitowane lub blaszane]
- Stopień odporności klosza oprawy na uderzenia [IK 08 lub większe]
- Materiał z jakiego jest wykonany klosz [szkło lub PMMA, niedopuszczane PC]

Kolejnym bardzo istotnym parametrem jest charakterystyka światłości tzw. Fotometria oprawy. Powinna być taka, aby na już istniejących konstrukcjach wsporczych można było osiągnąć spełnienie normy oświetleniowej PN-EN 13201, przy mocy rzeczywistej oprawy nie większej niż oprawie zastosowanej w przykładowych obliczeniach, załączonych do PFU

Oprawę uznaje się za równoważną, w rozumieniu art. 27 Ustawy Prawo zamówień publicznych, po spełnieniu kryteriów jak powyżej, na podstawie wykonanych obliczeń wykazujących spełnienie normy, przy analogicznym współczynniku utrzymania oraz identycznej geometrii obszaru oświetlanego.

### 4.4. Skrzynki sterująco - pomiarowe oświetlenia

Proponujemy stosowanie szaf sterowniczych SO [Kablowe]. Obudowy szaf, wykonane powinny być z żywicy poliestrowych wzmocnianych włóknem szklanym.

Z wieloletnich doświadczeń producentów obudów na świecie wiadomo, że żywica poliestrowa SMC wzmocniona włóknem szklanym najbardziej nadaje się pod względem technicznym i cenowym do produkcji obudów do użytku zewnętrznego.

Żywica poliestrowa SMC wzmocniona włóknem szklanym jest odporna na warunki atmosferyczne, uszkodzenia mechaniczne i odporna na promienie UV. Jest trudno palna i dzięki swoim mechanicznym i elektrycznym właściwościom stwarza stabilną i w pełni izolowaną konstrukcję.

Materiał ten jest odporny na działanie środowiska naturalnego, środków biologicznych, chemicznych zawartych w gruncie (mocz, kał, nawozy sztuczne, sól, benzyna, olej napędowy, kwas solny 10%, kwas siarkowy 10%, kwas mrówkowy 10%, kwas octowy, alkohol, eter, woda morska i inne).

Podajemy cechy żywicy poliestrowej SMC wzmocnionej włóknem szklanym wykorzystywanej do produkcji prasowania obudów EBG.

Cech obudów innych firm nie podajemy, jednak są one podobne i mają potwierdzenie, że wyrób spełnia wymagania dotyczące obudów do rozdzielni w normach EN60439-1 1994; PN-IEC 439-1+AC: 1994 lub PN-92/E-08106

<b>Cechy fizyczne</b>	
Trwałość temperaturowa	II a
Trwałość na zdeformowanie	200° C
Trwałość na topnienie	2a
Trwałość na zapalenie	K1 F1
Trwałość na wchłanianie wody	60mg/4d
<b>Cechy elektryczne</b>	
Rezystancja powierzchniowa	$1 \cdot 10^{11}$
Rezystancja skośna	$1 \cdot 10^{14}$
Wytrzymałość udarowa	300 KV/cm
Odporność na prądy pełzające	CTI 600
<b>Cechy mechaniczne</b>	
Wytrzymałość na zgięcie	130-140 N/mm <sup>2</sup>
Wytrzymałość uderzeniowa	58 KJ/m <sup>2</sup>
Wytrzymałość ciśnieniowa	220-250 N/mm <sup>2</sup>
Wytrzymałość na ciągnięcie	53 N/mm <sup>2</sup>

## 4.5. Systemy sterowania

### 4.5.1. System OWLET

#### 1. Optymalizacja zużycia energii

System OWLET firmy Schreder pozwala uniknąć przewymiarowania instalacji oświetleniowej i nadmiernego zużycia energii elektrycznej, dzięki wykorzystaniu takich funkcjonalności jak:

- Stały strumień świetlny w czasie (CLO),
- Moc wirtualna oraz
- Dynamiczna redukcja strumienia świetlnego w czasie.

#### 2. Optymalizacja procesów zarządzania oświetleniem

Rozbudowane możliwości raportowania pozwalają na monitorowanie instalacji oświetleniowej i planowanie prac serwisowych. Dostarczane informacje pozwalają na optymalizację procesów zarządzania oświetleniem przez cały okres jego użytkowania.

Ograniczenie prac utrzymaniowych skutkuje znacznymi oszczędnościami.

#### 3. Konfiguracja modelu oświetlenia

Oświetlanie przestrzeni publicznych podczas, gdy nie są one użytkowane generuje niepotrzebne koszty zużycia energii elektrycznej. Profile redukcji oraz możliwość podniesienia strumienia świetlnego na żądanie pozwala dostosować oświetlenie do rzeczywistych potrzeb wynikających ze specyfiki oświetlanego miejsca w danym czasie. Możliwe jest zastosowanie czujników ruchu, które mogą sterować pojedynczą oprawą, grupą opraw lub całą siecią. Każda oprawa może być indywidualnie skonfigurowana poprzez zadeklarowanie m.in. minimalnego i maksymalnego strumienia, czasów opóźnienia oraz czasów załączenia i wyłączenia.

#### 4. Zapewnienie niezawodności

Przyjazny użytkownikowi interfejs systemu pozwala zoptymalizować koszty i procesy serwisowania instalacji oświetleniowej.

Poprzez monitorowanie każdej oprawy system Owlet zapobiega usterkom przez wykrywanie problemów (uszkodzone źródło, temperatura urządzenia, przekroczenie mocy).

Jeśli problemy narastają, system przechodzi w stan pracy znamionowej, aby mieć pewność, że instalacja nie zgaśnie.

### System sterowania oświetleniem zapewnia realizację poniższych funkcji:

- zdalny nadzór (monitorowanie, konfiguracja) przez sieć internetową z poziomu przeglądarki internetowej – bez konieczności instalowania dodatkowego oprogramowania. Dostęp do interfejsu użytkownika jest możliwy z dowolnego urządzenia wyposażonego w dostęp do internetu i przeglądarkę internetową,
- graficzny interfejs w postaci strony internetowej wraz z mapą na której za pomocą ikon reprezentowane są wszystkie punkty należące do systemu,
- redukcja mocy pojedynczych opraw oświetleniowych, grup opraw lub wszystkich opraw,
- załączanie i wyłączanie pojedynczej oprawy,
- możliwość podłączenia do dowolnej oprawy czujnika (np. ruchu), który będzie sterował pracą pojedynczej oprawy lub grupy opraw (niezależnie od ich fizycznego połączenia),
- możliwość zdalnej zmiany konfiguracji w dowolnym momencie,
- automatyczna redukcja mocy zgodnie z zaprogramowanymi krzywymi redukcji,
- redukcję ręczną poziomu oświetlenia pojedynczej oprawy, grupy opraw, całej instalacji,
- zaprogramowanie oddzielnych krzywych redukcji dla dni pracujących (pon-pt) oraz weekendów (sb-nd),
- zaprogramowanie wyjątków np. dni świątecznych, podczas których oświetlenie powinno mieć inną charakterystykę,
- zmiana poziomu redukcji mocy poprzez zdalne przeprogramowanie w dowolnym momencie,
- pomiar prądu, napięcia, mocy, współczynnika mocy, czasu pracy źródła światła dla pojedynczego punktu świetlnego,
- dostęp do historycznych parametrów pracy systemu,
- pomiar czasu pracy sterowników,
- pomiar czasu pracy źródeł światła,
- ułatwienie planowania grupowej wymiany źródeł światła,
- uwzględnienie zaprojektowanego współczynnika utrzymania – utrzymanie stałego strumienia świetlnego w czasie,
- możliwość zaprogramowania wirtualnej mocy oprawy ( w zakresie charakterystyki pracy źródła),
- sygnalizowanie uszkodzonego źródła światła lub statecznika, zaniku napięcia zasilającego, błędów komunikacji, przekroczonego poziomu mocy lub temperatury,
- generowanie raportów zużycia energii oraz raportów błędów,
- dodawanie nowych punktów świetlnych bez konieczności przebudowy istniejącej instalacji (np. prowadzenia dodatkowych przewodów, łączenia obwodów itp.),
- wprowadzanie położenia punktów albo poprzez podanie współrzędnych geograficznych albo poprzez wskazanie miejsca montażu na mapie,
- tworzenie kont użytkowników z różnorodnymi poziomami dostępu z możliwością zmiany w dowolnym momencie.

System sterowania oświetleniem składa się z jednostki centralnej oraz sterowników lokalnych, montowanych w oprawie, sterujących statecznikiem elektronicznym. Uszkodzenie pojedynczego punktu świetlnego nie może mieć wpływu na pracę reszty systemu. System opiera się na komunikacji bezprzewodowej w paśmie ISM 2,4 GHz zgodnej z międzynarodowym standardem ZigBee (IEEE 802.15.4). Poszczególne elementy systemu tworzą sieć typu MESH. Sieć ta cechuje się autodiagnostyką – automatycznie wybiera optymalne ścieżki połączeń i sam przekierowuje się w przypadku awarii któregośkolwiek z elementów.

System sterowania oświetleniem jest w stanie pracować zarówno w trybie autonomicznym (załączać oświetlenie wieczorem i wyłączać nad ranem – pod warunkiem podanego napięcia zasilającego oprawy) jak i również w obecności zewnętrznych urządzeń sterujących np. zegarów astronomicznych.

### Jednostka centralna systemu:

- jest urządzeniem jednomodułowym, co ułatwia jego montaż, serwisowanie i wymianę,
- jest zasilana napięciem 230V przez cały czas pracy (24 godziny na dobę),

- ma możliwość montażu zarówno w szafie oświetleniowej jak i poza nią – IP66, umożliwia połączenie z siecią internetową poprzez sieć Ethernet lub sieć GPRS,
- umożliwia montaż dwóch kart SIM, w celu zapewnienia poprawnej pracy w przypadku awarii karty,
- jest synchronizowana z serwerem czasu rzeczywistego,
- zarządza grupą do 150 sterowników lokalnych za pośrednictwem sieci bezprzewodowej 2,4 GHz pracującej zgodnie ze standardem ZigBee IEEE 802.15.4,
- rejestruje dane otrzymane ze sterowników lokalnych oraz je archiwizować,
- posiada wbudowany zegar astronomiczny,
- sygnalizuje za pomocą diod: zasilanie, połączenie z siecią ZigBee, połączenie z siecią GPRS, siłę sygnału GPRS, przesyłanie pakietów danych,
- umożliwia połączenie z komputerem za pomocą kabla RJ45,
- posiada min. 2 wejścia dwustanowe do podłączenia urządzeń zewnętrznych,
- umożliwia zdalną aktualizację oprogramowania i zmianę parametrów pracy własnej (przez dedykowaną stronę internetową i/lub połączenie Telnet).

### **Sterowniki lokalne charakteryzują się poniższymi parametrami:**

- działają w sieci bezprzewodowej zgodnie ze standardem ZigBee (IEEE 802.15.4),
- posiadają wbudowany przekaźnik umożliwiający fizyczne wyłączenie zasilania oprawy,
- mają możliwość sterowania statecznikiem za pomocą sygnału analogowego (1-10V) lub cyfrowego (DALI). Zmiana sposobu sterowania poprzez zdalną zmianę oprogramowania,
- posiadają bezpotencjałowe wejście na sygnał z czujnika, który może sterować również innymi oprawami,
- mają możliwość pracy jako fotokomórka (po domontowaniu światłowodu),
- dokonują pomiarów prądu, napięcia, mocy, współczynnika mocy, temperatury, czasu pracy źródła światła,
- mają możliwość wymiany anteny w przypadku jej uszkodzenia,
- muszą być zainstalowane w odległości max. 100m od innego sterownika,

### **Sterownik segmentowy SeCo**

Sterownik segmentowy(centralny) SeCo służy do przekazywania informacji pomiędzy serwerem a sterownikami lokalnymi w oprawach(LuCo).Jeden sterownik SeCo jest w stanie kontrolować i przetwarzać informacje z maksymalnie 150 sterowników LuCo.

Sterownik segmentowy jest programowany za pomocą języka Python. Wszystkie niezbędne algorytmy są przechowywane w jego pamięci w postaci firmware'u.



Zadaniem sterownika segmentowego jest magazynowanie danych konfiguracyjnych wysyłanie sygnałów sterujących odbieranie sygnałów zwrotnych ze sterowników lokalnych oraz ich analiza.

SeCo w regularnych odstępach czasu pobiera parametry pracy systemu (np. pobór mocy) i przesyła je na serwer.

SeCo może zostać skonfigurowane zdalnie poprzez wykorzystanie graficznego interfejsu użytkownika dzięki wbudowanemu serwerowi Web.

Jest to proces jednorazowy i może zostać przeprowadzony za pomocą połączenia kablowego z komputerem lub za pośrednictwem internetu.

Sterownik segmentowy jest połączony z internetem za pomocą kabla lub karty SIM. Jego parametry mogą zostać dostosowane w sposób umożliwiający pracę w praktycznie każdym środowisku sieciowym.

Zintegrowany moduł ZigBee umożliwia bezprzewodowe połączenie ze sterownikami lokalnymi. Wszystkie dane konfiguracyjne przechowywane są w pamięci sterownika SeCo, dlatego system może działać automatycznie nawet w przypadku braku połączenia z internetem.

## Instalacja

SeCo może być montowane wewnątrz lub na zewnątrz szafy oświetleniowej (IP 66). Sterownik wymaga zasilania (24/7) oraz połączenia z internetem (ethernet lub SIM)

Anteny muszą zostać zainstalowane optymalnie pod względem komunikacji bezprzewodowej.

- Antena Zig'Bee połączenie bezprzewodowe ze sterownikami lokalnymi.
- Antena GSM połączenie bezprzewodowe z siecią komórkową.

## Działanie

Sterownik segmentowy realizuje następujące funkcje:

### 1. Zintegrowany system sterowania

SeCo jest sterownikiem programowanym za pomocą języka Python. Firmware Nightshift zainstalowany na sterowniku obejmuje pełne oprogramowanie umożliwiające sterowanie i monitorowanie instalacji oświetleniowej. SeCo zapamiętuje konfigurację własną oraz wszystkich połączonych z nim sterowników lokalnych. Sterownik segmentowy służy do sterowania sterownikami lokalnymi, wysyła sygnały sterujące do/grupy urządzeń lub pojedynczego sterownika i czuwa nad jego zrealizowaniem poprzez analizę sygnału zwrotnego. Inicjuje również w regularnych odstępach czasu pobieranie danych dotyczących zużycia energii i błędów, po czym przesyła te informacje na serwer.

### 2. Połączenie z serwerem

SeCo może być połączone z Internetem za pomocą kabla ethernetowego lub karty SIM. Za pomocą odpowiednie konfiguracji można przystosować sterownik centralny do pracy praktycznie w każdej sieci. Możliwe jest również połączenie poprzez kanał VPN. Wszystkie połączenia i punkty dostępu są strzeżone za pomocą haseł. Połączenie może być ograniczone również do określonych adresów IP.

### 3. Połączenie bezprzewodowe ze sterownikami lokalnymi (ZigBee)

Sterownik segmentowy posiada wbudowany moduł ZigBee który umożliwia bezprzewodowe połączenie ze sterownikami lokalnymi. ZigBee to przemysłowy standard dla sieci bezprzewodowych, który pracuje w ogólnodostępnym paśmie 2,4 GHz (tak jak WiFi). Standard ZigBee zapewnia połączenie między dwoma sterownikami na dystansie 100 m. Jest to wystarczające dla większości instalacji oświetlenia zewnętrznego (również bardzo rozległych). Standard ZigBee tworzy sieć służącą do przesyłania sygnałów sterujących. Każdy ze sterowników powiela sygnał, dzięki czemu nawet odległe sterowniki mogą być z łatwością osiągalne.

### 4. Uniwersalne wejścia

SeCo jest wyposażone w dwa wejścia cyfrowe, które mogą być wykorzystywane np. do podpięcia czujnika ruchu. Jako opcja, możliwe jest także zrealizowanie połączenia z zastosowaniem interfejsu Modbus.

## Montaż

SeCo może zostać zamontowane wewnątrz lub na zewnątrz szafy oświetleniowej (IP 66) Może także zostać przykręcone do ściany.



## Sterownik lokalny LuCo NX (DALI)

Sterownik lokalny LuCo NX jest montowany wewnątrz oprawy oświetleniowej i ma za zadanie wysterowanie zasilacza LED lub statecznika elektronicznego w przypadku lamp wyładowczych. Sterowanie to odbywa się poprzez załączanie / odłączanie napięcia zasilającego oraz wykorzystanie sygnału 1-10V lub DALI. Wbudowane mierniki pozwalają na dokonywanie pomiarów parametrów pracy oprawy z błędem poniżej 1% w pełnym zakresie pracy oprawy.



LuCo NX jest wyposażony w wejście na czujniki kompatybilne ze stykami bezpotencjałowymi, dzięki czemu może współpracować z szeroką gamą czujników obecności lub ruchu oraz dostosowywać poziom oświetlenia do/potrzeb użytkowników. Wbudowana fotokomórka pozwala na załączanie / wyłączanie opraw w sieciach nie wyposażonych w zewnętrzne układy sterujące, dzięki czemu oprawy nie świecą w ciągu dnia przed dokonaniem konfiguracji systemu lub w przypadku awarii układów odpowiadających za załączanie oświetlenia (opcja). Sterownik monitoruje i przechowuje parametry elektryczne pracy statecznika elektronicznego(zasilacza LED) Dodatkowo zapewnia realizację algorytmów zapewniających oszczędność energii elektrycznej:

CLO - zapewniającego utrzymanie stałego strumienia świetlnego w czasie,

VPO - moc wirtualna pozwalającego uniknąć przewymiarowania instalacji,

Komunikacja oparta na przemysłowym standardzie ZigBee powoduje że sterowniki LuCo NX w połączeniu ze sterownikiem segmentowym SeCo tworzą wytrzymałą i niezawodną sieć typu mesh do której może należeć od kilku do kilkudziesięciu tysięcy opraw.

### Zastosowanie

LuCo NX steruje zasilaczami LED / statecznikami HID

Sterownik ten został zaprojektowany do montażu wewnątrz opraw oświetlenia zewnętrznego.

### Działanie

Sterownik LuCo NX został zaprojektowany w celu realizacji ; podstawowych zadań:

#### 1. Sterowanie i wykrywanie

LuCo NX otrzymuje sygnały zewnętrzne (rozkazy grupowe, rozkazy ręczne, sygnały z czujników) od sterownika centralnego oraz innych sterowników lokalnych pracujących w tej samej sieci mesh i przetwarza je w celu odpowiedniego wysterowania oprawy za pomocą sygnału 1-10V lub DALI. (ON, OFF, 0 - 100%)AW W przypadku podłączenia czujnika do wejścia sterownika lokalnego LuCo NX przesyła on do sieci bezprzewodowej informacje o ewentualnym pojawieniu się sygnału, dzięki czemu wszystkie odpowiednio skonfigurowane oprawy wykonają swój program redukcji.

#### 2. Bezpieczeństwo

W przypadku awarii sieci bezprzewodowej LuCo NX przełącza się w tryb załączania / wyłączania instalacji zgodnie z wbudowanym zegarem astronomicznym. W przypadku wykorzystania funkcji LightSync (opcja) sterowanie to może odbywać się z uwzględnieniem poziomu oświetlenia naturalnego.

#### 3.Oszczędzanie energii

LuCo NX posiada wbudowane konfigurowalne algorytmy służące do oszczędzania energii elektrycznej.

CLO - (Stały Strumień Świetlny w czasie) kompensuje spadek strumienia świetlnego wynikający ze starzenia się źródła światła poprzez uwzględnienie współczynnika utrzymania (MF).

VPO - (moc wirtualna) pozwala uniknąć przewymiarowania instalacji.

### 3. Monitorowanie

Funkcje monitorujące sterownika LuCo NX pozwalają na pomiar napięcia, prądu, współczynnika mocy, czasu działania i zużytej energii elektrycznej podłączonej oprawy. Dane te są następnie wysyłane do sterownika centralnego skąd trafiają na serwer.

### 4. Raportowanie

Bazując na dokonywanych pomiarach i / lub informacji zwrotnej ze statecznika (tylko w przypadku DALI) sterownik stwierdza czy oprawa działa poprawnie. Wszelkie odchylenia od parametrów zaprogramowanych jako znamionowe są zgłaszane do sterownika centralnego i wyświetlane w interfejsie użytkownika. Dotyczy to również zużycia energii elektrycznej

#### Informacje montażowe

Sterownik LuCo NX jest zaprojektowany tak, aby pasował do komory osprzętu elektrycznego oprawy oświetleniowej. Zaleca się, aby antena znajdowała się możliwie na szczycie oprawy z uwagi na optymalne warunki rozprzestrzeniania się sygnału bezprzewodowego.

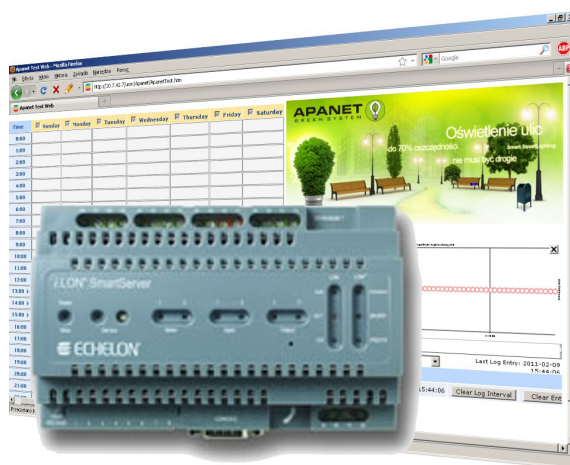
## 4.5.2. System GreenLight

### Echelon Smart Server - Apanet

GreenLight Serwer pozwala zarządzać siecią sterowników serii GLC100 sterującymi poszczególnymi źródłami światła (oświetlenie uliczne, parkowe etc.) Komunikacja ze sterownikami odbywa się za pomocą sieci zasilającej (komunikacja PowerLine) w standardzie LonWorks.

Serwer systemu GreenLight pełni kluczową funkcję w systemie. W oparciu o sprzęt firmy Echelon i dedykowane oprogramowanie firmy APANET Green System GreenLight Serwer pozwala m.in. na:

- realizację algorytmów sterowania pozwalających na obniżenie kosztów eksploatacji oświetlania zewnętrznego (zarówno bezpośrednich kosztów energii, jak i wydatków na obsługę i naprawy);
- akwizycję i udostępnianie danych pomiarowych i eksploatacyjnych elementów sieci (zużycia energii, czasu pracy, awarii itp.);
- zaawansowane zarządzanie elementami sieci w tym systemy kierowania strumieniami danych (routing) radykalnie zwiększając zasięg sieci (do 4km w typowej sieci energetycznej);
- grupowanie źródeł światła i tworzenie wirtualnych instalacji oświetleniowych (dedykowanych poszczególnym odbiorcom – możliwość współużytkowania jednej instalacji przez kilka podmiotów) z możliwością niezależnego rozliczania zużytej energii elektrycznej;



Unijne ustawodawstwo dotyczące oświetlania zewnętrznego daje szereg możliwości oszczędności energii elektrycznej poprzez sterowanie intensywnością oświetlenia w zależności od aktualnej sytuacji (warunków



pogodowych, ruchu ulicznego, pory dnia itp.). GreenLight Serwer pozwala na implementację aktualnych unormowań, jak i na łatwą adaptację do przyszłych rozwiązań. Istotną zaletą stosowania opisywanego rozwiązania jest jego skalowalność – w małych i średnich instalacjach GreenLight Serwer pełni funkcję centralnego kontrolera sieci (samodzielnie lub w zespole kilku innych serwerów). W systemach dużych rzędu kilku tysięcy lamp może dodatkowo odgrywać rolę bramy (gateway) do systemów sterowania globalnego (systemy zarządzania miejskiego itp.). Umożliwia to szereg protokołów komunikacyjnych zaimplementowanych w urządzeniu.

### Zalety:

- Elastyczność – możliwość precyzyjnego dopasowania oprogramowania do potrzeb użytkownika.
- Łatwość obsługi – serwer Web 2.0 – dostęp za pomocą przeglądarki www z dowolnego miejsca, na dowolnym sprzęcie (PC, tablet, smartfon).
- Bezpieczeństwo – obsługa HTTPS/SSL.
- Sterowanie, akwizycja danych i alarmowanie – obsługa FTP i e-mail.
- Praca samodzielna i/lub w dużych systemach.
- Obsługa wielu protokołów – łatwość integracji z innymi systemami: ISO/IEC 14908-1, ISO/IEC 14908-4 IP-852, Modbus, M-Bus, SOAP/XML
- Komunikacja poprzez sieć Ethernet, modem analogowy lub GSM/GPRS/3G

### GreenLight Controller

Sterownik GLC100 przeznaczony jest do sterowania pojedynczym źródłem światła (oprawą oświetleniową) w ramach systemów sterowania oświetleniem zewnętrznym (ulicznym, parkowym etc.). Sterownik wykorzystuje komunikację w standardzie LonWorks za pomocą sieci energetycznej (komunikacja PowerLine) co znacząco redukuje koszty instalacji.



Sterownik umożliwia pełną kontrolę źródła światła – sterowanie intensywnością światła, pomiar zużycia energii, wykrywanie i raportowanie zdarzeń i awarii. Umożliwia to wdrożenie algorytmów pozwalających na znaczne obniżenie zużycia energii elektrycznej (redukcja kosztów i emisji CO<sub>2</sub>) oraz obniżenie kosztów obsługi.

Sterownik wykorzystuje zaawansowaną technologię kontroli przepływu informacji w sieci (routing) – oznacza to możliwość pracy każdego urządzenia jako wzmacniacza sygnału (repeatera) – pozwala to na budowanie rozległych sieci kontrolnych (do 4km zasięgu w typowej sieci zasilającej). Dodatkowo komunikacja konfigurowana jest dynamicznie – dostosowuje się do zmian parametrów sieci.

Różne wersje sterownika pozwalają na zastosowanie w wielu aplikacjach – we współpracy z elektronicznymi statecznikami w standardzie 1-10V i DALI oraz ze statecznikami z opcją redukcji mocy.

Sterownik wyposażono w bardzo rozbudowany moduł pomiarowy (energia i moc bierna i czynna,  $\cos \phi$ , THD) ułatwiający zarządzanie siecią energetyczną. Komunikacja w standardzie LonWorks oraz kompatybilność z LonMark oznacza pełną swobodę w budowie sieci i możliwość stosowania komponentów od różnych dostawców –zarówno na poziomie urządzeń wykonawczych –jak i systemów SCADA (sterujących i kontrolnych). Pozwala to również na łatwą integrację z systemami już wykorzystywanymi.

Firma APANET oferuje dedykowany system sterowania i kontroli –wyjątkową cechą oferowanego systemu jest jego skalowalność –zarówno w kwestii oprogramowania, jak i sprzętu –od poziomu ulicy do całego miasta.

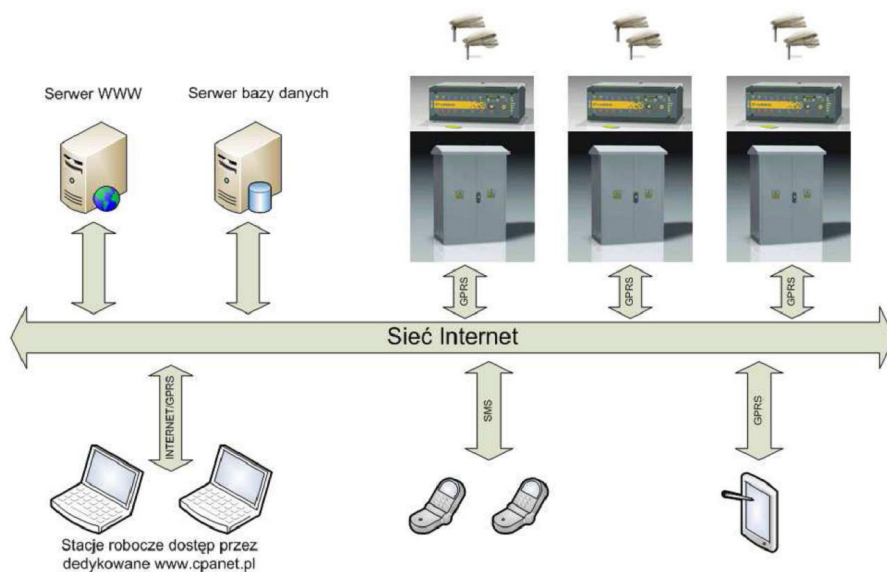
#### Zalety:

- Współpraca ze statecznikami elektronicznymi i elektromagnetycznymi.
- Ściemnianie płynne (0-100%) jak i dyskretne (dwa lub trzy poziomy jasności).
- Niezależne sterowanie poszczególnymi lampami.
- Niezależny pomiar zużycia energii w każdej lampie –możliwość indywidualnych rozliczeń.
- Rozbudowany moduł pomiarowy (energia i moc bierna i czynna,  $\cos \phi$ , THD) –optymalne zarządzanie siecią zasilającą.
- Monitorowanie stanu lampy (wykrywanie i raportowanie awarii) –niższe koszty obsługi.
- Elastyczna i rozproszona struktura sieci –większa funkcjonalność i niezawodność.
- Zaawansowane algorytmy routingu –duży zasięg sieci.
- Niskie koszty instalacji –komunikacja za pomocą sieci zasilającej 230VAC.
- Instalacja w oprawie lub w słupie lampy.
- Możliwość aktualizacji oprogramowania poprzez sieć
- Kompatybilny z LonWorks.
- Kompatybilny z LonMark

#### 4.5.3. CPA net (Rabbit)

Sterowanie oświetleniem za pomocą urządzeń CPA net lub odbywa się za pomocą zdalnego monitorowania i zarządzania oświetleniem przez stronę WWW lub aplikację desktopową, w czasie rzeczywistym, z pozycji komputera lub urządzenia mobilnego. Posiada wbudowany odbiornik GPS, dzięki czemu urządzenie oblicza optymalne czasy wschodu i zachodu słońca w zależności od położenia geograficznego. Dodatkowo z GPS pobierany jest dokładny czas, co eliminuje konieczność okresowej korekty zegara w urządzeniu. Po zamontowaniu urządzenia w szafie sterowniczej następuje automatyczna lokalizacja sterownika na mapie strony WWW.

Schemat poniżej przedstawia zasadę działania systemu typu CPA net:



Cechy SYSTEMU, w tym szczegółowy zakres monitoringu i sterowania.

Sterowniki:

- instalacja sterowników typu „Plug & Play”,
- wbudowany modem GPRS,
- zdalna wymiana oprogramowania i ustawień po GPRS,
- podłączenie komputera serwisowego za pomocą łącza RS485, RS232 lub USB,
- obsługiwane systemy operacyjne WINDOWS XP, VISTA, WINDOWS 7,
- komunikacja po GPRS i SMS,
- wbudowany odbiornik GPS pozwalający na określenie położenia geograficznego sterownika na elektronicznym planie Miasta (z możliwością zdefiniowania stałego położenia) oraz uwzględnienie tej informacji przy załączaniu i wyłączaniu oświetlenia,
- synchronizacja czasu sterownika z zegarem czasu dostawcy usługi GPS,
- automatyczne wyliczenie strefy czasowej oraz automatyczna zmiana czasu zima/lato,
- odrębne poprawki w schematach sterowania dla lata i zimy
- minimum 5 wejść dwustanowych np. do kontroli stanu czujnika otwarcia szafki oświetleniowej, stanu przełącznika sterowania oświetleniem A-O-R, detekcji stanu załączenia stycznika,
- minimum 5 wejść umożliwiających załączenie poszczególnych obwodów w szafce,
- załączanie i wyłączanie oświetlenia zgodnie z tabelą wschodów i zachodów słońca,
- analiza parametrów sieci: pomiar napięcia i prądu oraz  $\cos \varphi$  dla poszczególnych faz oraz mocy, czynnej, biernej i pozornej i zużytej energii,
- rejestracja pomierzonych wartości napięcia, prądu,  $\cos \varphi$ , mocy, zużytej energii dla poszczególnych faz co 15 minut przez okres minimum 365 dni,
- zapamiętywanie zmian stanu wejść dwustanowych (stan, data i godzina zmiany stanu),
- raportowanie w ciągu kilku minut przez sterowniki alarmów do serwera Web oraz na predefiniowane numery telefonów komórkowych (minimum 5 numerów) sytuacji alarmowych: zanik napięcia zasilania na poszczególnych fazach, wzrost/obniżenie mocy, ponad zadane parametry- 3 fazy, alarm wejść sterujących (np. otwarcie drzwi szafek, zmiana położenia stanu przełącznika A-O-R, detekcja stanu załączenia stycznika), alarm wyjść,
- definiowanie danych do identyfikacji sterownika w SYSTEMIE takich jak: nazwa sterownika, numer szafki oświetleniowej, numer sterownika, adres IP sterownika, nr telefonu, nazwa ulicy, nazwa dzielnicy, nazwa miasta, opis,
- możliwość przypisania do sterownika plików związanych z szafką oświetleniową, np. schemat zasilania, schemat oświetlenia, schemat powiązań kaskadowych, pomiar geodezyjny powykonawczy (pliki w dowolnym formacie),
- zarządzanie systemem realizowane przez stronę Web w dowolnym czasie, z dowolnego miejsca on-line (PC, PDA, iPhone), obsługa VPN Klient,
- zarządzanie pojedynczymi sterownikami i predefiniowanymi grupami (grupy dowolnie predefiniowane według uznania Zamawiającego),
- raportowanie przez sterowniki alarmów do serwera Web oraz na predefiniowane numery telefonów komórkowych - minimum 5 numerów i minimum 10 smsów ze sterownika w ciągu miesiąca w ramach usługi,
- realizacja połączenia szyfrowanego HTTPS,
- autoryzacja użytkowników (login, hasło, IP) oraz parametryzacja uprawnień,

- możliwość dostępu do obsługi sterownika z trzech poziomów: użytkownik, obserwator, administrator,

Możliwość pracy sterownika w trybach:

- tryb astronomiczny - dedykowany do sterownia oświetleniem z przełącznikiem zmierzchowym - funkcja nadrzędna,
- tryb serwisowy - włączenie lub wyłączenie w danej chwili,
- tryb kaskadowy - funkcja kaskady,
- tryb dobowy - dedykowany do sterowania dowolnym procesem,
- tryb bezprzewodowego przekazywania sygnału pomiędzy sterownikami: realizacja funkcji bezprzewodowej kaskady,
- możliwość przywrócenia ustawień dla danego sterownika lub też dla grupy sterowników,
- definiowanie sterownika przez użytkownika typu master i slave.

Wymagania techniczne sterowników:

- praca w temperaturze otoczenia:  $-30^{\circ}/+80^{\circ}$ ,
- awaryjne zasilanie sterownika z wbudowanego akumulatora, który umożliwia pracę minimum 5 godzin od czasu zaniku zasilania,
- zewnętrzna antena GSM, GPRS (ze względu na możliwość zainstalowania systemu
- w obudowie metalowej),
- wskaźnik LED na panelu czołowym podający informacje: stan (wejścia, wyjścia), GSM, GPRS, GPS, zasięg sieci, stan akumulatora, status pracy,
- certyfikat CE,

udokumentowana zgodność sterownika z normami na kompatybilność elektromagnetyczną wg norm EMC PN-EN 55011: 2007, kl. A, gr. 1, PN –EN 61000-6-2:

### **APC - LED - mikroprocesorowy przełącznik czasowy przeznaczony do sterowania mocą pojedynczej oprawy LED oświetlenia ulicznego**

Unikalną cechą układu jest zdolność określenia bieżącej godziny na podstawie historii włączeń i wyłączeń. Godzina rozpoczęcia pełnej lub częściowej redukcji mocy i czas jej trwania są ustawiane z rozdzielczością 30 min. Przełączenie w oprawach zasilanych z jednej linii odbywa się jednocześnie z sekundową dokładnością.



APC - LED jest przeznaczony do sterowania zasilaczami LED z wbudowanym układem redukcji natężenia (stosuje się interfejs 1~10Vdc, zmianę wypełnienia sygnału PWM lub rezystancję).

APC - LED umożliwia czasową redukcję strumienia świetlnego w oprawach LED różnego typu. Układ ma fabrycznie zaprogramowane dwa przedziały czasowe, w których redukowane jest natężenie strumienia świetlnego na dwóch różnych poziomach. Użytkownik może przeprogramować układ tak, że zmieni zarówno zakres obu przedziałów czasowych, jak i poziom redukcji. Programowanie polega na zastosowaniu odpowiedniej sekwencji włączeń i wyłączeń zasilania.

### Właściwości APC - LED

- brak przewodu sterującego
- brak zegara i wewnętrznej baterii
- możliwość zmiany nastaw we wszystkich oprawach jednocześnie
- sygnalizacja stanu pracy do celów serwisowych
- możliwość programowania przełącznika za pomocą APC - LED prog lub sterownika CPAnet
- urządzenie bezobsługowe i proste w montażu

### Parametry techniczne APC - LED

- napięcie zasilające: 230 V +5/-15%, 50Hz
- wymiar sterownika (wys./średnica): 95 x Ø 35 mm
- ilość wyjść: 1 przełączne
- pobór mocy 0,5 W
- temperatura pracy: od -30°C do +80 °C
- stopień ochrony: IP20

### APC - LED PROG

Służy do programowania i przeprogramowywania reduktorów mocy APC - LED zainstalowanych w oprawach oświetleniowych. Pozwala na łatwą zmianę nastaw we wszystkich oprawach wyposażonych w układ APC- LED na całym obwodzie jednocześnie. APC - LED może być programowany również poprzez system CPAnet.



### Parametry techniczne APC - LED PROG

- napięcie zasilające: 230 V +10/-20%, 50Hz
- wymiar sterownika (szer./wys./gł.): 52 x 90 x 58 mm
- szerokość urządzenia: 3 moduły
- ilość wyjść: 1
- obciążalność prądowa wyjść: 6 A/230 V
- temperatura pracy: od -20°C do +50 °C
- stopień ochrony: IP20
- montaż na szynie DIN



#### 4.5.4. Analiza rozwiązań układów sterowania

Przykładowe propozycje umieszczone w analizie, pokazują w istocie trendy panujące w sterowaniu oświetleniem ulicznym.

Opisywane powyżej systemy, pomimo podobnego efektu działania - kontroli i monitoringu parametrów oświetleniowych dość wyraźnie się od siebie różnią. Do analizy zostały wybrane takie rozwiązania, aby pokazać i uwypuklić cechy systemów, które mogą mieć znaczący wpływ na funkcjonalność i koszty ich utrzymania.

System **OWLET** Schredera jest typowym systemem monitorującym i zarządzającym pracą opraw oświetleniowych, komunikującym się pomiędzy oprawami i sterownikiem bezprzewodowo drogą radiową. W systemie tym nie uzyskamy informacji o parametrach sieci zasilającej oprawy, o zdarzeniach w obrębie sieci zasilającej (np. otwarcie szafy) obwody oświetleniowe. System składa się ze sterownika segmentowego SeCO montowanego w szafie oświetleniowej i sterowników LuCo montowanych w oprawach lub we wnękach słupowych. Dane ze sterowników w oprawach przekazują dane bezprzewodowo do sterownika segmentowego, ten zaś przy pomocy wbudowanego modemu z kartą SIM, przesyła informacje do serwera.

Zaletą systemu Schredera jest swoboda organizowania zarządzanych opraw w dowolne grupy (max. do 150 szt. niezależnie od ich obwodów zasilających. Pozwala to zmniejszyć ilość drogich sterowników segmentowych. Program do zarządzania oprawami jest aplikacją "chmurową" i udostępniany jest bezpłatnie. Dane znajdują się na serwerze producenta, który zapewnia serwis i obsługę. Deklaruje również możliwość instalacji aplikacji na serwerze Zamawiającego.

System sterowania **APANET** jest otwartym systemem komunikującym się po sieci zasilającej POWERLINE, wykorzystującym technologię firmy Echelon. Certyfikat LONMark potwierdza możliwość pracy ze wszystkimi sterownikami posiadającymi interfejs DALI lub 1-10V. Stabilna Komunikacja Powerline jest dużą zaletą systemu APANET. System składa się z kontrolerów segmentowych montowanych w każdej szafie oświetleniowej, oraz sterowników GLC instalowanych najczęściej we wnękach słupowych. Sterownik segmentowy steruje i zbiera informacje o parametrach opraw, wbudowany analizator sieci zbiera informacje na temat parametrów sieci zasilającej obwodów oświetleniowych.

Zarządzanie systemem oświetleniowym odbywa się przy pomocy aplikacji Street Light Vision. Program może być zainstalowany na serwerze dostawcy usługi bądź na serwerach Zamawiającego. W przypadku instalacji na serwerze producenta należy liczyć się z dodatkowymi kosztami za utrzymanie serwera. Jest to ok. 5 PLN za oprawę za rok. W przypadku instalacji na serwerze Zamawiającego należy wykupić aplikację do zarządzania oświetleniem, za około 45000 PLN. Producent deklaruje możliwość przejścia z aplikacji chmurowej web na serwerową w dowolnym czasie.

Podobny system do APANET to system CPA net firmy **RABBIT**. W szafach oświetleniowych znajdują się sterowniki segmentowe CPAnet z analizatorami i sieci i modemem z kartami SIM do przesyłania danych. Zaletą systemu jest bardzo dokładna analiza wszystkich zdarzeń w obrębie sieci zasilającej, ciągły monitoring parametrów zasilania opraw i skuteczny system powiadamiania o awariach i innych niespodziewanych wydarzeniach w sieci. System CPA net współpracuje ze sterownikami APC instalowanymi w oprawach i umożliwiających stopniową, skokową redukcję poziomu natężenia oświetlenia. Nie uzyskamy możliwości sterowania każdą oprawą indywidualnie i nie uzyskamy informacji na temat konkretnej oprawy. Mamy tylko ogólne informacje na temat całego obwodu oświetleniowego i na podstawie analizy zapisów parametrów sieci możemy metodą dedukcji stwierdzać nieprawidłowości w pracy systemu. Aplikacja chmurowa zainstalowana na serwerze producenta jest darmowa, jedyną opłatą jest koszt transmisji danych (ok. 15 -20 PLN miesięcznie od sterownika segmentowego)

#### 4.5.5. Ryzyka związane z układami sterowania

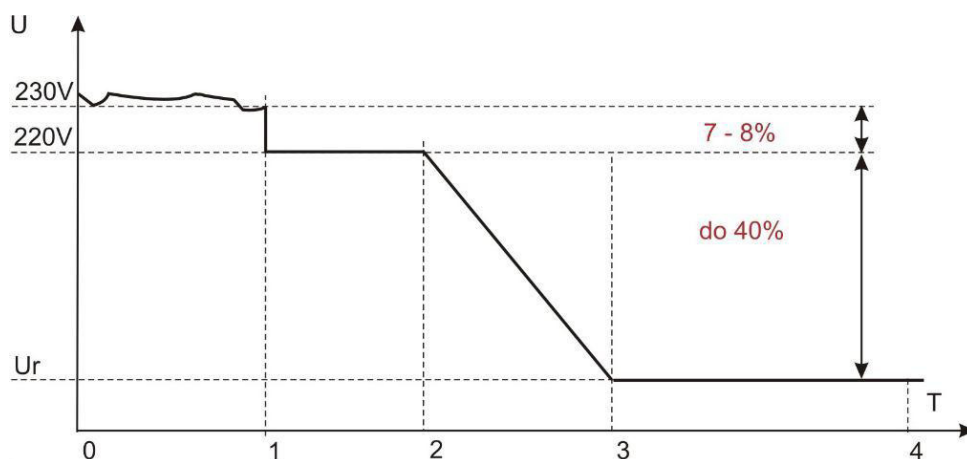
Skomplikowane kontrolery sterujące narażone są na przebiecia, harmoniczne oraz niekorzystne warunki atmosferyczne. W przypadku zastosowania układów prototypowych, producentów bez doświadczenia, może spowodować, więcej szkód niż pożytku z zastosowania takich urządzeń. Częste awarie sterowania, załączanie się systemu w dzień i nie załączanie w nocy, destrukcja kontrolerów na skutek przebiec w sieci to są najczęstsze sytuacje awaryjne spotykane w przypadku zaawansowanego sterowania. Stąd bardzo istotne jest takie dobranie tych urządzeń oraz opisanie kryteriów równoważności, aby nie spotkać się z taką niemiłą niespodzianką. Do czasu wykonania inwestycji pozostaje na tyle dużo czasu, że na skutek postępu technologicznego, urządzenia dostępne na rynku będą na tyle dopracowane, że awaryjność ich będzie mniejsza niż dzieje się to obecnie.

#### 4.6. Układy redukcji mocy

W Gminie zlokalizowanych jest 48 punktów sterownia oświetleniem. Ponieważ oprawy sodowe są w dobrym stanie i gdyby nie były w najbliższym czasie modernizowane - jedynym ekonomicznym rozwiązaniem pozwalającym na uzyskanie wymiernych korzyści związanych z obniżeniem mocy opraw oświetleniowych jest zastosowanie centralnych układów redukcji mocy instalowanych przy szafkach sterujących wraz z internetowymi zegarami z analizatorami sieci i zdalnym systemem sterowania.

Na rynku jest wiele urządzeń umożliwiających redukcję mocy opraw wyładowczych. Reduktory ogólnie dzielimy na transformatorowe i elektroniczne (tyrystorowe). Z naszych doświadczeń wynika, że lepszym rozwiązaniem są reduktory transformatorowe - nie wprowadzają zakłóceń do sieci zasilającej i dobrze współpracują z istniejącą infrastrukturą energetyczną. Również Dystrybutor OSD preferuje rozwiązania transformatorowe.

Centralny system sterowania i redukcji mocy opiera się na współpracujących ze sobą urządzeniach takich jak reduktor mocy, zegar sterujący z analizatorem zdarzeń i odbiornikiem GPS. Wymienione urządzenia są zintegrowane w system za pomocą oprogramowania umożliwiającego przepływ informacji, generowanie raportów o zdarzeniach i sterowanie oświetleniem z pozycji komputera lub telefonu. Zastosowane układy redukcji zaproponowane w niniejszej dokumentacji zawierają wszystkie niezbędne elementy pozwalające na dokładne załączanie oświetlenia ulicznego oraz redukcję mocy w godzinach nocnych. Transformatorowa metoda redukcji pozwala na uniknięcie zakłóceń harmonicznych. Projektowana szafa składa się z sekcji redukującej skonfigurowanej i przystosowanej do podłączenia do sekcji pomiarowo – sterującej istniejącej szafy oświetlenia drogowego SO. Sekcja redukująca oprócz typowych elementów sterowania i zabezpieczeń, zawiera reduktor mocy z możliwością stopniowej regulacji oraz zegar internetowy z wbudowanym odbiornikiem GPS i analizatorem sieci. Oszczędności energii osiągnąć są poprzez stabilizację napięcia zasilającego i następnie stopniowe jego obniżanie. Napięcie stabilizacji i redukcji są parametrami programowalnymi.



W etapie I obejmującym czas pracy obwodu bez włączenia reduktora nie są generowane oszczędności.

W etapie II następuje stabilizacja w całym okresie pracy obwodu, co generuje ok. 8% oszczędności w zużyciu energii elektrycznej.

W etapie III następuje redukcja napięcia do poziomu  $U_r$  w godzinach zmniejszonego ruchu, co generuje do 40% oszczędności w zużyciu energii elektrycznej.

Wymagania dotyczące właściwości technicznych reduktora:

- zasadą działania urządzenia jest kilkustopniowe obniżenie napięcia o ok. 50V
- urządzenie musi mieć możliwość ustawienia stabilizacji napięcia na poziomie nominalnym (230V),
- elementem wykonawczym w urządzeniu jest transformator,
- łatwa instalacja nie wymagająca ingerencji w obrębie oprawy oświetleniowej ani słupa oświetleniowego,
- możliwość pracy w systemie TN-S,
- możliwość sterowania czasem załączenia – wyłączenia trybu oszczędzania energii,
- wymuszony tryb zapłonu lamp (tryb pracy umożliwiający poprawne wygrzanie źródeł światła),
- wbudowany mechaniczny przełącznik obejściowy (BYPASS),

Sterowanie oświetleniem za pomocą urządzeń CPA net lub odbywa się za pomocą zdalnego monitorowania i zarządzania oświetleniem przez stronę WWW lub aplikację desktopową, w czasie rzeczywistym, z pozycji komputera lub urządzenia mobilnego. Posiada wbudowany odbiornik GPS, dzięki czemu urządzenie oblicza optymalne czasy wschodu i zachodu słońca w zależności od położenia geograficznego. Dodatkowo z GPS pobierany jest dokładny czas, co eliminuje konieczność okresowej korekty zegara w urządzeniu. Po zamontowaniu urządzenia w szafie sterowniczej następuje automatyczna lokalizacja sterownika na mapie strony WWW.

#### **4.6.1. Podsumowanie właściwości systemu sterowania i zarządzania oświetleniem**

System sterowania i redukcji mocy opraw oświetleniowych powinien spełniać następujące kryteria:

1. Komunikacja z kontrolerem sterującym pracą reduktora napięcia za pomocą internetu, GPRS
2. Kontroler ma mieć możliwość dokonywania pomiarów, napięcia, prądu, mocy oraz zużycia energii oraz ustawiania zmiennego profilu obciążenia i czasu dziennego eksploatacji.
3. Kontroler segmentowy (dla grupy opraw w obwodzie elektrycznym). Nie jest przewidziane sterowanie poszczególnymi oprawami.
4. Dane oraz oprogramowanie desktopowe, do komunikacji z kontrolerem segmentowym zainstalowane u zamawiającego, z dożywotnią licencją na użytkowanie.
5. Reduktor napięcia, magnetyczny działający na zasadzie sumy napięcia roboczego i odwróconej sinusoidy. Sprawność min. 98,5%, chłodzenie z wymuszonym obiegiem.
6. Nie dopuszczone generowanie przez reduktor jakichkolwiek harmoniczných
7. Komunikacja pomiędzy kontrolerem sterującym oprawami a kontrolerem reduktora za pomocą interfejsu CAN –BUS, RS232/485 lub równoważnym,
8. Archiwizacja zebranych danych u Zamawiającego, bez dodatkowych opłat.
9. Możliwość analizy kosztów energii zużywanej rocznie na podstawie konfiguracji i ustawień systemu.
10. Wizualizacja stanów pracy wejść / wyjść.
11. Pełna dokumentacja oraz oprogramowanie do obsługi w języku polskim.
12. Funkcja tworzenia raportów okresowych: dobowych, miesięcznych, rocznych itp.
13. Aktualizacje i zmiany w oprogramowaniu na życzenie inwestora winny być bezpłatne w trakcie trwania gwarancji jak i po jej wygaśnięciu.
14. Zamawiający wymaga zewnętrznego wsparcia technicznego w zakresie obsługi i konfiguracji systemu przez 5 dni w tygodniu w godz. 7:00-22:00.
15. Możliwość współpracy systemu z zewnętrznymi czujnikami: natężenia oświetlenia, natężenia ruchu, opadów (deszczu, śniegu) itp.

#### 4.6.2. Utworzenie Centrum Dyspozytorskiego

Centrum dyspozytorskie zlokalizowane będzie w budynku Urzędu Gminy lub w innym miejscu wskazanym przez Zamawiającego. Dostęp do systemu sterowania odbywa się poprzez zalogowanie się do serwisu, korzystając z loginu i hasła utworzonego podczas konfiguracji systemu zarządzania oświetleniem.

Zestawy komputerowe do obsługi systemu sterowania muszą posiadać zainstalowany system operacyjny określony i wymagany przez producenta dostarczonego systemu sterowania.

Komputer stacjonarny musi być przystosowany do pracy ciągłej z zasilaniem gwarantowanym (np. UPS), musi posiadać możliwość prowadzenia automatycznego backupu (np. mirroring)

Komputer musi być podłączony do sieci komputerowej z dostępem do Internetu ze stałym zewnętrznym adresem IP. Sieć, do której podłączony jest komputer musi umożliwiać utworzenie szyfrowanego połączenia tunelowego VPN, IPSec.

#### 4.7. Słupy oświetleniowe

Na terenie gminy Czarna Białostocka oświetlenie drogowe i uliczne realizowane jest w oparciu o konstrukcje wsporcze: oświetlenie drogowe, wykorzystujące napowietrzne linie abonenckie oraz wydzielone linie oświetleniowe. Słupy linii napowietrznych pozostają bez zmian. Są to słupy typu ŻN i EPV, sporadycznie są to słupy drewniane. Oprawy oświetleniowe na liniach napowietrznych powinny być zabezpieczone bezpiecznikami w skrzynkach napowietrznych typu SV 19.25.

### 5. Analiza wariantów technicznych zamierzenia inwestycyjnego

Wybrane, najkorzystniejsze w uznaniu audytora rozwiązania z rodziny przedstawianych rozwiązań w rozdziale 4, stanowią podstawę konstruowania wariantów modernizacji oraz ich dalszej analizy. Stanowią również podstawę do przygotowania PFU modernizacji. Warianty, które w szczególności podlegają analizie, to:

1. Wariant I "Sodowy" - w oparciu o technologię źródeł światła HST dla wybranych opraw z układem redukcji mocy, wraz z modernizacją szaf oświetleniowych
2. Wariant II "LED + HST" - w oparciu o technologię źródeł światła LED i HST dla wybranych opraw, wraz z modernizacją szaf oświetleniowych
3. Wariant III "LED" – w oparciu o technologię źródeł światła LED dla wybranych opraw, wraz z modernizacją szaf oświetleniowych

#### Opis poszczególnych wariantów

**Wariant I** - Modernizacja lamp rtęciowych i wybranych lamp sodowych (których stopień przezroczystości klosza spadł o 20%), zastosowanie nowoczesnych opraw sodowych, modernizacja układów zasilania, montaż układów redukcji mocy.

**Wariant II** - Modernizacja wybranych lamp sodowych (których stopień przezroczystości klosza spadł o 10%), zastosowanie nowoczesnych opraw LED z autonomicznym układem redukcji i z modernizacją szaf oświetleniowych.

**Wariant III** - Modernizacja wszystkich lamp sodowych za wyjątkiem naświetlaczy, zastosowanie nowoczesnych opraw LED z układem redukcji mocy i z modernizacją szaf oświetleniowych.

#### 5.1. Wariant I - HST - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji

##### Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Demontaż wyeksploatowanych opraw
- Wymiana wyścięgników, wraz z instalacją zabezpieczeń oraz **604 szt.** opraw HST
- Modernizacja **48 szt.** układów sterowania

- Instalacja układów redukcji mocy **48 szt.**
- Średni poziom redukcji dynamicznej (wynikającej z zastosowania reduktorów mocy) **30%.**

**Tabela 1**

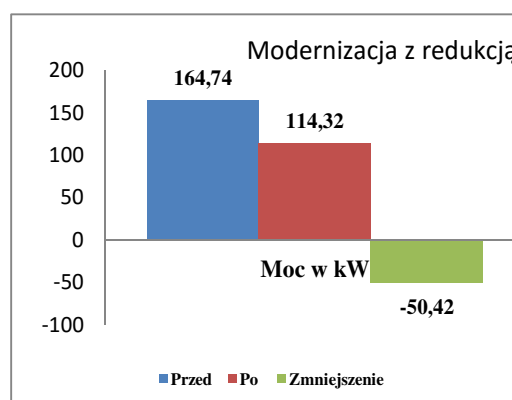
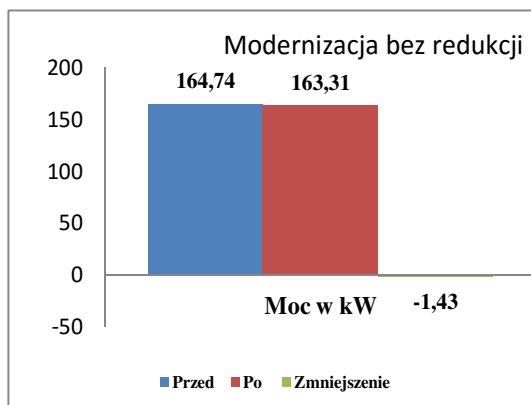
Oprawa		Przed modernizacją			Po modernizacji wersja LED		
Lp	Typ oprawy	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa HST 70 W	908	83	75,36	922	83	76,53
2	Sodowa HST 100 W	374	115	43,01	369	115	42,44
3	Sodowa HST150 W	249	176	43,82	252	176	44,35
4	Rtęciowa HME 125W	5	137	0,69	0	137	0,00
5	Rtęciowa HME 250W	7	265	1,86	0	265	0,00
<b>RAZEM:</b>		<b>1 543</b>		<b>164,74</b>	<b>1 543</b>		<b>163,31</b>

**Tabela 2 Porównanie wersji HST oraz HST z redukcją**

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	1 543	1 543	1 543
2	Pobór mocy	kW	164,74	163,31	114,32
3	Redukcja mocy	%		-0,87 %	-30,61 %

Ilość opraw przed i po modernizacji jest różna, gdyż zastępujemy oprawy typu podwójna kula jedną oprawą LED

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **163,31kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **1,43 kW**, czyli około **1%** a **dynamicznie 50,42 kW / 30%,**. **Obrazowo można to określić, że moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 600 szt. opraw o mocy nominalnej 70W.**



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

## 5.2. Wariant II - LED + HST - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji

### Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Demontaż wyeksploatowanych opraw sodowych i rtęciowych
- Wymiana wysięgników, wraz z instalacją zabezpieczeń oraz **1343** szt. opraw LED.



- Modernizacja szaf oświetleniowych
- Średni poziom redukcji dynamicznej (wynikającej z zastosowania autonomicznych reduktorów mocy) 23%.

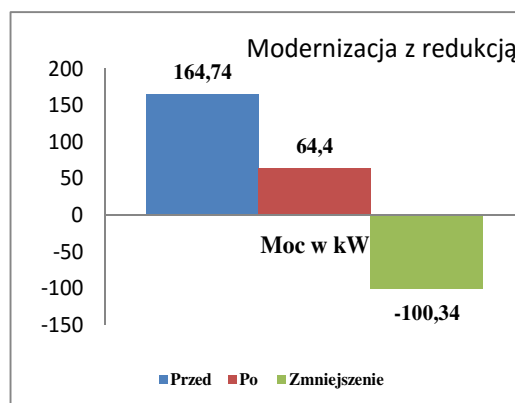
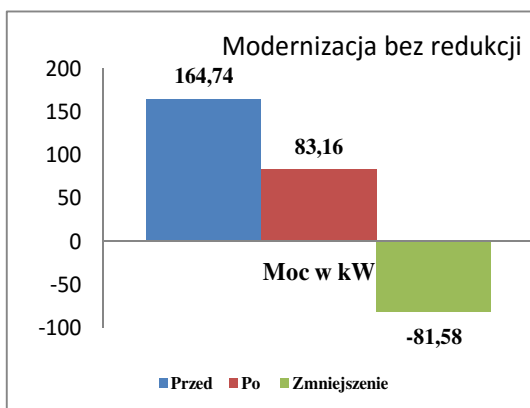
**Tabela 3**

Oprawa		Przed modernizacją			Po modernizacji wersja LED		
Lp	Typ oprawy	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa HST 70 W	908	83	75,36	136	83	11,29
2	Sodowa HST 100 W	374	115	43,01	19	115	2,19
3	Sodowa HST150 W	249	176	43,82	45	176	7,92
4	Rtęciowa HME 125W	5	137	0,69	0	137	0,00
5	Rtęciowa HME 250W	7	265	1,86	0	265	0,00
6	LED parkowa 24W	0	24	0,00	39	24	0,94
7	LED 22W	0	22	0,00	80	22	1,76
8	LED 27W	0	27	0,00	262	27	7,07
9	LED 32W	0	32	0,00	168	32	5,38
10	LED 38W	0	38	0,00	226	38	8,59
11	LED 42W	0	42	0,00	109	42	4,58
12	LED 48W	0	48	0,00	22	48	1,06
13	LED 54W	0	54	0,00	120	54	6,48
14	LED 59W	0	59	0,00	73	59	4,31
15	LED 67W	0	67	0,00	34	67	2,28
16	LED 73W	0	73	0,00	129	73	9,42
17	LED 113W	0	113	0,00	48	113	5,42
18	LED 136W	0	136	0,00	33	136	4,49
	<b>RAZEM:</b>	<b>1 543</b>		<b>164,74</b>	<b>1 543</b>		<b>83,16</b>

**Tabela 4 Porównanie wersji LED + HST oraz LED + HST z redukcją i modernizacją szaf**

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	1 543	1 543	1 543
2	Pobór mocy	kW	164,74	83,16	64,40
3	Redukcja mocy	%		-49,52 %	-60,91 %

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **83,16 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **81,58 kW**, czyli około **50 %** a dynamicznie **100,34 kW / 61%,**. **Obrazowo można to określić, że moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 1200 szt. opraw o mocy nominalnej 70W.**



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

### 5.3. Wariant III LED - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji

#### Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Demontaż wyeksploatowanych opraw sodowych i rtęciowych
- Wymiana wysięgników, wraz z instalacją zabezpieczeń oraz **1539** szt. opraw LED.
- Modernizacja szaf oświetleniowych
- Średni poziom redukcji dynamicznej (wynikającej z zastosowania autonomicznych reduktorów mocy) **30%**.

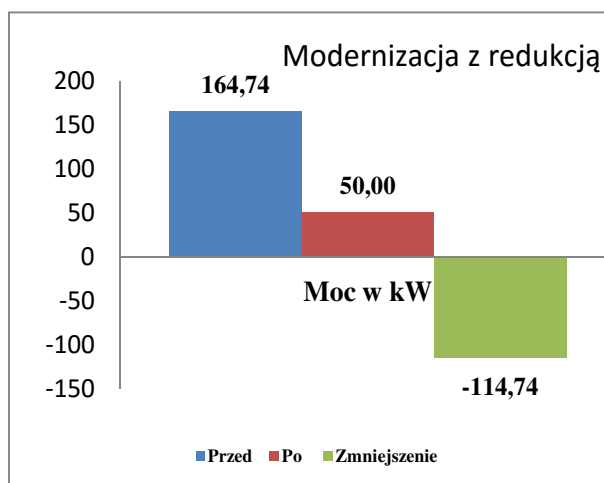
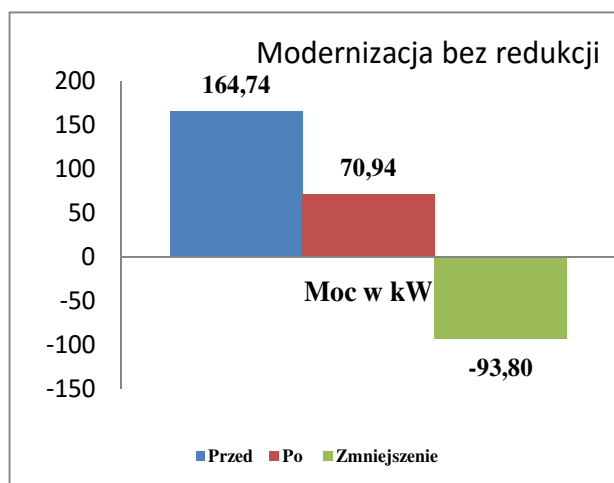
Tabela 5

Oprawa		Przed modernizacją			Po modernizacji wersja LED		
Lp	Typ oprawy	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa HST 70 W	908	83	75,36	0	83	0,00
2	Sodowa HST 100 W	374	115	43,01	0	115	0,00
3	Sodowa HST150 W	249	176	43,82	4	176	0,70
4	Rtęciowa HME 125W	5	137	0,69	0	137	0,00
5	Rtęciowa HME 250W	7	265	1,86	0	265	0,00
6	LED parkowa 24W	0	24	0,00	39	24	0,94
7	LED 22W	0	22	0,00	80	22	1,76
8	LED 27W	0	27	0,00	309	27	8,34
9	LED 32W	0	32	0,00	221	32	7,07
10	LED 38W	0	38	0,00	247	38	9,39
11	LED 42W	0	42	0,00	119	42	5,00
12	LED 48W	0	48	0,00	22	48	1,06
13	LED 54W	0	54	0,00	143	54	7,72
14	LED 59W	0	59	0,00	74	59	4,37
15	LED 67W	0	67	0,00	34	67	2,28
16	LED 73W	0	73	0,00	170	73	12,41
17	LED 113W	0	113	0,00	48	113	5,42
18	LED 136W	0	136	0,00	33	136	4,49
	<b>RAZEM:</b>	<b>1 543</b>		<b>164,74</b>	<b>1 543</b>		<b>70,94</b>

Tabela 6 Porównanie wersji - LED oraz LED z modernizacją szaf

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	1 534	1 534	1 534
2	Pobór mocy	kW	164,74	70,94	50,00
3	Redukcja mocy	%		-56,94%	-69,65%

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **70,94 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **93,80 kW**, czyli około **57 %** a dynamicznie **114,74 kW / 70%**. Obrazowo można to określić, że moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 1375 szt. opraw sodowych o mocy nominalnej 70W.



## 6. Analiza finansowa proponowanych wariantów realizacji przedsięwzięcia pod względem kosztów konserwacji oświetlenia ulicznego oraz opłat za energię elektryczną.

---

### 6.1. Model kosztów utrzymania oświetlenia ulicznego dla opraw UM

Koszt energii, można wyrazić za pomocą równania regresji, jak poniżej:

$$K_e = \sum_{i=1}^n P_{ui} * (StDys + OP) * 12 + (P_{zi} * t_i) * (En + Dys + JAK) * 12 \text{ dla strefy dzień lub noc taryfa C12b}$$

$$K_e = K_{dzień} + K_{noc}$$

Gdzie dla 2015 roku:

$K_e$ - koszt energii w zł

$P_z$ - moc zainstalowana w kW= 166,10W suma mocy obwodów  $P_{zi}$

$P_{ui}$ - moc umowna i-tego obwodu oświetleniowego (rozliczeniowego) w kW

$P_u$  – całkowita moc umowna, wyliczona jako suma  $P_{ui}$ , razem dla Czarnej Białostockiej to 329 kW

$t_i$ – czas świecenia i-tego obwodu -> zależy od czasu astronomicznego zachodu i wschodu-> zakłada się dla Polski ok. 4024 h rocznie.

$En$ - zmienna stawka taryfowa ceny energii czynnej-> koszt zależy od energii-> kWh\*0,2175 dzień, kWh\*0,2175 noc

$Dys$ - zmienna stawka taryfowa dystrybucji -> koszt zależy od energii-> kWh\*0,2490 dzień, kWh\*0,0750 noc

$JAK$  - opłata jakościowa dystrybucji -> koszt zależy od energii-> kWh\*0,0115 noc

$StDys$  – opłata przesyłowa stała, zależy od mocy umownej -> Stawka stała dystrybucji =  $P_u * StDys * 12 \Rightarrow 329 * 3,13 \text{ zł} * 12 \text{ mies. [2015]}$

$i$  – ilość obwodów oświetleniowych od 1 do  $n = 48$  C12b

$A$ - Abonament dystrybucyjny od każdej umowy-> koszt zależy od ilości umów-> 4,82 zł netto \* 12 mies. \* ilość Umów.

$P_{zi} * t_i$ - energia w kWh- ilość zależy od mocy rzeczywistej pomnożonej przez czas

Koszt całkowity utrzymania oświetlenia ulicznego to:

$$K_c = K_e + K_k + VAT 23\%$$

$K_e$ - koszt energii netto w tym akcyza 2% liczona od kWh

$K_k$ - koszt konserwacji netto

Do wyliczenia oszczędności zostały przyjęte moce opraw zidentyfikowane podczas inwentaryzacji i normatywne czasy świecenia (4024 h).

Tabelaryczne zestawienie głównych czynników, mającym wpływ na zmniejszenie lub podwyższenie kosztów eksploatacji [energii i konserwacji] systemu oświetleniowego, które będą podlegały analizie, przedstawione jest w tabeli 7, poniżej.

Tabela 7

Oszczędność energii		
Lp		
1	zmniejszenie mocy zainstalowanej	Tak
2	zmniejszenie mocy umownej	Tak
3	zmiana taryfy rozliczeniowej	Opcjonalnie Tak
4	zmniejszenie kosztów konserwacji	Tak
5	zmniejszenie liczby obwodów oświetleniowych	Nie
6	zastosowanie redukcji mocy	Tak

## 6.2. Analiza kosztów eksploatacji systemu przed i po modernizacji

### 6.2.1. Założenia modernizacji.

1. Taryfa C12b przed i po modernizacji.
2. Czas eksploatacji zgodnie z tabelą wschodów i zachodów Słońca.
3. Inteligentne systemy sterowania.
4. Konserwacja przez podmiot dokonujący modernizacji (w okresie gwarancji)

### 6.2.2. Rozliczenie kosztów energii dla 2015 r., przed modernizacją

1. Stan przed modernizacją, analizowany dla całego systemu,
2. Taryfa **C12b** dla **48** obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny **2015**
4. Dostawca energii z przetargu, usługi dystrybucji **PGE DYSTRYBUCJA SA**,
5. **Moc zainstalowana 164,56 kW**,
6. **Moc Umowna 329 kW**, czas eksploatacji **3930 h/rocznie**.

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Dystr. Stała	Oplata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
164,7	Dzien C12b	1310	215 809,40	0,2175	0,2490	0,0115	12 357,2	3434,76	867,60	117 334,70	144 321,68
164,7	Noc C12b	2620	431 618,80	0,2175	0,075	0,0115	-	-	-	126 248,51	155 285,67
329,0	umowna	3 930	647 428,20		0,293	-	3,13	0,87	4,82	243 583,21	299 607,34
Rzeczywisty czas eksploatacji		3 930	647 428,20	Średnioważona ceny MWh						243 583,21	299 607,34
				462,76536						243 583,21	299 607,34

### 6.2.3. Symulacja wariantu I: HST z redukcją i modernizacją szaf

1. Stan po modernizacji oprawy HST z układami redukcji mocy w punktach zasilania,
2. Taryfa C12b dla **48** obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny dystrybucji i energii **2015**, dostawca energii z przetargu,
4. Moc zainstalowana statyczna **163,11 kW**, średnioważona dynamiczna **114,32 kW**
5. Moc umowna **329 kW**, czas eksploatacji **4024 h/rocznie**

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Dystr. Stała	Oplata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
114,3	Dzien C12b	1340	153 188,80	0,2175	0,2490	0,0115	12 357,2	3434,76	867,60	88 122,19	108 390,29
114,3	Noc C12b	2680	306 377,60	0,2175	0,075	0,0115	-	-	-	89 615,46	110 227,02
329,0	umowna	4 020	459 566,40		0,293	-	3,13	0,87	4,82	177 737,65	218 617,30
Rzeczywisty czas eksploatacji		4 020	459 566,40	Średnioważona ceny MWh						177 737,65	218 617,30
				475,70341						177 737,65	218 617,30



#### 6.2.4. Symulacja wariantu II: LED + HST z modernizacją szaf

1. Stan po modernizacji oprawy LED z autonomicznym układem redukcji mocy,
2. Taryfa C12b dla **48** obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny dystrybucji i energii **2015**, dostawca energii z przetargu,
4. Moc zainstalowana statyczna **83,16 kW**, średnioważona dynamiczna **64,40 kW**
5. Moc umowna **329 kW**, czas eksploatacji **4024 h/rocznie**

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dyst.	Jakościowa Dyst.	Dyst. Stała	Oplata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
64,4	Dzien C12b	1340	86 296,00	0,2175	0,2490	0,0115	12 357,2	3434,76	867,60	56 916,70	70 007,54
64,4	Noc C12b	2680	172 592,00	0,2175	0,075	0,0115	-	-	-	50 483,17	62 094,30
329,0	umowna	4 020	258 888,00		0,293	-	3,13	0,87	4,82	107 399,87	132 101,84
	Rzeczywisty czas eksploatacji	4 020	258 888,00	Średnioważona ceny MWh						107 399,87	132 101,84
		4 020	258 888,00	510,26636						107 399,87	132 101,84

#### 6.2.5. Symulacja wariantu III: LED z modernizacją szaf

1. Stan po modernizacji oprawy LED z autonomicznym układem redukcji mocy,
2. Taryfa C12b dla **48** obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny dystrybucji i energii **2015**, dostawca energii z przetargu,
4. Moc zainstalowana statyczna **70,94 kW**, średnioważona dynamiczna **50,00 kW**,
5. Moc umowna **329 kW**, czas eksploatacji **4024 h/rocznie**

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dyst.	Jakościowa Dyst.	Dyst. Stała	Oplata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
50,0	Dzien C12b	1340	67 000,00	0,2175	0,2490	0,0115	12 357,2	3434,76	867,60	47 915,11	58 935,59
50,0	Noc C12b	2680	134 000,00	0,2175	0,075	0,0115	-	-	-	39 195,01	48 209,86
329,0	umowna	4 020	201 000,00		0,293	-	3,13	0,87	4,82	87 110,12	107 145,45
	Rzeczywisty czas eksploatacji	4 020	201 000,00	Średnioważona ceny MWh						87 110,12	107 145,45
		4 020	201 000,00	533,06195						87 110,12	107 145,45

#### 6.2.6. Analiza kosztów mocy Umownej

Obecnie suma mocy umownej według zestawienia PPE to **329 kW**. Jest to wartość mocno przewartościowana, mająca podłoże historyczne. Zakładając znormalizowany czas eksploatacji na poziomie 4020 h rocznie, oraz około 65 kW zainstalowanej mocy po modernizacji dla wariantu II. Ponieważ potrzebny jest zapas mocy (wynikający z potrzeby czasowych przepięć obwodów oraz w celu dobrania odpowiednich wartości zabezpieczeń) dla potrzeb obliczenia nowej mocy umownej powinno się dodać około 40-50% wartości (wynika to z definicji mocy umownej: "moc odpowiadająca największemu przewidywanemu 15-minutowemu obciążeniu czynnemu" i z charakterystyki rozruchu lamp wyładowczych gdzie prąd rozruchowy może być dwukrotnie wyższy niż prąd znamionowy obwodów). W związku z tym wartość całkowitą mocy umownej można wyszacować na około 100 kW.

Stan	Moc Umowna [kW]	Taryfa	Oplata Dyst. Stała	Oplata przejściowa	Netto	Brutto	Korzyść na mocy umownej
Obecnie	329,00	C12b	6 040,44	4 816,56	10 857,00	13 354,11	
Modernizacja	100,00	C12b	1 836,00	1 464,00	3 300,00	4 059,00	9 295,11
			3,13	0,87	4,00	Razem	9 295,11

Według stawek z faktur koszty wynikające z mocy umownej wynoszą obecnie **13 354,11 PLN** brutto. Po obniżeniu mocy umownej koszty mogą być niższe o około **9 295,11 PLN** i wynosić **4 059,00 PLN** rocznie.

**Rekomendacja:** Wskazane byłoby wystąpienie do OSD z zapytaniem o możliwość renegotiacji umów przyłączeniowych w zakresie obniżenia wartości mocy umownej.

### **6.2.7. Analiza czasu eksploatacji systemu oświetleniowego**

Analiza zastosowanych w gminie Czarna Białostocka systemów sterowania oświetleniem oraz analiza prognozowanych wolumenów energii pokazuje, że w mieście nie mamy do czynienia z przekroczeniem normatywnego czasu świecenia systemu oświetleniowego. Z doświadczenia wiemy, że najczęściej przekroczony czas eksploatacji ma miejsce tam, gdzie stosowane są stare elementy sterowania: zegary zmierzchowe i zegary mechaniczne. W mieście zainstalowane są nowe zegary ze zintegrowanym zegarem astronomicznym. Nie ma też sygnałów o świecących oprawach w dzień, czyli można stwierdzić iż czas eksploatacji systemu oświetleniowego mieści się w normie i wynosi około 4000 h rocznie.

### **6.2.8. Analizy kompensacji mocy biernej**

Dla obwodów oświetleniowych obecnie stosowana jest w taryfa C12b. Dla wymienionej taryfy OSD nie przewiduje pomiaru i rozliczania mocy biernej. Jednak sukcesywnie ta praktyka będzie zmieniana i można spodziewać się wymiany liczników na liczniki ze zdalnym odczytem, z możliwością dostępu trzeciej strony tzw. TPA. Wtedy może pojawić się problem braku kompensacji mocy biernej. Aktualne warunki przyłączeniowe PPE nie zawierają również parametrów brzegowych  $\tan \phi$ , dla którego będzie naliczana kara za jego przekroczenie. Brak kompensacji mocy biernej, na skutek starzenia się elementów reaktancyjnych opraw, odpowiedzialnych za zmianę kąta fazowego prądu w stosunku do napięcia, może objawiać się zwiększonym zużyciem energii czynnej, która wydziela się w przewodach przesyłowych. Widoczne jest to jako zwiększone zużycie energii w stosunku do rzeczywistej mocy zainstalowanej systemu. Zjawisko to, po analizie zużycia całkowitego nie zostało zidentyfikowane. Analiza kompensacji mocy biernej nie powinna być analizowana pod kątem oszczędności z tytułu uniknięcia kar umownych lecz obowiązku dbania aby nie występowały przekroczenia parametrów mocy biernej określone w warunkach przyłączeniowych, gdyż jest to czysta strata, która nie powinna występować i nie jest ujęta w żadnej z prognoz zużycia energii. Koszt przekroczonej mocy biernej może być bolesnym kosztem dla Zamawiającego, gdyż jest to koszt 3-5 razy większy od ceny mocy czynnej i oszczędności wygenerowane przez obniżenie mocy opraw mogą być skonsumowane przez niekontrolowany wzrost zużycia mocy biernej.

### **6.2.9. Wnioski z analizy kosztów i czasu eksploatacji.**

Po analizie kosztów energii, zestawień PPE i biorąc pod uwagę inwentaryzację w terenie można stwierdzić:

1. W przypadku wykonania modernizacji wraz z przebudową systemu sterowania, koszty utrzymania systemu oświetlenia ulicznego będą niższe od ponoszonych obecnie.
2. Czas eksploatacji systemu oświetleniowego mieści się w normie i jest prawidłowy.
3. Koszty energii można obniżyć zarówno poprzez obniżenie mocy po modernizacji jak również przez negocjacje z OSD dotyczące obniżenia mocy umownej.
4. Nowoczesne systemy sterowania oświetleniem (z analizatorami sieci w punktach sterowania) pozwolą kontrolować koszty ponoszone przez Gminę i eliminować niepotrzebne koszty.

## **7. Porównanie wariantów zamierzenia inwestycyjnego oraz wybór wariantu optymalnego**

### **7.1. Analiza finansowa proponowanych wariantów realizacji przedsięwzięcia pod względem nakładów koniecznych do poniesienia na inwestycję**

#### **7.1.1. Wariant I "HST z redukcją" - oprawy sodowe układami redukcji mocy w punktach zasilania**

Wariant I - HST z redukcją mocy i polega na możliwie pełnym zrealizowaniu celu, zmodernizowaniu poprzez remont odtworzeniowy, wyeksploatowanego systemu oświetleniowego Gminy. System projektowany ma się wyróżniać energooszczędnością przy jednoczesnym spełnieniu europejskiej normy oświetleniowej PN-EN 13201. W tym wariantcie zakładamy, że uzyskamy oszczędność w zużyciu energii oraz niskie koszty eksploatacji.

### Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Wymiana wyięgników, zabezpieczeń i opraw na oprawy sodowe, Źródła o trwałości 16 000 h.
- Modernizacja układów zasilania, zegary z transmisja GPRS, układy redukcji mocy.

### Szacunkowa wycena nakładów inwestycyjnych w wariantcie I

Tabela 9

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych	Brutto		Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Modernizacja 604 opraw oświetleniowych	604	1 523,31	748 030,62	920 077,66
2	Modernizacja szaf i montaż zegarów sterujących GPRS i układów redukcji mocy	48	20 000,00	780 487,80	960 000,00
RAZEM				748 030,62	1 880 077,66

Podstawą w tym zakresie były aktualne oferty rynkowe dostawców urządzeń i wykonawców robót budowlanych, oraz parametryczna wycena kosztorysowa podobnych inwestycji w krajach europejskich.

#### 7.1.2. Wariant II "LED + HST z modernizacją szaf" - oprawy sodowe + LED z autonomicznym układem redukcji mocy

Wariant II - LED + HST polega na możliwie pełnym zrealizowaniu celu, zmodernizowaniu poprzez remont odtworzeniowy, wyeksploatowanego systemu oświetleniowego gminy. System projektowany ma się wyróżniać energooszczędnością przy jednoczesnym spełnieniu europejskiej normy oświetleniowej PN-EN 13201. W tym wariantcie zakładamy, że uzyskamy oszczędność w zużyciu energii oraz niskie koszty eksploatacji. Dodatkowo modernizacja szaf oświetleniowych.

### Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Wymiana wyięgników, zabezpieczeń i opraw na oprawy LED (źródła o trwałości 70 000 h) i sodowe (źródła o trwałości 16 000 h) .
- Modernizacja układów zasilania, zegary z transmisja GPRS.

### Szacunkowa wycena nakładów inwestycyjnych w wariantcie II

Tabela 10

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych	Brutto		Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Modernizacja 1343 opraw oświetleniowych	1343	1 519,70	1 659 310,76	2 040 952,23
2	Modernizacja szaf i montaż zegarów sterujących GPRS	48	11 000,00	429 268,29	528 000,00
RAZEM				1 659 310,76	2 568 952,23

Podstawą w tym zakresie były aktualne oferty rynkowe dostawców urządzeń i wykonawców robót budowlanych, oraz parametryczna wycena kosztorysowa podobnych inwestycji w krajach europejskich.

### 7.1.3. Wariant III "LED" - oprawy LED z autonomicznym układem redukcji mocy

#### Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Wymiana wyścięgników, zabezpieczeń i opraw na oprawy LED, źródła o trwałości 70 000 h.
- Modernizacja układów zasilania, zegary z transmisją GPRS.

#### Szacunkowa wycena nakładów inwestycyjnych w wariantcie III

Tabela 11

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych	Brutto		Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Modernizacja 1539 opraw oświetleniowych	1539	1 509,82	1 889 120,74	2 323 618,51
2	Modernizacja szaf i montaż zegarów sterujących GPRS	48	11 000,00	429 268,29	528 000,00
RAZEM				1 889 120,74	2 851 618,51

Podstawą w tym zakresie były aktualne oferty rynkowe dostawców urządzeń i wykonawców robót budowlanych, oraz parametryczna wycena kosztorysowa podobnych inwestycji w krajach europejskich.

### 7.1.4. Porównanie symulowanych wariantów proponowanych wariantów pod względem technicznym i finansowym

Tabela 13 Porównanie Wariantów

Porównanie Wariantów					
Kluczowe Parametry Procesu		Znormalizowany czas 4024 h	Działania Inwestycyjne		
Lp		Prognoza 2015	Wariant I Modernizacja HST+reduktory	Wariant II Modernizacja LED+HST	Wariant III Modernizacja LED maksymalny
1	Moc Umowna [ kW ]	329,00	329,00	329,00	329,00
2	Moc zainstalowana [kW]	164,74	114,32	64,40	50,00
3	Moc zainstalowana [%]		30,6%	60,9%	69,6%
4	Czas eksploatacji	4 024	4 024	4 024	4 024
5	Ilość opraw	1 543	1 543	1 543	1 543
7	Wolumen energii [kWh]	662 913,76	460 023,68	259 145,60	201 200,00
8	OSD	PGE	PGE	PGE	PGE
9	Taryfy	C12b	C12b	C12b	C12b
10	Wartość brutto	299 607,34	218 617,30	132 101,84	107 145,45
11	Narastająco		80 990,04	167 505,50	192 461,89
12	Narastająco %		27%	56%	64%
13	Inwestycja	-	1 880 077,66	2 568 952,23	2 851 618,51
14	Prosty czas spłaty	-	23,21	15,34	14,82
15	Poziom dofinansowania	-	85%	85%	85%
16	czas spłaty z dofinansowaniem	-	3,48	2,30	2,22

#### Wnioski:

1. Wartością referencyjną kosztów energii, oświetlenia ulicznego modernizowanego zakresu, dla Gminy Czarna Białostocka, jest wartość: **299 607,34 zł** rocznie dla cen 2015 r.
2. Możliwa do uzyskania jest redukcja kosztów energii dla oświetlenia ulicznego do **64 %** w stosunku do **modelu kosztów** (prognozy) bez działań mających na celu ich obniżenie
3. Korzyść na energii to maksymalnie ok. **192 461,89** złotych rocznie.

---

## 7.2. Wybór wariantu optymalnego

Optymalność, rozumiana przez Audytorów, to jest kompromis pomiędzy kosztami inwestycji, a jej wynikami poprawienia efektywności energetycznej. Czym innym jest, wariant optymalny z punktu widzenia inwestora, uwzględniający takie kryteria jak możliwości budżetowe, wizerunek gminy, kwestie własnościowe i szereg innych parametrów. Najbardziej optymalny, z punktu widzenia inwestora jest wariant LED + HST, pozwalający na znaczne obniżenie zużycia energii, poprawę wizerunku gminy i uzyskanie pełnej kontroli nad wydatkami na oświetlenie ze względu na nowoczesny system zarządzania oświetleniem.

Analizując korzyści i koszty związane z obniżeniem mocy opraw zaklasyfikowanych do modernizacji, wyraźnie widać, iż zamiana opraw sodowych na sodowe niższej mocy, nie wygeneruje zbyt wielkich oszczędności i nie zmieni wizerunku gminy. Oszczędności są zbyt małe przy dość wysokich kosztach inwestycji. Rozważanymi wariantami są jedynie warianty z systemem sterowania i redukcji mocy. Ze względu na dobry stan opraw sodowych których właścicielem jest gmina, wydaje się niezasadne modernizowanie wszystkich opraw sodowych. Ze względu na poprawę wizerunku i wymianę nieefektywnych oświetleniowo opraw ozdobnych typu kula, najbardziej korzystny jest wariant II polegający na wymianie opraw ozdobnych (wraz z wymianą słupów i modernizacją szafek oświetleniowych) oraz wymiana najbardziej wyeksploatowanych ulicznych opraw sodowych na oprawy LED.

Zastosowanie układów redukcji mocy pozwala na uzyskanie około 30-40% oszczędności energii zarówno dla lamp sodowych jak i LED. W porównywanych wariantach I i II można zauważyć, iż czas zwrotu inwestycji jest podobny, mimo że koszt wariantu modernizacji jest wyższy. Wynika to z dodatkowych oszczędności wygenerowanych przez układy redukcji mocy i obniżenie zużycia energii przez lampy sodowe.

Dodatkowym elementem poprawiającym rentowność zamierzenia jest wymiana szaf oświetlenia ulicznego wraz z systemem monitoringu i transmisją danych do siedziby Zamawiającego. Gmina będzie miała pełną wiedzę na temat parametrów obwodów oświetleniowych, czyli bieżącą kontrolę nad zużyciem mocy czynnej i biernej, napięcia, prądów. Kontrola zużycia mocy czynnej i biernej jest kluczowym elementem rozliczania dotacji RPO. Zwłaszcza koszt przekroczonej mocy biernej może być bolesnym kosztem dla Zamawiającego, gdyż koszt przekroczonej mocy jest 3-5 razy większy od ceny mocy czynnej i oszczędności wygenerowane przez obniżenie mocy opraw mogą być skonsumowane przez niekontrolowany wzrost zużycia mocy biernej. Najbardziej optymalny z opisanych wcześniej systemów sterowania jest naszym zdaniem system firmy Rabbit CPA net. Pozwala na skuteczne zarządzanie systemem oświetleniowym, jest systemem prostym i sprawdzonym, działającym zarówno z lampami sodowymi jak i z technologią LED. Dodatkową zaletą systemu CPA net jest niska cena i wiele zrealizowanych projektów.

Należy zauważyć celowość modernizacji szaf oświetleniowych zasilających oprawy których właścicielem jest Gmina. Ważne są przede wszystkim: znaczące oszczędności i możliwość stałej kontroli wydatków poniesionych na oświetlenie, jak również łatwy sposób raportowania parametrów jednostkom dotacyjnym (mamy stały dostęp do informacji na temat zużycia energii, innych parametrów sieci, jest możliwość natychmiastowej reakcji w sytuacjach awaryjnych, dane historyczne są przechowywane i można je łatwo porównać).

Wybrany wariant II zakładający wymianę opraw sodowych na nowoczesne oprawy LED wraz z modernizacją szaf oświetleniowych - analizując obszar modernizowany - przyniosą wysokie wskaźniki oszczędności energii i redukcji CO<sub>2</sub>. Dla badanego obszaru 1343 opraw, zakładając czas eksploatacji systemu oświetleniowego - 4024 godziny rocznie - oszczędności energii wyniosą ponad 74%, zaś redukcja emisji CO<sub>2</sub> ponad 129 ton rocznie.

Zakładając niewygórowane koszty modernizacji, efektywność kosztowa zmniejszenia zużycia energii i zużycia CO<sub>2</sub> powinna być wysoko oceniana w kryteriach oceny projektu RPO.

Również kryterium efektywności technologicznej winno być wysoko ocenione ze względu na zastosowanie nowoczesnych opraw LED (o bardzo wysokiej efektywności oświetleniowej i wysokiej trwałości) w połączeniu



z układami sterowania i redukcji mocy oraz analizą parametrów sieci i transmisją danych do siedziby Zamawiającego i konserwatora oświetlenia.

### 7.2.1. Porównanie mocy systemów oświetleniowych przed z oprawami HPS i po modernizacji oprawami LED dla modernizowanej części opraw

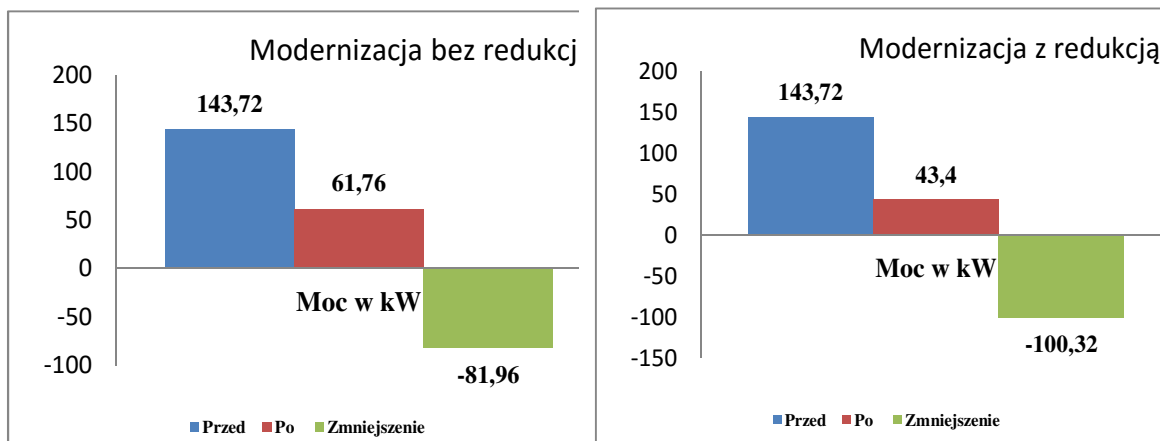
**Tabela 14**

Oprawa		Przed modernizacją			Po modernizacji wersja LED		
Lp	Typ oprawy	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa HST 70 W	768	83	63,74	0	83	0,00
2	Sodowa HST 100 W	355	115	40,83	0	115	0,00
3	Sodowa HST150 W	208	176	36,61	0	176	0,00
4	Rtęciowa HME 125W	5	137	0,69	0	137	0,00
5	Rtęciowa HME 250W	7	265	1,86	0	265	0,00
6	LED parkowa 24W	0	24	0,00	39	24	0,94
7	LED 22W	0	22	0,00	80	22	1,76
8	LED 27W	0	27	0,00	262	27	7,07
9	LED 32W	0	32	0,00	168	32	5,38
10	LED 38W	0	38	0,00	226	38	8,59
11	LED 42W	0	42	0,00	109	42	4,58
12	LED 48W	0	48	0,00	22	48	1,06
13	LED 54W	0	54	0,00	120	54	6,48
14	LED 59W	0	59	0,00	73	59	4,31
15	LED 67W	0	67	0,00	34	67	2,28
16	LED 73W	0	73	0,00	129	73	9,42
17	LED 113W	0	113	0,00	48	113	5,42
18	LED 136W	0	136	0,00	33	136	4,49
	<b>RAZEM:</b>	<b>1 343</b>		<b>143,72</b>	<b>1 343</b>		<b>61,76</b>

**Tabela 15 Porównanie wersji LED + HST oraz LED + HST z redukcją i modernizacją szaf**

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	1 343	1 343	1 343
2	Pobór mocy	kW	143,72	61,76	43,40
3	Redukcja mocy	%		-57,03%	-69,80%

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **61,72 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **81,89 kW**, czyli około **57 %** a dynamicznie **100,32 kW / 70%,**. **Obrazowo można to określić, że moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 1200 szt. opraw o mocy nominalnej 70W.**



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

## 7.2.2. Analiza porównawcza kosztów eksploatacyjnych przed i po modernizacji dla Wariantu II - optymalnego

Koszty energii: porównanie przed i po modernizacji

Tabela 16

Tytuł	Przed modernizacją		Po modernizacji
Oplata za energię	299 607,34	-56%	132 101,84
<b>RAZEM</b>	<b>299 607,34</b>	<b>-56%</b>	<b>132 101,84</b>
Remonty oświetlenia			-
<b>RAZEM</b>	<b>299 607,34</b>	<b>-56%</b>	<b>132 101,84</b>
<b>Liczba oprav</b>	<b>1 343</b>	<b>0%</b>	<b>1 343</b>
<b>Oszczędność</b>			<b>- 167 506</b>

### Wnioski:

- W przypadku wykonania modernizacji wraz z przebudową systemu sterowania na inteligentny, koszty utrzymania systemu oświetlenia ulicznego będą niższe o ok. **167 506 zł** rocznie, w stosunku do prognozy roku 2015, która obejmuje cały obszar gminy objęty inwentaryzacją.
- Koszt oświetlenia dróg Gminy Czarna Białostocka, może zostać obniżony o ok. 56%
- Inteligentne kontrolery sterujące systemem oświetleniowym rejestrują faktyczne interwencje konserwatora, prądy, napięcia, cos  $\phi$ , czas pracy systemu oraz energię. Łatwiej zdalnie diagnozować pracę systemu. Działania konserwatora są monitorowane przez system komputerowy. Można zmienić system rozliczania z konserwatorem z ryczałtowego od punktu świetlnego na kosztorysowy od faktycznie wykonanych czynności plus kwota za gotowość

## 8. Analiza oddziaływania na środowisko

### 8.1. Wyliczenie wskaźnika ekologicznego dla modernizowanego obszaru

Modernizacja oświetlenia ma na celu oszczędność zużycia energii elektrycznej. W wyniku tych oszczędności zmniejszają się wielkości emisji do atmosfery i ilości popiołów produkowanych przez elektrownie węglowe. Do wyprodukowania 1 MWh energii elektrycznej zużywa się ok. **500 kg** węgla. W związku z tym do atmosfery wyemitowane zostają następujące ilości związków chemicznych i pyłów lotnych (na podstawie publikacji zawartej w „Emitorze” 1997 r. „Emisja zanieczyszczeń środowiska w elektrowniach i elektrociepłowniach zawodowych” ARE S.A. Warszawa 2012 r.): **CO<sub>2</sub> – 980 kg, CO – 3 kg, SO<sub>x</sub> – 8,3 kg, NO<sub>x</sub> – 3,0 kg, pyły lotne – 2,0 kg**. Emitowane pyły lotne zawierają nie wymienione wyżej pierwiastki promieniotwórcze oraz

ołów, kadm i arsen. Dla celu rozliczenia emisji CO<sub>2</sub> wskaźnik emisji, średnioważony dla całego kraju ma być przyjęty w wysokości **0,89**. W skali roku, do atmosfery zostaną wyemitowane następujące ilości zanieczyszczeń:

**Tabela 17 Efekt ekologiczny dla wybranego wariantu optymalnego**

Efekt ekologiczny dla wariantu II- wybranego LED+HPS			
1	Moc przed modernizacją [kW]	143,72	69,8%
2	Moc po modernizacji [kW]	43,40	-100,32
3	Czas świecenia [ h ]	4024	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	403,69	
Lp	Zanieczyszczenia [ kg ]	Zanieczyszczenia [ Mg ]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO <sub>2</sub>	359,28	0,89

Do rozliczenia przyjęta została wartość rzeczywista mocy zainstalowanej z układem dynamicznego obciążenia [stabilizacja i redukcja napięcia zasilającego]

Koncepcja kompleksowej modernizacji oświetlenia drogowego na terenie gminy Czarna Białostocka zakłada zastąpienie, istniejącego, wyeksploatowanego oświetlenia sodowego na oświetlenie lampami LED o mniejszej mocy i trwałości użytkowej min. 70 000 h. Zatem wymiana i utylizacja źródeł będzie zachodziła trzy razy rzadziej niż obecnie.

## 8.2. Zanieczyszczenie powietrza w trakcie modernizacji

Prace związane z przystosowaniem istniejących obiektów słupowych będą miały niewielki wpływ na stan zanieczyszczenia powietrza (typowe prace budowlane). W trakcie prowadzenia tych prac wystąpi nieznaczna emisja zanieczyszczeń pyłowych spowodowana tymi pracami.

Wśród elementów budowlanych, które mają ulec rozbiórce, nie stwierdzono występowania elementów azbestowych. Jednakże, w wypadku stwierdzenia w czasie prac budowlanych występowania jakichkolwiek elementów azbestowych, bądź azbestocementowych należy bezwzględnie zachować odpowiedni reżim staranności prowadzenia prac:

- wszelkie prace przy rozbiórce elementów azbestowych i azbestocementowych należy wykonywać w maskach przeciwpyłowych i okularach ochronnych;
- w czasie rozbiórki należy obficie zwilżać demontowane elementy wodą w celu ograniczenia pylenia;
- należy starannie gromadzić wszystkie fragmenty demontowanych elementów azbestowych i następnie przekazać destruktorowi w całości podmiotowi uprawnionemu do utylizacji odpadów niebezpiecznych

Poza możliwością wystąpienia elementów azbestowych, biorąc pod uwagę zakres i czas trwania prac budowlanych należy stwierdzić, że zanieczyszczenie powietrza związane z tymi pracami jak i z eksploatacją urządzeń budowlanych będzie pomijalnie małe. Podczas demontażu opraw ze źródłami światła typu HQL tzw. rtęciowych należy zachować ostrożność, aby nie dopuścić do uwolnienia szkodliwych związków do środowiska. Następnie źródła i oprawy poddać utylizacji w specjalizowanym zakładzie.

## 9. Analiza instytucjonalna

---

### 9.1. Wykonalność instytucjonalna projektu

#### 9.1.1. Status prawny inwestora

Wykonawcą instytucjonalnym projektu (inwestorem) jest **Gmina Czarna Białostocka**, jednostka samorządu terytorialnego posiadająca samodzielną osobowość prawną na podstawie ustawy z dnia 8 marca 1990 roku o samorządzie gminnym (tekst jednolity Dz. U. Nr 142 z 2001 roku z późn. zmianami).

Projekt w sposób niebudzący wątpliwości mieści się w kompetencjach samorządu gminnego określonych przywołaną ustawą i należy do zadań własnych Gminy. Realizacja projektu nie jest uzależniona od działań osób ani instytucji trzecich. Brak jest rozpoznawalnych zagrożeń dla realizacji projektu, wynikających z czynników formalno-prawnych, oraz instytucjonalnych zarówno po stronie beneficjenta jak i instytucji zewnętrznych.

#### 9.1.2. Stabilność ekonomiczna i zdolność kredytowa inwestora

Sprawdzono, czy wykonawca instytucjonalny jest w sytuacji stabilnej ekonomicznie i ma zdolność kredytową niezbędną do realizacji projektu.

Od strony formalno-prawnej ogólne warunki zadłużania się samorządów wyglądają następująco:

- łączna kwota długu jednostki na koniec roku budżetowego nie może być większa, niż 60% wykonanych dochodów budżetowych w danym roku, (Ustawa o finansach publicznych, art. 114 ust. 1), oraz
- łączna kwota spłat przekraczających na dany rok nie może być większa niż 15% tychże dochodów (Ustawa o finansach publicznych w art. 113 ust. 1).

**Warunki powyższe nie dotyczą jednak kredytów zaciąganych na sfinansowanie kosztów projektu. Ustawa o finansach publicznych w art. 114 ust. 3. wyłącza kredyty zaciągane w związku ze środkami określonymi w umowie z podmiotem dysponującym funduszami strukturalnymi [...] Unii Europejskiej.**

Skala inwestycji w wariancie maksymalnym może wymagać zaciągnięcia kredytu lub konieczność emisji obligacji komunalnych w przypadku, kiedy inwestycja miałaby być finansowana bez wkładu własnego a spłacana z oszczędności w zużyciu energii elektrycznej do celów oświetlenia dróg i ulic. Nie zamyka to też drogi do ubiegania się o dotację i wtedy finansowe zamknięcie projektu, gdyż dopiero zapłacone faktury są tytułem do otrzymania dotacji z EFRR i muszą być załączone do końcowego wniosku o płatność. Wobec opisanych poniżej ograniczeń w sposobie finansowania inwestycji nałożonych na JST przez ustawę o finansach publicznych, należy rozważyć inne sposoby realizacji inwestycji np. poprzez spółkę komunalną.

W świetle opinii i uchwał Regionalnych Izb Obrachunkowych w zakresie dozwolonych instrumentów finansowania inwestycji nie istnieje legalna możliwość sfinansowania inwestycji w taki sposób, aby być w zgodzie z Ustawą o finansach publicznych i sfinansować inwestycję z pominięciem ustawy w zakresie nie wykazania tego zadłużenia. JST dla niektórych zadań, przez wiele lat finansowały inwestycje modernizacyjne poprzez mechanizm:

- a. "wykupu wierzytelności"
- b. "kredytu kupieckiego" udzielanego przez wykonawcę za dodatkowym wynagrodzeniem za odroczenie płatności w postaci odsetek umownych. Charakter tej umowy miał cechy de facto "leasingu finansowego" bez nadania mu takiej nazwy.

W pierwszym przypadku działało się to przy pozytywnej opinii RIO w Szczecinie z 2004 r. i przychylnym traktowaniu przez NIK jak również tolerowane było przez inne izby. W 2008 r. ta sama izba RIO w Szczecinie wydała opinię negatywną. Izba Małopolska nie wydała podobnej opinii na piśmie, ale stoi na podobnym stanowisku jak Izba w Szczecinie. W ostatnim czasie negatywne opinie o możliwości finansowania inwestycji poprzez założony z góry wykup wierzytelności wydały:

- a. RIO w Opolu – uchwała RIO w formie decyzji administracyjnej 2009 r.
- b. RIO Dolnośląskie - w sprawie budowy drogi przez związek gmin - 2009 r. zaskarżone przez związek do WSA w styczniu 2010 r.
- c. RIO w Kielcach listopad 2009
- d. RIO w Lublinie luty 2010

W sytuacji już utrwalonej negatywnej opinii RIO w zakresie tego sposobu finansowania inwestycji, podjęcie tego typu uchwały przez Radę Gminy z dużym prawdopodobieństwem zostałoby uchylone przez RIO, właściwą dla siedziby JST, a w sytuacji gdyby uchwała została podjęta z pominięciem RIO, działanie to, jako naruszające ustawę o finansach publicznych mogłoby spowodować sankcje dyscyplinarne związane z naruszeniem ustawy. Wykup wierzytelności, jako sposób finansowania inwestycji, jest niedopuszczony Ustawą o finansach publicznych przy praktycznie jednoznacznej negatywnej opinii większości Regionalnych Izb obrachunkowych, stąd zdecydowanie nie zalecamy tej metody do sfinansowania tego zadania.

Metoda b) kredytu kupieckiego również nie cieszy się pozytywną opinią RIO. W świetle ustawy z 2004 r. "O terminach płatności w transakcjach handlowych", może spowodować konieczność zapłaty wyższych odsetek ustawowych od przedłużonego terminu płatności wbrew uzgodnionych z wykonawcą niższych odsetek umownych. Wprawdzie ustawa wyłącza ze swojego zakresu regulacji zadania własne Gminy, lecz w orzecznictwie sądowym autor opracowania znalazł wyroki SO, że w przypadku zapłaty za budowę obiektu sportowego JST została zobowiązana przez Sąd do zapłaty całości zobowiązania wraz z odsetkami ustawowymi. Ponadto RIO, podobnie jak w przypadku "wykupu wierzytelności" uznaje, że kredyt kupiecki, jako metoda finansowania inwestycji nie został wskazany przez art. 217 Ustawy o finansach publicznych, jako sposób dozwolony administracyjnie do stosowania przez JST. W związku z tym, jego stosowanie jest naruszeniem ustawy o finansach publicznych, które może spowodować konsekwencje dyscyplinarne.

"Kredyt kupiecki" z umówionym dodatkowo wynagrodzeniem za odroczenie płatności w postaci odsetek umownych jest jak wcześniej napisałem de facto, "leasingiem finansowym". Leasing finansowy nie został wskazany w ustawie o finansach publicznych, jako sposób finansowania inwestycji [deficytu budżetowego w związku z podjęciem inwestycji] i jako taki nie może być stosowany przez JST.

Katalog sposobów finansowania w ustawie o finansach publicznych [ nr art. po nowelizacji] określony jest enumeratywnie:

#### **Art. 217.**

1. *Różnica między dochodami a wydatkami budżetu jednostki samorządu terytorialnego stanowi odpowiednio nadwyżkę budżetu jednostki samorządu terytorialnego albo deficyt budżetu jednostki samorządu terytorialnego.*
2. *Deficyt budżetu jednostki samorządu terytorialnego może być sfinansowany przychodami pochodzącymi z:*
  - 1) sprzedaży papierów wartościowych wyemitowanych przez jednostkę samorządu terytorialnego;**
  - 2) kredytów;**
  - 3) pożyczek;**
  - 4) prywatyzacji majątku jednostki samorządu terytorialnego;**
  - 5) nadwyżki budżetu jednostki samorządu terytorialnego z lat ubiegłych;**
  - 6) wolnych środków, jako nadwyżki środków pieniężnych na rachunku bieżącym budżetu jednostki samorządu terytorialnego, wynikających z rozliczeń wyemitowanych papierów wartościowych, kredytów i pożyczek z lat ubiegłych.**

Wszystkie te sposoby finansowania, zaliczane są do długu publicznego zgodnie z treścią artykułu poniżej:

#### **Art. 72.**

1. *Państwowy dług publiczny obejmuje zobowiązania sektora finansów publicznych z następujących tytułów:*



- 1) wyemitowanych papierów wartościowych opiewających na wierzytelności pieniężne;
- 2) zaciągniętych kredytów i pożyczek;
- 3) przyjętych depozytów;
- 4) wymagalnych zobowiązań:
  - a) wynikających z odrębnych ustaw oraz prawomocnych orzeczeń sądów lub ostatecznych decyzji administracyjnych,
  - b) uznanych za bezsporne przez właściwą jednostkę sektora finansów publicznych będącą dłużnikiem.

Reasumując, wszystkie dozwolone ustawą sposoby finansowania JST są zaliczane do długu publicznego. Zobowiązania niewymagalne, wierzytelności niewymagalne, kredyt kupiecki niewymagalny oraz leasing finansowy nie są zaliczane do długu publicznego, ale nie są również dozwolone art. 217 Ustawy o finansach publicznych, jako sposoby finansowania deficytu JST, który wyniknie z podjęcia uchwały o realizacji inwestycji.

Ewentualne wątpliwości, co jest zaliczane do długu publicznego ostatecznie rozwiązał Minister Finansów w rozporządzeniu z dnia 23 grudnia 2010 r., w którym de facto uznał, że wszystkie zapisy paragrafu zobowiązania, są długiem publicznym podlegającym wykazaniu w sprawozdaniu o zadłużeniu publicznym JST. **Na uwagę zasługuje również bardzo istotny fakt, że w związku z ostatnią nowelizacją prawa o finansach publicznych podane wcześniej wskaźniki zadłużenia [15%, 60%] przestają obowiązywać z dniem 31 grudnia 2013 roku. Nowe zaś, będą wyliczane w oparciu o wyniki JST liczone od stycznia 2011 r.**

Ustawa z 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (dalej: nowa ustawa o finansach publicznych) zmienia m.in. zasady obliczania dopuszczalnego wskaźnika zadłużenia samorządów. Zamiast obowiązującego dotychczas wskaźnika ogólnego dla wszystkich samorządów nowe przepisy przewidują wprowadzenie wskaźnika zindywidualizowanego, uzależnionego od sytuacji finansowej danego samorządu (patrz: tabela).

Nowe zasady liczenia zdolności kredytowej samorządów, będą obowiązywały od 1 stycznia 2014 r. (art. 121 ust. 9 ustawy z 27 sierpnia 2009 r. – Przepisy wprowadzające ustawę o finansach publicznych). Po 1 stycznia 2014 r. ostateczny dopuszczalny poziom zadłużenia danego samorządu będzie zależeć wyłącznie od jego sytuacji finansowej, a nie od sztywnego wskaźnika obowiązującego wszystkie jednostki.

Panuje opinia, że "Nowa" ustawa o finansach publicznych umożliwi samorządom zadłużanie się w większym stopniu, niż ma to miejsce obecnie. Podobnie jak w obecnym systemie, decydować będą dochody, bieżące i majątkowe, samorządu. Jednak nie tylko z roku budżetowego. Analizie będą podlegać także poprzednie 3 lata. Oznacza to, że samorządy o wysokich dochodach i dużym majątku będą miały większe możliwości zaciągania długu niż obecnie, a jednostki o niskich dochodach z niewielkim majątkiem – mniejsze.

Porównanie stanu prawnego sprzed i po nowelizacji Ustawy o Fin. Pub.: Pokazuje tabela poniżej.

Na szczególną uwagę zasługuje fakt, że we wzorze na średnią arytmetyczną z ostatnich trzech lat, będącą podstawą do obliczenia maksymalnego zadłużenia JST występuje różnica pomiędzy sumą dochodów bieżących i dochodów majątkowych a wydatkami bieżącymi. Dynamizuje to dotąd statyczny wskaźnik limitu maksymalnego zadłużenia i uzależnia go zarówno od dochodów jak wydatków bieżących. Badając przebieg funkcji zadłużenia, w celu zbadania, gdzie znajduje się jej maksimum, dochodzimy do wniosku, że najkorzystniejsze jest dla strategii finansowej JST:

1. Minimalizowanie wydatków bieżących
2. Maksymalizowanie dochodów bieżących

Przy ograniczonej możliwości operowania dochodami ze sprzedaży składników majątku.

Ustawa z dnia 30 czerwca 2005 r. o finansach publicznych	Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych
<p><b>Art. 169.</b></p> <p>1. Łączna kwota przypadających w danym roku budżetowym:</p> <p>1) spłat rat kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 82 ust. 1 pkt 2 i 3 wraz z należnymi w danym roku odsetkami od kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 82 ust. 1,</p> <p>2) wykupów papierów wartościowych emitowanych przez jednostki samorządu terytorialnego na cele określone w art. 82 ust. 1 pkt 2 i 3 wraz z należnymi odsetkami i dyskontem od papierów wartościowych emitowanych na cele określone w art. 82 ust. 1,</p> <p>3) potencjalnych spłat kwot wynikających z udzielonych przez jednostki samorządu terytorialnego poręczeń oraz gwarancji</p> <p>- nie może przekroczyć 15% planowanych na dany rok budżetowy dochodów jednostki samorządu terytorialnego.</p> <p>2. W przypadku gdy relacja, o której mowa w art. 15 ust. 1 pkt 1 lit. a, przekroczy 55%, to kwota, o której mowa w ust. 1, nie może przekroczyć 12% planowanych dochodów jednostki samorządu terytorialnego, chyba, że obciążenia te w całości wynikają z zobowiązań zaciągniętych przed datą ogłoszenia tej relacji.</p> <p>3. Ograniczeń określonych w ust. 1 nie stosuje się do:</p> <p>1) emitowanych papierów wartościowych, kredytów i pożyczek zaciągniętych w związku z umową zawartą z podmiotem dysponującym środkami, o których mowa w art. 5 ust. 3;</p> <p>©Kancelaria Sejmu s. 79/79 2007-08-09</p> <p>2) poręczeń i gwarancji udzielonych samorządowym osobom prawnym realizującym zadania jednostki samorządu terytorialnego z wykorzystaniem środków, o których mowa w art. 5 ust. 3.</p>	<p><b>Art. 243.</b></p> <p>1. Organ stanowiący jednostki samorządu terytorialnego nie może uchwalić budżetu, którego realizacja spowoduje, że w roku budżetowym oraz w każdym roku następującym po roku budżetowym relacja łącznej kwoty przypadających w danym roku budżetowym:</p> <p>1) spłat rat kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 89 ust. 1 pkt 2-4 oraz art. 90, wraz z należnymi w danym roku odsetkami od kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 89 ust. 1 i art. 90,</p> <p>2) wykupów papierów wartościowych emitowanych na cele określone w art. 89 ust. 1 pkt 2-4 oraz art. 90 wraz z należnymi odsetkami i dyskontem od papierów wartościowych emitowanych na cele określone w art. 89 ust. 1 i art. 90,</p> <p>3) potencjalnych spłat kwot wynikających z udzielonych poręczeń oraz gwarancji do planowanych dochodów ogółem budżetu przekroczy średnią arytmetyczną z obliczonych dla ostatnich trzech lat relacji jej dochodów bieżących powiększonych o dochody ze sprzedaży majątku oraz pomniejszonych o wydatki bieżące, do dochodów ogółem budżetu, obliczoną według wzoru:</p> $\frac{(R + O)}{D} \leq \frac{1}{3} * \left( \frac{Db_{n-1} + Sm_{n-1} - Wb_{n-1}}{D_{n-1}} + \frac{Db_{n-2} + Sm_{n-2} - Wb_{n-2}}{D_{n-2}} + \frac{Db_{n-3} + Sm_{n-3} - Wb_{n-3}}{D_{n-3}} \right)$ <p>gdzie poszczególne symbole oznaczają:</p> <p><b>R</b> - planowaną na rok budżetowy łączną kwotę z tytułu spłaty rat kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 89 ust. 1 pkt 2-4 oraz art. 90, oraz wykupów papierów wartościowych emitowanych na cele określone w art. 89 ust. 1 pkt 2-4 oraz art. 90,</p> <p><b>O</b> - planowane na rok budżetowy odsetki od kredytów i pożyczek, o których mowa w art. 89 ust. 1 i art. 90, odsetki i dyskonto od papierów wartościowych emitowanych na cele określone w art. 89 ust. 1 i art. 90 oraz spłaty kwot wynikających z udzielonych poręczeń i gwarancji,</p> <p><b>D</b> - dochody ogółem budżetu w danym roku budżetowym,</p> <p><b>Db</b> - dochody bieżące,</p> <p><b>Sm</b> - dochody ze sprzedaży majątku,</p> <p><b>Wb</b> - wydatki bieżące,</p> <p><b>n</b> - rok budżetowy, na który ustalana jest relacja,</p> <p><b>n-1</b> - rok poprzedzający rok budżetowy, na który ustalana jest relacja,</p> <p><b>n-2</b> - rok poprzedzający rok budżetowy o dwa lata,</p> <p><b>n-3</b> - rok poprzedzający rok budżetowy o trzy lata.</p> <p>2. Przy obliczaniu relacji, o których mowa w ust. 1, dla roku poprzedzającego rok budżetowy przyjmuje się planowane wartości wykazane w sprawozdaniu za trzy kwartały z wykonania budżetu jednostki samorządu terytorialnego. Do obliczenia relacji dla poprzednich dwóch lat przyjmuje się wartości wykonane wynikające ze sprawozdań rocznych.</p>

<p><b>Art. 170.</b></p> <p>1. Łączna kwota długu jednostki samorządu terytorialnego na koniec roku budżetowego nie może przekroczyć 60% wykonanych dochodów ogółem tej jednostki w tym roku budżetowym.</p> <p>2. W trakcie roku budżetowego łączna kwota długu jednostki samorządu terytorialnego na koniec kwartału nie może przekraczać 60% planowanych w danym roku budżetowym dochodów tej jednostki.</p>	
--	--

## 9.2. Stosunki własnościowe

Występują w mieście następujące tytuły do dysponowania systemem oświetleniowym:

- a) Konstrukcje wsporcze, instalacje oświetleniowe [kable lub linie oświetleniowe] należą do lokalnego OSD.
- b) Konstrukcje wsporcze, instalacje oświetleniowe [kable lub linie oświetleniowe] należą do Gminy.**
- c) Oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem, należące do Gminy zainstalowane są na konstrukcjach wsporczych OSD**
- d) Oprawy należące do OSD zainstalowane na konstrukcjach wsporczych, stanowiące sieć przesyłową należą do OSD**

W zależności od kombinacji relacji właścicielskich, wymagane są inne dokumenty do wszczęcia inwestycji oraz inne umowy regulujące wzajemnych relacje pomiędzy inwestorem publicznym a lokalnym OSD.

W przypadku:

- a) wymagana będzie umowa dzierżawy, zawarta, na co najmniej okres trwałości inwestycji, zawierająca ewentualną opcję wykupu. O ile kc pozwala dowolnie układając relacje pomiędzy stronami, to utrwalone stanowisko RIO, oparte na Ustawie o finansach publicznych, zabrania inwestowania środków publicznych w obcy majątek trwały. W takiej sytuacji fakultatywność umowna opcji zakupu zmodernizowanego majątku staje się w faktycznie obligatoryjna.
- b) W tym przypadku, nie ma żadnych przeszkód do swobodnego dysponowania nieruchomością do celów inwestycyjnych
- c) Ruchomości, tj. oprawy wraz z osprzętem zainstalowane są na nieruchomości OSD. W takiej sytuacji wymagane będzie współdziałanie osób prawnych, w celu wykonania inwestycji. Powoduje to konieczność uzyskania zgody OSD na zainstalowanie ruchomości Gminy, na nieruchomości OSD, poprzez otrzymanie tzw. Warunków Technicznych Modernizacji oraz zawarcie umowy o udostępnieniu nieruchomości do wykonania instalacji.
- d) Podobnie jak w punkcie c), wymagane będzie współdziałanie osób prawnych, w celu wykonania inwestycji. Powoduje to konieczność uzyskania zgody OSD na zainstalowanie ruchomości Gminy na nieruchomości OSD, poprzez otrzymanie tzw. Warunków Technicznych Modernizacji oraz zawarcie umowy o udostępnieniu nieruchomości do wykonania instalacji. Również uregulowanie sposobu zarządzania zdemontowanym majątkiem OSD.

W analizowanym przypadku Gminy mamy do czynienia głównie z przypadkami b), c) i d). Gmina posiada faktury wskazujące bezspornie własność instalacji oraz umową na dysponowanie nieruchomością do zainstalowania swoich ruchomości na infrastrukturze OSD.

### 9.2.1. Plan wdrożenia projektu

Nadzór inwestorski dla zadania Inwestor powinien zlecić podmiotowi zewnętrznemu. Nadzory branżowe (zewnętrzne i odpłatne) ze strony podmiotów uzgadniających wykonawstwo robót budowlanych w ramach poszczególnych branż, powinien uzgadniać i koordynować na bieżąco inspektor nadzoru, powołany przez Inwestora. Nadzór nad sprawami finansowymi przedsięwzięcia pełnić będą służby finansowe Samorządu Gminy Czarna Białostocka.

### 9.2.2. Przybliżony harmonogram inwestycji w przypadku wariantu maksymalnego oraz optymalnego

Tabela 1

Lata:	2016				2017				2018			
Kwartaly:	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Dokumentacja Projektowa, SIWZ, OST, SST, STWiOR												
Przetarg Publiczny												
realizacja inwestycji i odbiór												
rozliczenia												

### 9.3. Stosunki umowne

W umowie z przyszłym eksploatatorem i konserwującym, Umowa będzie zastrzegała dla zlecającego:

- prawo kontroli oraz interwencji, czy system oświetleniowy jest w 100% sprawny technicznie;
- w razie stwierdzenia odstępiania przez zarządzającego, zleceniobiorcę od umowy w tym zakresie, lub niepełnego realizowania umowy – prawo wezwania zleceniobiorcy do natychmiastowej interwencji;
- w wypadku bezskutecznego upływu terminu, o którym mowa w punkcie 2 – prawo wypowiedzenia zlecenia ze skutkiem natychmiastowym bez dodatkowych warunków.

Nadto w umowie dzierżawy winny być uregulowane między innymi następujące kwestie:

- gwarancja ze strony zleceniobiorcy, że technologia konserwacji, stosowana w obiekcie nie spowoduje pogorszenia systemu oświetleniowego;
- kwestię ponoszenia przez zleceniobiorcę koniecznych nakładów odtworzeniowych w ramach czynności konserwacyjnych;

### 9.4. Propozycje metody kontroli efektów inwestycji

#### 9.4.1. Określenie zakresu kontroli

Zgodnie z Regulaminem Konkursu kontroli powinna podlegać:

1. Infrastruktura oświetleniowa objęta dotacją
2. Usterkowość (trwałość i gwarancja)
3. Wynik inwestycji poprawienia efektywności energetycznej (efekt ekologiczny) polegający na kontroli wolumenu energii przeznaczonej do oświetlenia.

Wychodząc naprzeciw wymaganiom, należałoby:

1. Oznakować zmodernizowany majątek.
2. Poddać go geoinwentaryzacji
3. Wdrożyć system kontrolingu

Koncepcja kontrolingu nie była objęta zamówieniem i Gmina powinna wdrożyć tę koncepcję we własnym zakresie, na bazie wdrażanego oprogramowania SIP lub zaopatrzyć się w dedykowaną do tego celu platformę softwarową.

Równanie profilu dla pojedynczego n-tego obwodu rozliczeniowego przedstawia się jak poniżej

$$W_n = p_n * \sum_{i=1}^{365} (t_i)$$

Gdzie:

$W_n$  – oznacza wartość energii dla n-tego obwodu rozliczeniowego, opisane inkluzją, gdzie  $n \in \{1; N\}$

$p_n$  – oznacza wartość mocy rzeczywistej n-tego obwodu rozliczeniowego, będącego sumą mocy rzeczywistej opraw zainstalowanych na tym obwodzie  $p_n = \sum_{i=1}^N p_{e_i}$ , gdzie  $p_{e_i}$  – oznacza moc rzeczywistą oprawy w obwodzie rozliczeniowym

$t_i$  – oznacza czas eksploatacji w dniu rozliczeniowym liczony od zachodu [włączenie] do wschodu [wyłączenie] słońca, rozliczenie w modelu następuje dla każdego dnia. Ponieważ, w niektórych miejscowościach stosuje się opóźnienie czasu na włączenie i wyprzedzenie na wyłączenie, w takiej sytuacji energia zużyta w okresie rozliczeniowym będzie pod wartością wynikającą z wzorca. W sytuacji, kiedy ten czas będzie większy, będzie ponad wzorcem, co będzie informacją wskazującą na konieczność interwencji.

Model powyższy będzie zaszyty w oprogramowaniu bazodanowym. Po wprowadzeniu okresu rozliczeniowego, oprogramowanie automatycznie wyliczy czas rozliczeniowy wzorcowy  $T_{RW} = \sum_{i=1}^{t=30} t_i$  – dla 30 dniowego okresu rozliczeniowego, a wtedy  $W_{RW} = p_n * T_{RW}$  gdzie  $W_{RW}$  – to wolumen wzorcowy dla okresu rozliczeniowego, dla n-tego ppe (punktu rozliczeniowego) w  $T_{RW}$  – w okresie rozliczeniowym.

Różnica pomiędzy wolumenem wzorcowym w okresie rozliczeniowym a wartością otrzymana od dostawcy energii (w istocie źródłem danych jest OSD) stanowi, o jakości pracy systemu jak również o trafności przyjętych założeń projektowych i wykonawstwie. Odchyłkę tę można opisać wzorem:

$$\Delta_{RW} = W_{RW} - W_{OW}$$

Gdzie  $W_{OW}$  – to wartość zużycia energii w okresie rozliczeniowym wykazana przez operatora na fakturze.

Należy przy tym zauważyć, że ze względu na różne sposoby prowadzenia rozliczeń przez OSD, wartości okresowe podawane przez OSD mogą czasem istotnie się różnić od wartości teoretycznych. Zgodnie z regulaminem konkursu, wartości do 30% nie powodują istotnego problemu. Niemniej, ważne jest, aby przy odchyleniach powyżej 10% już interweniować. Znane są autorom audytu przypadki, gdzie wartości te były niejednokrotnie znacząco wyższe, niż wynikałoby to z mocy zainstalowanej. Po weryfikacji stanów liczników okazywało się, że inkasenci odpowiedzialni za ich odczyt, tych czynności nie dokonywali a wartości wpisywali głowy, powodując istotne zawyżenie wartości okresowych, na szkodę zamawiającego publicznego.

Stąd niezależnie od obowiązków wynikających z Regulaminu Programu RPO WSL takie czynności kontrolne są jak najbardziej uzasadnione, w dobrze zorganizowanym procesie kontrolingu.





## 12. Załączniki do Analizy

---

- Raporty inwentaryzacyjne
- Tabele inwentaryzacyjne Excel
- Kosztorysy inwestorskie
- Symulacje oświetlenia wybranych ulic z pomiarami