



## Audyt

# energetyczny efektywności wykorzystania energii elektrycznej oświetlenia ulicznego dla Programu Priorytetowego NFOŚiGW-SOWA

**Inwestor:**

Miasto Cieszyn  
43-400 Cieszyn  
ul. Rynek 1



**Autorzy opracowania:**

mgr inż. Jacek Majcher  
mgr inż. Dariusz Redziński

## Spis treści:

1.	Wprowadzenie .....	4
1.1.	Cel niniejszego opracowania.....	4
1.2.	Warunki uczestnictwa w Programie Priorytetowym NFOŚiGW SOWA .....	5
1.3.	Definicje skrótów użytych w opracowaniu.....	7
1.4.	Możliwe do uzyskania efekty rzeczowe i ekologiczne .....	8
2.	Charakterystyka projektu .....	9
2.1.	Podstawowe informacje .....	9
2.1.1.	Tytuł .....	9
2.1.2.	Lokalizacja projektu.....	9
2.2.	Definicja projektu.....	9
3.	Ocena jakości oświetlenia dróg i terenów użyteczności publicznej oraz wskazanie kierunków działania w celu dostosowania do obowiązujących norm.....	11
3.1.	Metodologia wykonania inwentaryzacji.....	11
3.2.	Inwentaryzacja- Organizacja Bazy Danych Systemu Oświetleniowego.....	12
3.2.1.	Struktura Bazy danych warstwy Latarnie .....	12
3.2.2.	Skrzynki sterujące oświetleniem SON, SOK.....	14
3.3.	Ogólna ocena.....	15
3.3.1.	Analiza typów i modeli opraw w Mieście Cieszyn.....	17
3.3.2.	Stan systemu oświetlenia drogowego na dzień zakończenia Audytu .....	19
3.3.3.	Zgodność z Normami .....	20
3.3.4.	Skrzynki sterujące .....	21
3.4.	Wnioski z inwentaryzacji oświetlenia.....	21
3.5.	Przeciwdziałanie zjawisku Light pollution.....	21
4.	Analiza techniczno-technologiczna pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej .....	23
4.1.	Sprzęt oświetleniowy - źródła światła.....	23
4.1.1.	Półprzewodnikowe źródła światła (SSL - Solid State Lighting) .....	23
4.1.2.	Źródła światła typu HPS [Sodowe wysokoprężne] .....	24
4.1.3.	Źródła światła HPS - wielojarznikowe .....	24
4.1.4.	Porównanie skuteczności (efficacy) źródeł światła.....	25
4.2.	Sprzęt oświetleniowy - Oprawy .....	28
4.3.	Analiza możliwości stosowania opraw równoważnych .....	35
4.4.	Skrzynki sterująco - pomiarowe oświetlenia.....	35
4.5.	Systemy sterowania.....	36
4.5.1.	System z zegarem czasu z możliwością internetowej transmisji.....	36
4.5.2.	System z kontrolerem oraz analizatorem.....	37
4.5.3.	Analiza rozwiązań układów sterowania .....	38
4.5.4.	Ryzyka związane z układami sterowania .....	39
4.6.	System stabilizacji i redukcji napięcia (mocy) .....	39
4.7.	Słupy oświetleniowe .....	39
5.	Analiza Wariantów technicznych zamierzenia inwestycyjnego .....	40
5.1.	Wariant I – HPS porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji.....	40
5.2.	Wariant II - wersja HPS z układami stabilizacji i redukcji napięcia .....	40
5.3.	Wariant III - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed HPM, HPS i po modernizacji wersja mieszana HPS i LED.....	42
5.4.	Wariant IV - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed HPM, HPS i po modernizacji wersja mieszana HPS i LED.....	43
6.	Analiza finansowa proponowanych wariantów realizacji przedsięwzięcia pod względem kosztów konserwacji oświetlenia ulicznego oraz opłat za energię elektryczną. ....	45
6.1.	Model kosztów utrzymania oświetlenia ulicznego .....	45
6.2.	Analiza kosztów eksploatacji systemu przed i po modernizacji .....	46
6.2.1.	Założenia modernizacji.....	46
6.2.2.	Rozliczenie kosztów energii ex post dla 2012 r., przed modernizacją .....	46
6.2.3.	Prognoza energii dla nominalnego czasu użytkowania.....	46
6.2.4.	Symulacja wariantu I – modernizacja oprawami HPS.....	47
6.2.5.	Symulacja wariantu II – modernizacja oprawami HPS z redukcją.....	47

6.2.6.	Symulacja wariantu III – modernizacja oprawami LED .....	47
6.2.7.	Symulacja wariantu IV – modernizacja oprawami HPS/LED.....	48
6.2.8.	Analiza kosztów mocy Umownej [2013] .....	48
6.2.9.	Analiza czasu eksploatacji systemu oświetleniowego w ciągu roku.....	48
6.2.10.	Wnioski z Analizy kosztów energii elektrycznej oraz czasu eksploatacji oświetlenia ulic.....	49
6.3.	Analiza całkowitych kosztów utrzymania oświetlenia ulicznego (memoriałowo). .....	49
7.	Porównanie wariantów zamierzenia inwestycyjnego oraz wybór wariantu optymalnego .....	50
7.1.	Analiza finansowa proponowanych wariantów realizacji przedsięwzięcia pod względem nakładów koniecznych do poniesienia na inwestycję.....	50
7.1.1.	Wariant I - oprawy HPS [sodowe] bez redukcji .....	50
7.1.2.	Wariant II - oprawy HPS [sodowe] z redukcją.....	50
7.1.3.	Wariant III -LED.....	51
7.1.4.	Wariant IV -LED w ograniczonym budżetom zakresie .....	52
7.1.5.	Porównanie symulowanych wariantów proponowanych wariantów pod względem technicznym i finansowym.....	53
7.2.	Wybór wariantu optymalnego.....	53
8.	Analiza oddziaływania na środowisko.....	56
8.1.	Wylczenie wskaźnika ekologicznego .....	56
8.2.	Zanieczyszczenie powietrza w trakcie modernizacji.....	57
9.	Analiza instytucjonalna .....	58
9.1.	Wykonalność instytucjonalna projektu.....	58
9.3.	Stosunki umowne .....	63
9.4.	Propozycje metody kontroli efektów inwestycji.....	63
9.4.1.	Określenie zakresu kontroli.....	63
9.4.2.	Numeracja Opraw .....	64
9.4.3.	Numeracja Skrzynek sterujących SON, SOK-Obwodów .....	64
10.	Analiza finansowa - rozliczenie inwestycji .....	66
10.1.	Nakłady inwestycyjne na realizację projektu .....	66
10.1.1.	Harmonogram rzeczowo-finansowy nakładów na budowę .....	66
10.1.2.	Koszty projektu.....	66
10.1.3.	Nakłady w okresie eksploatacji .....	66
10.2.	Źródła finansowania projektu .....	66
10.2.1.	Analiza możliwości finansowania inwestycji oświetleniowej .....	66
11.	Rachunek zysków i strat dla projektu.....	69
11.1.	Rachunek przepływów pieniężnych Inwestora w okresie realizacji i eksploatacji inwestycji ...	69
11.2.	Przepływy pieniężne z inwestycji w 20 letnim okresie referencyjnym .....	69
11.3.	Porównanie kosztów sposobów finansowania zamierzenia inwestycyjnego.....	70
12.	Wylczenie wskaźnika DGC.....	72
13.	Wnioski ostateczne.....	72
13.1.	Wartość przedmiotu zamówienia dla celów zamówienia publicznego. ....	73
13.2.	Wartość przedmiotu zamówienia (modernizacji) dla celów Uchwały Rady Miasta. ....	73
14.	Procedura administracyjna w celu rozpoczęcia inwestycji.....	74
14.1.	Dokumenty dla Wariantu optymalnego .....	74
14.2.	Dokumenty dla wariantu na konstrukcjach wsporczych OSD.....	74
15.	Załączniki do Analizy .....	74
16.	Harmonogram spłat pożyczki 120 M bez karencji .....	75

# 1. Wprowadzenie

---

## 1.1. Cel niniejszego opracowania

Celem głównym niniejszego Audytu jest zbadanie możliwości zmodernizowanie oświetlenia ulicznego, przy kryteriach określonych w Regulaminie Konkursu o dofinansowanie ze środków NFOŚiGW i środków zgromadzonych na Rachunku klimatycznym przedsięwzięć realizowanych w ramach Programu priorytetowego NFOŚiGW p.t.:

**System zielonych inwestycji (GIS –Green Investment Scheme), część 6)SOWA - Energooszczędne oświetlenie uliczne. Okres wdrażania programu: 2013-2015. Konkurs I rok 2013.**

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 oświetlenia dróg, ulic oraz obiektów kubaturowych,
  - Analizy możliwych sposobów finansowania inwestycji, w szczególności w ramach Programu priorytetowego SOWA
7. 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.
8. W związku z wszczętym przez Narodowy fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej [zwany dalej NFOŚiGW] Programem Priorytetowym SOWA, wskazanie możliwości lub jej braku w procesie ubiegania się o środki finansowe z tego Programu.

## 1.2. Warunki uczestnictwa w Programie Priorytetowym NFOŚiGW SOWA

**Kluczowe parametry** tego programu to:

1. Dotacja dla całego programu **160 mln zł**
2. Preferencyjny zwrotna forma dofinansowania **[pożyczka]** ze środków NFOŚiGW dla JST 196 mln- na warunkach WIBOR minus 1,5 pp., ale nie mniej niż 3%.
3. dofinansowanie w formie dotacji: **do 45 %** kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia;
4. dofinansowanie w formie pożyczki: **do 55%** kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia

**Okres wdrażania:**

1. Termin wdrażania programu – 2013 -2015
2. Alokacja środków – 2014
3. Wydatkowanie środków: do 31.12.2015 r.

**Terminy:**

1. Okres kwalifikowalności kosztów: **od 01.01.2012 r., do 31.12.2015 r.**
2. Termin składania wniosków do udziału w konkursie: **do 30.04.2013 r.**
3. Termin publikacji Regulaminu Konkursu: **nie później niż do 28.02.2013 r., jest opublikowany od 10.01.2013 r.**

**Warunki przedmiotowe uczestnictwa:**

1. minimalne ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> o **40%** w wyniku realizacji przedsięwzięcia;
2. minimalne ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> o **250 Mg/rok** w wyniku realizacji przedsięwzięcia

**Kryterium selekcji:**

1. miarą selekcji jest efektywność kosztowa – nazwana **DGC** [Dynamicznego Kosztu Jednostkowego]

**Warunki finansowe:**

1. maksymalna kwota dotacji **15 mln zł;**
2. maksymalna kwota pożyczki **18,3 mln zł;**
3. oprocentowanie zmienne WIBOR 3M minus 150 pkt bazowych (w skali roku), ale nie mniej niż 3 %. Odsetki z tytułu oprocentowania spłacane są na bieżąco w okresach kwartalnych. Pierwsza spłata na koniec kwartału kalendarzowego, następującego po kwartale, w którym wypłacono pierwszą transzę środków,
4. okres finansowania: pożyczka może być udzielona na okres nie dłuższy niż **10 lat** liczony od daty pierwszej planowanej wypłaty transzy pożyczki,

5. okres karencji: przy udzielaniu pożyczki może być stosowana karencja w spłacie rat kapitałowych liczona od daty wypłaty ostatniej transzy pożyczki, lecz nie dłuższa niż **18 miesięcy** od daty zakończenia realizacji przedsięwzięcia,
6. pożyczka nie podlega umorzeniu.

### **Rodzaje przedsięwzięć objętych Programem Priorytetowym**

1. modernizacji oświetlenia ulicznego (m.in. wymiana: źródeł światła, opraw, zapłonników, kabli zasilających, słupów, montaż nowych punktów świetlnych w ramach modernizowanych ciągów oświetleniowych, jeżeli jest to niezbędne do spełnienia normy PN EN 13201),
2. montażu urządzeń do inteligentnego sterowania oświetleniem,
3. montażu sterowalnych układów redukcji mocy oraz stabilizacji napięcia zasilającego.

### **Koszty kwalifikowane**

1. **prace przygotowawcze (w tym koncepcje techniczne, audyty, raport o oddziaływaniu na środowisko, projekty budowlane i wykonawcze), pod warunkiem, że zostały wykazane we wniosku o dofinansowanie;**
2. koszt nabycia lub koszt wytworzenia nowych środków trwałych;
3. koszt montażu i uruchomienia środków trwałych; koszt nabycia materiałów lub robót budowlanych, pod warunkiem, że pozostają w bezpośrednim związku z celami przedsięwzięcia objętego wsparciem;
4. **nabycie wartości niematerialnych i prawnych dotyczących zarządzania oświetleniem np. oprogramowanie komputerowe, licencje;**
5. koszty utylizacji zdemontowanych elementów oświetlenia (np. rtęciowych źródeł światła);
6. koszt nadzoru.
7. Podatek VAT jest kosztem kwalifikowanym pod warunkiem, że Wnioskodawca nie ma możliwości zwrotu lub odliczenia podatku VAT. W szczególności dotyczy to sytuacji, kiedy inwestycja realizowana jest bezpośrednio przez JST a urządzenia oświetleniowe nie będą źródłem jakiegokolwiek przychodu dla JST. Każda inna sytuację należy rozpatrywać indywidualnie.

### **Wartość wskaźnika emisyjności**

1. Zgodnie z wytycznymi Metodyki, [załącznik nr 2 konkursu GIS], dla krajowej sieci elektroenergetycznej, wyliczany przez Krajowego Operatora Zielonych Inwestycji na podstawie „ Tool to calculate the emission factor for an electricity system v 02” wynoszący - **0,89**
2. Zastosowanie do modernizacji oświetlenia ulicznego prowadzącego do zmniejszenia zużycia energii elektrycznej.
3. Do obliczeń należy przyjmować wartość nominalną czasu eksploatacji oświetlenia ulicznego dla strefy czasowej Polski tj. **4024 h**

### **Model modernizowanego obszaru**

1. Model modernizowanego obszaru przedstawiony będzie na mapie wektorowej w układzie współrzędnych geodezyjnych ortogonalnych płaskich [ bez współrzędnej wysokościowej] na tle warstwy obwodów rozliczeniowych.
2. Z mapy wektorowej, generowany będzie Raport mocy zainstalowanej przed modernizacją, mocy zainstalowanej po modernizacji, wolumen energii dla obu przypadków wyliczony dla wartości nominalnej czasu eksploatacji tj. **4024 h**
3. Dla celu wykazania wskaźnika redukcji emisji, w wyniku planowanej inwestycji modernizacyjnej, utworzony zostanie specjalny Raport generowany z bazy danych punktów świetlnych oraz obwodów rozliczeniowych w formie określonej w załączniku nr 2 do Regulaminu I konkursu GIS- Metodyka.

### **Monitorowanie wielkości emisji**

1. Monitorowanie zużycia energii odbywać się będzie wg danych otrzymanych z faktur handlowych, narastająco od początku zakończenia [odbioru końcowego] inwestycji do końca roku budżetowego.

2. Interwał rejestracji [odczytu licznika] jest niezależny od JST. O interwale decyduje OSD. Wartości podawane przez OSD jak również przez dostawcę energii na fakturach, mogą istotnie się różnić od wartości rzeczywistych wskazywanych przez liczniki energii. OSD często, nie czyta liczników w terminach niezbędnych do naliczenia faktury a obciążenia dokonuje na podstawie prognozy lub co gorsza normatywnego profilu zużycia. Stąd wartości miesięczne wolumenu mogą istotnie odbiegać od wartości rzeczywistych. Z naszego wieloletniego doświadczenia wynika, że wartości zużycia energii podawane przez OSD w cyklu 12 miesięcznym nie odbiegają istotnie od ich rzeczywistych wolumenów pobranych przez odbiorcę.
3. Dla obszarów o strukturze mieszanej tj. punktach świetlnych [zwanych dalej pś] modernizowanych i niemodernizowanych wolumen energii z ppe [punkt poboru energii] do celu monitoringu rozliczany będzie w oparciu o model mocy średnioważonej. W przeciwnym razie zaburzony zostanie model kontrolingu a wyniki będą w istocie nieporównywalne.
4. Roczny Raport będzie tworzony wg modelu przedstawionego powyżej. Raport będzie tworzony w systemie Informacji Przestrzennej lub innej bazie danych linkowanej do tego systemu.
5. Pierwszy Raport ma być generowany na koniec pierwszego roku budżetowego, który jest zgodny rokiem kalendarzowym. Kolejne zgodne z budżetowymi [kalendarzowymi]
6. Monitorowanie efektu ekologicznego ma zostać delegowane konkretnemu pracownikowi w formie oficjalnego zakresu obowiązków. Przydzielenie tego obowiązku osobie wskazanej z imienia i nazwiska ma stanowić załącznik do Wniosku.
7. Dokumentowanie zużycia energii. Głównie na podstawie dowodów finansowych [faktur] bądź protokołów z odczytów liczników w przypadku korekt zużycia.
8. Minimalny okres przechowywania to okres monitorowania+1 rok.
9. Do końca marca każdego roku po roku rozliczeniowym należy wypełniać kolejne kolumny Tabeli 2. Załącznika 3. Formularz ekologiczno-techniczny.
10. Raport wraz Opinią z jego weryfikacji należy dostarczyć do KOSZI/NFOŚIGW do 31 marca następującego roku.
11. Należy opracować Regulamin Zarządzania danymi podlegającymi monitorowaniu.
12. W przypadku różnicy pomiędzy wartością otrzymaną a planowaną większej niż 30% wymagane jest przedstawić pisemne uzasadnienie zaistniałej różnicy z dowodami źródłowymi w załączeniu.

### 1.3. Definicje skrótów użytych w opracowaniu

1. HPS - High Pressure Sodium – źródło światła sodowe, wysokoprężne. Skrót może być również używane, jako typ oprawy, która wyposażona jest w źródło sodowe wysokoprężne.
2. HPM – High Pressure Mercury –źródło rtęciowe wysokoprężne. Skrót może być używany, jako typ oprawy wyposażonej w źródło wysokoprężne
3. LED – Light Emmiting 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 przezroczystość [93%], wysoka odporność na promieniowanie UV [ nie żółknie] oraz niestety duża kruchość oraz niska odporność na uderzenia [IK O4].
5. PC- poliwęglan- tworzywo o dużej przezroczystości [ 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]	%	SOWA
Zmniejszenie mocy na skutek modernizacji [kW]	432,440	219,405	-213,04	-49,3%	min. 40%
Oszczędność energii na oświetlenie uliczne [MWh/rok]	1 740,14	882,89	-857,25	-49,3%	min. 40%
Ograniczenie emisji CO <sub>2</sub> [Mg]/rok	1 548,72	785,77	-762,96	-49,3%	min.250Mg
Liczba zmodernizowanych opraw [szt.]	1 791	1 791	0,00	0,0%	
Wartość inwestycji [zł] Wariant III		<b>5 640 318,00</b>			
Oczędność na energii [zł]	805 441	389 268	-416 172,15	-51,7%	
Oszczędność na konserwacji	197 680	180 090,00	-17 590,00		
<b>Oszczędność Razem</b>	1 003 121	569 358,43	<b>-433 762,15</b>		
<b>Wskaźnik DGC</b>	<b>295,14</b>				

### Komentarz do Tabeli efektu ekologicznego:

Miasto kwalifikuje się do Programu Priorytetowego SOWA, tylko w wariantach III i IV, z oprawami LED. W przypadku realizacji wariantu HPS, wymagane jest zastosowanie opraw HPS z systemem stabilizacji i redukcji napięcia zasilającego. W przypadku LED, opraw o zmiennym profilu obciążenia [redukcji poboru mocy] dostosowanym do zmiennego natężenia ruchu. Obecnie praktyczne wszystkie oprawy LED standardowo wyposażone są w tego typu rozwiązania oparte o kontrolery mikroprocesorowe. Rozpoczęcie przedsięwzięcia planowane jest na przełomie roku 2014/2015 a zakończenie do września 2015 r.

Zastosowana metodologia liczenia oszczędności w zużyciu energii w tabeli powyżej jest zgodna z Regulaminem konkursu oraz zalecaną metodyką rozliczania zmniejszenia emisji Programu NFOŚiGW- SOWA. Wariant na oprawach LED ma gorszy wskaźnik DGC w porównaniu z wariantem HPS, ze względu na wyższe koszty inwestycji, które w wystarczającym stopniu, nie są rekompensowane zmniejszeniem emisji, CO<sub>2</sub>. Przy tym w celu zachowaniu homogeniczności modernizowanych obszarów niezbędna jest zmodernizowanie większej liczby punktów świetlnych.

Zastosowana metodologia liczenia oszczędności w zużyciu energii, w tabeli powyżej, jest zgodna z Regulaminem konkursu oraz zalecaną metodyką rozliczania zmniejszenia emisji Programu NFOŚiGW- SOWA. 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, co jest zgodne z założeniami Regulaminu Programu Priorytetowego SOWA. 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:

**Wykonanie audytu energetycznego oświetlenia publicznego na terenie miasta Cieszyn.**

#### 2.1.2. Lokalizacja projektu

Projekt będzie realizowany w Mieście **Cieszyn**, woj. śląskie, powiat cieszyński.

---

### 2.2. Definicja projektu

#### 2.2.1. Tło społeczno-gospodarcze i położenie komunikacyjne Miasta Cieszyn

Cieszyn znajduje się w południowej części Polski, administracyjnie leży w południowej części województwa śląskiego, w powiecie cieszyńskim. Graniczy od północy z gminą Hażlach, od północnego wschodu z gminą Dębowiec, od wschodu i południa z gminą Goleiszów. Zachodnia granica miasta o długości ok. 9,7 km pokrywa się z granicą polsko-czeską, za którą leży miasto Czeski Cieszyn.

Według danych z 2007 Cieszyn ma obszar 28,69 km<sup>2</sup>, w tym użytki rolne: 55%, użytki leśne: 7%

Według danych GUS na 1 stycznia 2011 Cieszyn liczył 35 421 mieszkańców i jest 150. miastem w Polsce pod względem liczby mieszkańców oraz 2171. pod względem zajmowanej powierzchni.

#### 2.2.2. Transport i komunikacja

Cieszyn jest położony na szlaku tranzytowym z południa na północ Europy, przy międzynarodowej drodze E75 (w Polsce stanowiącej drogę krajową nr 1), ściślej: przy drodze ekspresowej S1. Na jego terenie do 21 grudnia 2007 znajdowały się trzy drogowe przejścia graniczne do Czech, przy czym Cieszyn-Boguszowice było największym przejściem drogowym na granicy polsko-czeskiej. Inną ważną drogą na terenie miasta jest droga wojewódzka nr 938 do Pawłowic, będąca najkrótszym połączeniem miasta z GOP i ROW. Drogi powiatowe prowadzą do Skoczowa, Ustronia, Dębowca i Lesznej Górnej.

#### 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. 2007 nr 19 poz. 115 z późniejszymi zmianami)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. 2010, nr 243 poz. 1623 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r.- Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity Dz. U. z 2010 Nr 113, poz. 759 z późn. zmianami)

##### **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 ulic, dróg Miasta, pod kątem poprawy ich efektywności energetycznej oraz zapewnienie zgodności z Polską Normą, przenoszącą normę europejską: PN-EN 13201 (Oświetlenie uliczne). Analiza modernizacji systemu oświetlenia dróg, porównuje następujące warianty działań (uwzględnione są oprawy, które zostały wskazane przez UM Cieszyn, jako oprawy przeznaczone do modernizacji w ramach programu SOWA):

##### 1. Wariant I - zastosowane oprawy typu HPS [sodowa wysokoprężna]- bez redukcji

Modernizacja wyeksploatowanych lamp sodowych i rtęciowych

- a. Modernizacja **1480 szt.** punktów świetlnych z **3335** istniejących punktów świetlnych (bez modernizacji pozostaje **1855** punktów świetlnych, które są w dobrym stanie)
- b. Oprawy o IP 66, obudowa aluminiowa, szklany klosz

##### 2. Wariant II - zastosowane oprawy HPS [sodowa wysokoprężna] - z redukcją

- a. Modernizacja **1480 szt.** punktów świetlnych z **3335** istniejących punktów świetlnych (bez modernizacji pozostaje **1855** punktów świetlnych, które są w dobrym stanie)
- b. Oprawy o IP 66, obudowa aluminiowa, szklany klosz
- c. Zastosowanie układów stabilizacji i redukcji mocy (82 szt.)

##### 3. Wariant III - zastosowanie oprawy LED z autonomicznym, zmiennym profilem obciążenia

Modernizacja w zakresie jak, powyżej, lecz przy zastosowaniu opraw LED:

- a. Modernizacja **1791 szt.** punktów świetlnych z **3335** wybranych, należących do miasta, istniejących punktów świetlnych (bez modernizacji pozostaje **1544** punktów świetlnych, które są w dobrym stanie)
- b. Zastosowanie układów stabilizacji i redukcji mocy (40 szt.)

Ilość opraw do modernizacji w wersji sodowej i LED różni się ze względu, iż do modernizacji LED przeznaczone są całe ciągi ulic.

##### 4. Wariant IV - zastosowanie oprawy LED z autonomicznym, zmiennym profilem obciążenia

Modernizacja dla wybranego przez zamawiającego zakresu - głównych ciągów komunikacyjnych miasta (ulice Graniczna, Wiadukt Boguszowice, Katowicka, Stawowa, Frysztacka, Przepilińskiego, 3 Maja, Górna, Hallera, Puńcowska, Wyższa Brama, Plac Wolności, Błogocka, Górny Rynek, Stalmacha, Korfantego, Kossak Szatkowskiej, Morcinka, Hażlaska, Majowa) przy zastosowaniu opraw LED:

- a. Modernizacja **835 szt.** punktów świetlnych z **3335** wybranych, należących do miasta, istniejących punktów świetlnych (bez modernizacji pozostaje **2530** punktów świetlnych)
- b. Zastosowanie układów stabilizacji i redukcji mocy (60 szt.)

Ilość opraw jest zwiększona o 58 szt., aby na wybranym obszarze spełnić wymagania normy PN-EN 13201.

### 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 **3 335** punktów świetlnych przeznaczonych do przeprowadzenia analizy i ewentualnej modernizacji w ramach programu SOWA. Dane uzyskane z inwentaryzacji geoinformatycznej, nieco odbiegają od wartości podanej, ze względu na stale trwające inwestycje, które często uwzględniane są w zestawieniach z pewnym opóźnieniem. Różnice są na tyle nieistotne, że nie wpływają znacząco na całość opracowania.

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 nie była 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., AsXS<sub>n</sub>, YKY)
  - data wprowadzenia punktu świetlnego
  - data modyfikacja 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 rozbięciu 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. Jest to sprawdzona metodologia przy opisie systemów oświetleniowych na obszarach zurbanizowanych. Metodologia ta pozwala na generowanie zestawień wynikających z załącznika nr 2 do

Regulaminu I Konkursu GIS [Metodyka]. W pierwszej fazie, przed modernizacją, zbadanie stanu faktycznego. Po modernizacji, utworzenie wzorca oraz monitorowanie efektów modernizacji, dla celów rozliczenia się z jego rezultatów przez Beneficjenta.

### 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], który pierwotnie nie był przedmiotem zamówienia. Autorzy opracowania przyjęli organizację danych tak, aby jak najdokładniej analitycznie opisać system. Przyjęta nomenklatura 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	Uklad	Poziomo, Pionowo	Menu

21	Liczba_opraw	Liczba oprav 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 oprav w obwodzie	Num
8	SMoc_Rzec	Całkowita moc rzeczywista oprav	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 może oraz uporządkowanie trwać nawet kilka lat.

### 3.3. Ogólna ocena

Na terenie miasta zainstalowane są oprawy, których właścicielem jest Miasto Cieszyn, oraz firma Tauron SA. Przez miasto przebiegają uczęszczane drogi krajowe i międzynarodowe, jak również wiele dróg lokalnych – wojewódzkich, powiatowych i gminnych o dużym natężeniu ruchu. Z tego powodu, dużą część opraw stanowią oprawy sodowe o dużej mocy, które w większości są w niezłym stanie technicznym.



*Panorama Cieszyna*

*źródło:pinger.pl*

W latach 1994 – 1999 były przeprowadzona modernizacja oświetlenia ulicznego w całym mieście. Stare wyeksploatowane oprawy rtęciowe i sodowe zostały zastąpione oprawami sodowymi, jak na ówczesne standardy dość dobrej klasy. Zainstalowane zostały oprawy wielu producentów – Philips, Elgo, Indal. Najbardziej zużyte są oprawy montowane przed 2000 r., klosze opraw są wyraźnie żółknięte i zostały one zaklasyfikowane do wymiany. Po 2000 roku były instalowane wyłącznie oprawy HPS. 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.

Wybieranie najtańszych rozwiązań po kilku latach eksploatacji przedstawiamy na fotografiach poniżej. Oprawy na zdjęciach są nie starsze niż 2-3 lata. Oprawy tego typu nie są od dłuższego czasu instalowane w Cieszynie.



OUSc

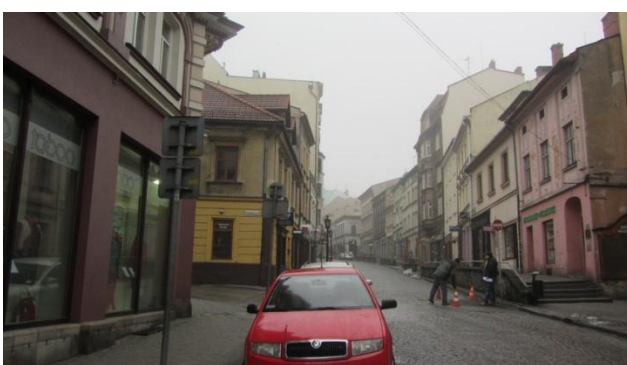


OUS

Poniżej kilka fotografii przykładów oświetlenia ulic w Cieszynie, które poddane zostały analizie. Jak Widać stan oświetlenia jest bardzo zróżnicowany - od niemal nowych opraw typu Selenium, po zupełnie wyeksploatowane oprawy HPS, instalowane przed 1999.



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







Oświetlenie było i w dalszym ciągu jest modernizowane. W chwili obecnej stan oświetlenia w wielu miejscach budzi zastrzeżenia pod kątem, jakości oświetlenia. Zrealizowana modernizacja, jednakże nie pozwala na kolejne szybkie, skuteczne i efektywne obniżenie wolumenu energii zużywanej do oświetlenia ulicznego. Możliwe jest przeprowadzenie modernizacji w oparciu o technologię LED (opis i koszt znajduje się w dalszej części opracowania) o zmiennym profilu obciążenia oraz zastosowanie reduktorów mocy dla opraw HPS (sodowych), 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 Mieście Cieszyn.**

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.



Oprawa SGS 101 (Philips)

Po kilku latach eksploatacji opraw powyższych można zaobserwować:

- a) Przydymiony klosz z PC
- b) Osad pod odparowanej deszczówce
- c) Utleniony klosz
- d) Utratę ok. 30% swojej sprawności.



SGS101



SGP 340 Selenium



IVC Indal



IVA Indal



OUSc



WSL (ES System)

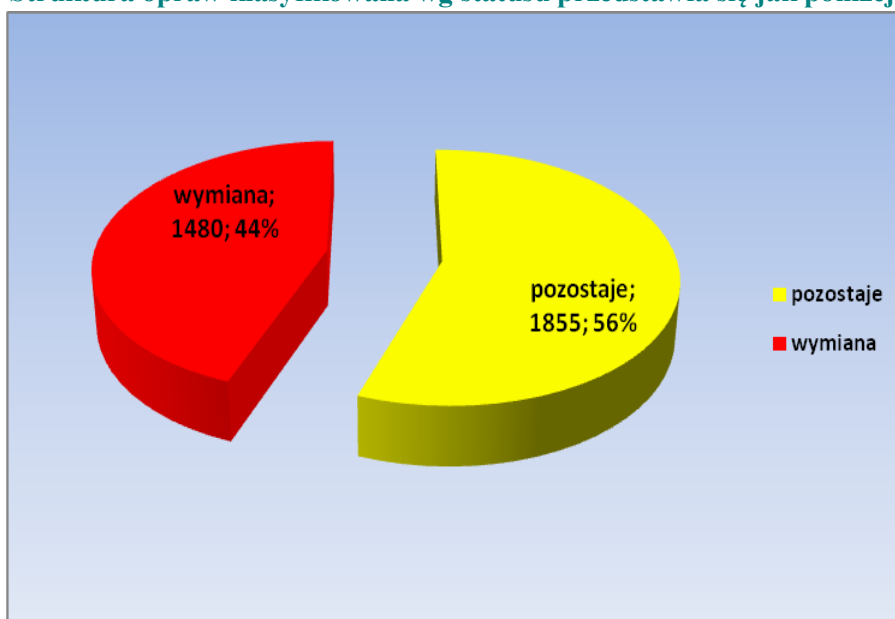
Poliwęglan stosowany w oprawach oświetleniowych ma niższą przezroczystość w stosunku do szkła lub szkła organicznego - PMMA o ok. 5-10% już na samym początku ich użytkowania. W późniejszym czasie (ok. 3 lat) klosz wykonany z PC wyraźnie na niekorzyść odróżnia się od kloszy wykonanych z PMMA lub szkła.

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

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

- W wyniku przeprowadzonej geoinformatycznej inwentaryzacji, na obszarze planowanej modernizacji w Mieście Cieszyn, zidentyfikowano **3 335** punktów świetlnych.
- W dużej części są to oprawy HPS - wysokoprężne lampy sodowe, które są w dużym stopniu wyeksploatowane. Ponadto, 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 oprav klasyfikowana wg statusu przedstawia się jak poniżej:**

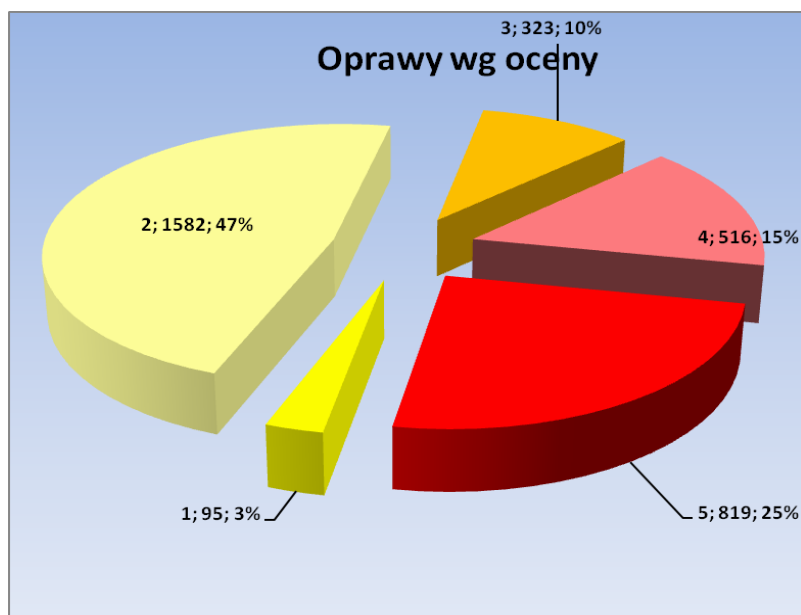


**Struktura oprav klasyfikowana wg stanu przezroczystości klosza oraz stanu komory lampy**



Struktura oprav przedstawia się, jak na wykresie słupkowym powyżej. Wg tej klasyfikacji 1677 [50%] oprav nie jest w stanie spełnić minimalnych wartości normy i wymaga wymiany. 667 [20%] oprav znajduje się w obszarze ryzyka [klosz 75%], na granicy normy i w ciągu kilku najbliższych lat może wymagać wymiany. 1658 [50%] z 3 335 poddanych ewidencji jest w bardzo 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, przezroczystości klosza oraz typu oprawy ustalona została łączna ocena punktu świetlnego [oprawy] w skali 5-o stopniowej, gdzie 1 oznacza wartość najwyższą a 5 najniższą. Ocena 4 i 5 oznacza oprawy bezwzględnie przeznaczone do wymiany.

### 3.3.3. Zgodność 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.

### 3.3.4. Skrzynki sterujące

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

---

## 3.4. 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 TAURON 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.

## 3.5. Przeciwdziałanie zjawisku Light pollution

Light pollution to angielska nazwa zjawiska zanieczyszczenia 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. Zanieczyszczenie światłem, z pewnością nawet w Polsce narusza standardy dobrego projektowania oświetlenia. Zjawisko zanieczyszczenia światłem w Mieście Cieszyn występuje 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 instalowane są pod kątem większym niż 30°

- Wszędzie tam, gdzie zainstalowane są oprawy typu "Kula" bez układu optycznego kierującego strumień świetlny w dolną półprzestrzeń.
- 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 zanieczyszczenia 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,
  - 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 mniej ekonomiczna niż klasyczna technologia oparta na źródłach sodowych. Porównując sprawność źródła i oprawy ze źródłem sodowym (dla mocy 70W) oraz oprawy ze źródłem LED (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

Mimo licznych zalet, podstawową wadą oświetleniową źródeł LED jest wartość strumienia świetlnego, porównywalna ze strumieniem świetlnym lamp sodowych oraz porównywalna efektywność oświetleniowa. Porównywalne lub lepsze efekty oświetleniowe, uzyskiwane na oprawach ze źródłami LED dotyczy tylko opraw LED uznanych i renomowanych producentów, których cena jest wielokrotnie wyższa niż klasycznych lamp sodowych. A więc:

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

Wysoka cena oznacza, iż za oprawę LED dobrej jakości o mocy 73W trzeba zapłacić około 1500 PLN, czyli czterokrotnie więcej niż za wysokiej 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), 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 staje się realną alternatywą dla klasycznego oświetlenia sodowego, w szczególności dla opraw o mocy mieszczących się w przedziale od **50 do, 150 W**, **które** najczęściej stosowane są w oświetleniu ulicznym.

Należy zwrócić uwagę na jeszcze jeden aspekt opraw LED. Oprawy LED dużej mocy są znacznie większe niż oprawy klasyczne. Spowodowane jest to koniecznością rozłożenia na dużej powierzchni znacznej ilości punktowych źródeł LED. Z tego powodu długość opraw niekiedy przekracza 1000 mm, co może spowodować kłopoty przy montażu opraw. Stare konstrukcje wsporcze (przede wszystkim energetyczne słupy ZN) i stare wysięgniki nie są przystosowane do montażu tak ciężkich i długich elementów. Zwłaszcza w warunkach zimowych może być to poważnym problemem..

#### **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 olśnienia

#### **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 typoszerzegu 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 znielowanie 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%

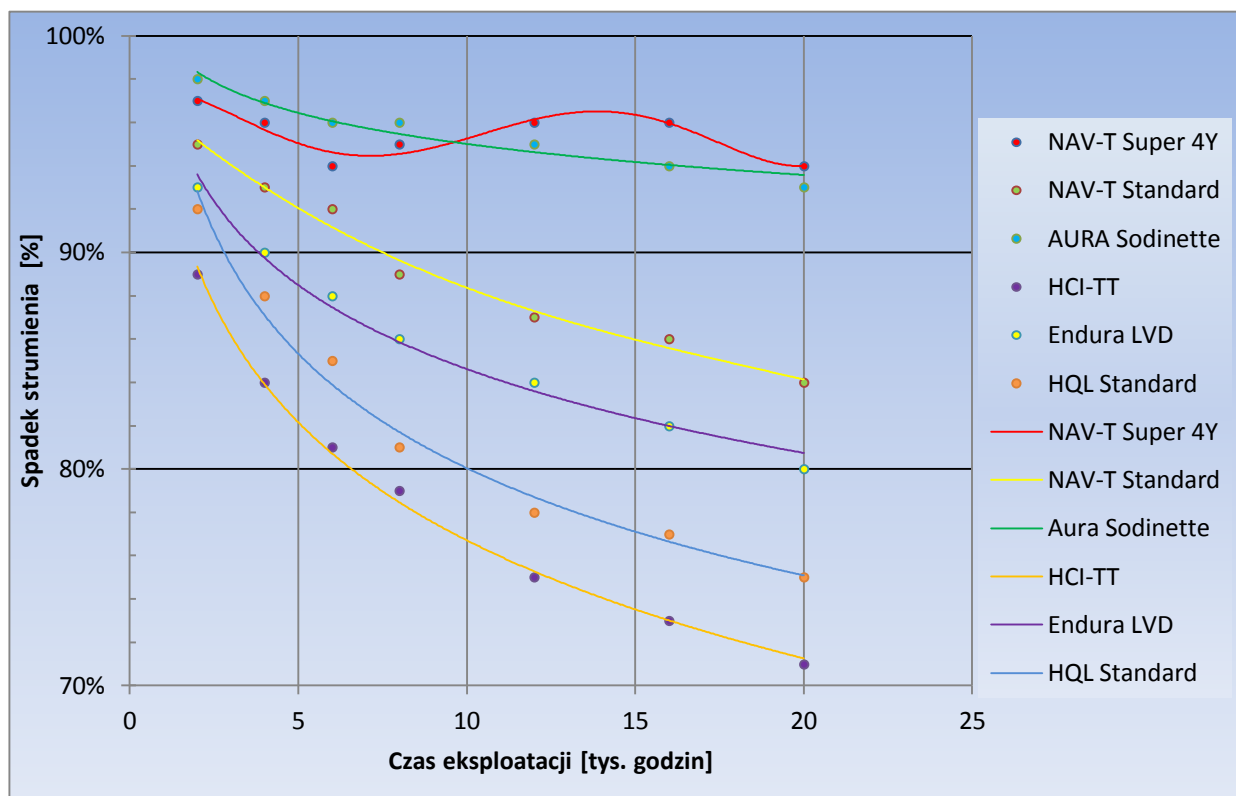
#### 4.1.4. Porównanie skuteczności (efficacy) źródeł światła

Porównanie opraw ze źródłami światła					
Lp	źródło 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. Rzęciowe: 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 rzęciowe typu HQL tracą 20% początkowego strumienia po okresie użytkowania, równym 10 tys. godzin. Odpowiada to 2,5 roku eksploatacji.

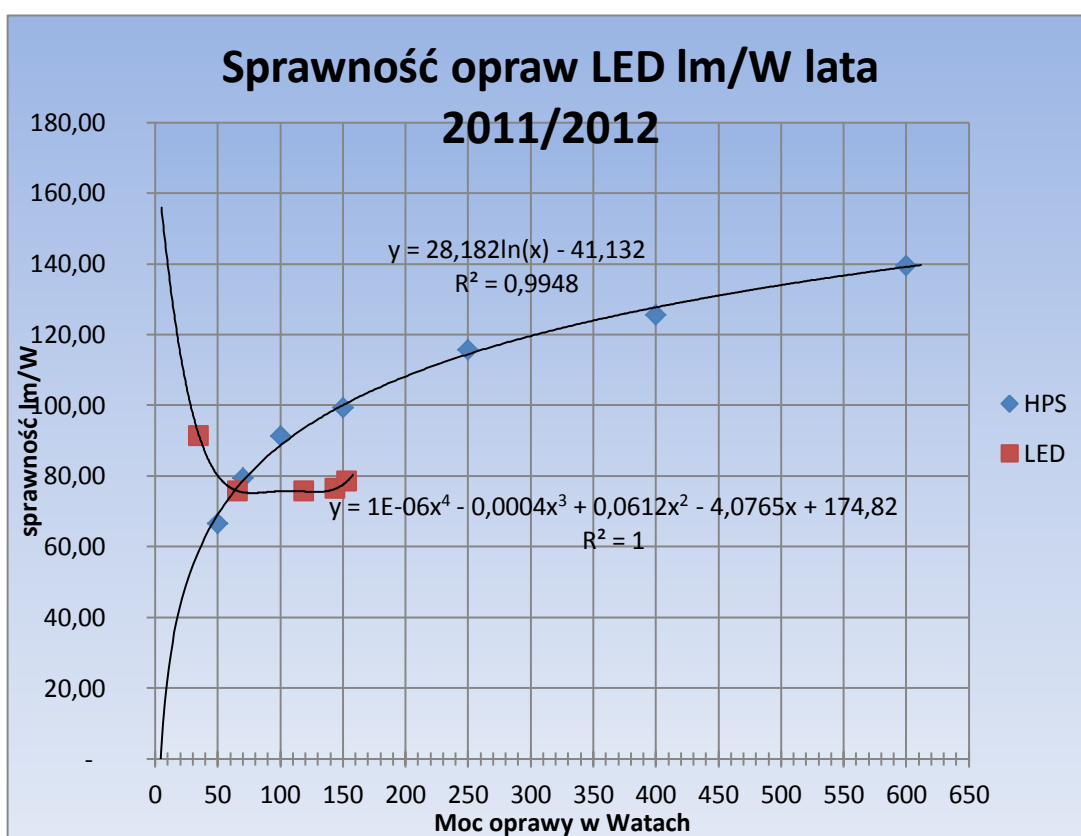
3. Źródło światła Endura LVD, reklamowane, jako posiadające trwałość 60 tys. godzin, 20% początkowego strumienia traci już po 1/3 nominalnego czasu użytkowania tj. już po 20 tys. godzin. Odpowiada to pracy przez okres 5 lat. Endura jest źródłem jarzeniowym (światłówka), zasilanym w sposób indukcyjny. Cechą źródeł jarzeniowych światła (tzw. światłówek) 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

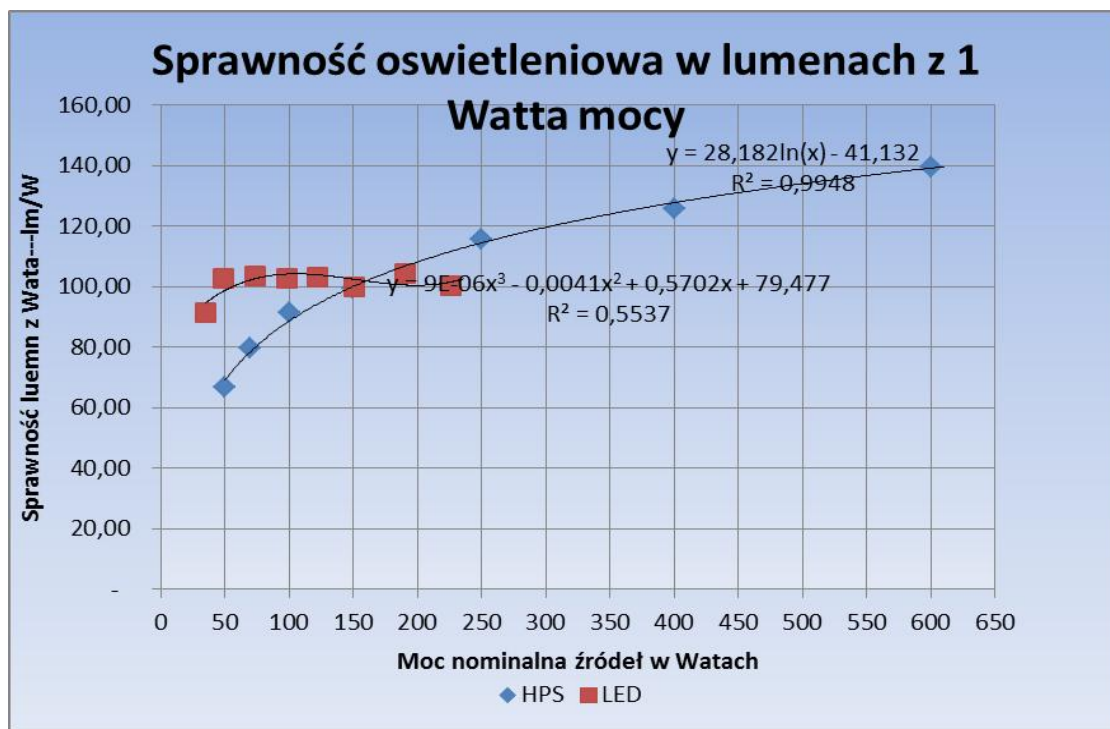


[Opracowanie własne rok 2011/2012. Źródło: Katalogi producentów]

## 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 oślepienia. 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  $IK \min. 0,4$
- 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 Schreder Lighting, ES System, Philips lub równoważne innych producentów.

#### 4.2.1. Nano 2 (Schreder)

Oprawy NANO charakteryzują się kompaktową budową oraz nowoczesnym wyglądem, przeznaczone są do oświetlenia ulicznego oraz przystosowane do źródeł światła o mocy: NANO 1 do 70 W, NANO 2 do 100W. Szczelność całej oprawy wynosi IP 66. Korpus wraz pokrywą wykonane są z wysokiej jakości odlewu aluminiowego malowanego proszkowo. Odbłyśnik oprawy wykonany jest z głęboko tłoczonego, polerowanego i anodyzowanego aluminium zamkniętego szklanym, wypukłym kloszem (wersja z poliwęglanu, jako opcja).



Oprawy NANO zostały zaprojektowane w taki sposób, aby zminimalizować ich budowę przy jednoczesnym zachowaniu wysokich właściwości fotometrycznych. Dodatkowo, zostały zaprojektowane z myślą o środowisku, przy użyciu materiałów łatwo przetwarzalnych: aluminium i szkło, (jako opcja dodatkowa klosz z poliwęglanu).

Wprowadzenie innowacyjnych mini-odbłyśników (miniR®), znacznie zredukowało wielkość oprawy przy jednoczesnym zachowaniu wysokiej wydajności fotometrycznej.

Dostęp do wnętrza oprawy bez użycia jakichkolwiek narzędzi następuje poprzez naciśnięcie klamry, znajdującej się w przedniej części pokrywy. Osprzęt elektryczny umieszczony modułowo na demontowalnej płycie.

#### 4.2.2. Ambar 2

AMBAR jest oprawą uliczną przystosowaną do źródeł światła o mocy do 150 W (Ambar 2) oraz do 400 W (Ambar 3). Szeroki zakres opraw Ambar jest połączeniem niezawodności oraz doskonałych właściwości fotometrycznych, dzięki czemu oprawy te mogą być przeznaczone do wielu zastosowań. Oprawa jest wyrazem miniaturyzacji przy jednoczesnym zoptymalizowaniu jej funkcjonalności. Szczelność całej oprawy to IP 66. Obudowa oprawy wykonana jest z wysokiej jakości odlewu aluminiowego. Układ optyczny składa się z głęboko tłoczonego, polerowanego i anodyzowanego aluminium zamkniętego kloszem ze szkła (płaska szyba, jako opcja). Osprzęt elektryczny umieszczony na demontowalnej płycie ze stali nierdzewnej. Uchwyt umożliwiający montaż bezpośrednio na słupie wykonany jest również z malowanego aluminium

Oprawy AMBAR zostały zaprojektowane w taki sposób, aby zminimalizować budowę oprawy przy jednoczesnym zachowaniu wysokich właściwości fotometrycznych. Dodatkowo, zostały zaprojektowane z myślą o środowisku przez wykonanie z materiałów łatwo przetwarzalnych: aluminium i szkło.

Możliwość zmiany położenia pozycji lampy względem odbłyśnika pozwala precyzyjnie dobrać rozsył oprawy do dowolnego otoczenia.

System Sealsafe® w połączeniu z kloszem wykonanym ze szkła hartowanego pozwala na zachowanie w całym okresie użytkowania szczelności komory optycznej oprawy na poziomie IP 66. Z upływem czasu szkło klosza nie ulega zmętnieniu oraz jest odporne na zabrudzenia.

Dostęp do komory osprzętu elektrycznego oprawy bez użycia jakichkolwiek narzędzi następuje poprzez naciśnięcie klamry znajdującej się w przedniej części pokrywy. Osprzęt elektryczny umieszczony modułowo na demontowalnej płycie. Dostęp do źródła światła następuje poprzez przekręcenie oprawy o 1/4 obrotu.



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

Inną oprawą zalecaną do stosowania, spełniającą wyspecyfikowane warunki techniczne jest oprawa Boyen produkcji ES SYSTEM.

#### Boyen (ES-System)



Oprawa jednokomorowa z korpusem wykonanym, jako ciśnieniowy odlew aluminiowy. Klosze z tworzywa (PC lub PMMA) albo w postaci płaskiej, hartowanej szyby. Wysoki stopień ochrony (IP66) przed wnikaniem

wilgoci i zanieczyszczeń. Gniazdo mocowania oprawy jest częścią korpusu i pozwala na płynną regulację kąta zawieszenia. Zwarta, kompaktowa budowa i opływowy kształt sprawiają, że oprawy doskonale komponują się z każdym otoczeniem.

Kolejną zalecaną alternatywą jest oprawa o nazwie Selenium produkcji Philips.

### Selenium (Philips)

Oprawa Selenium wyróżnia się niezwykłą trwałością, dzięki zastosowaniu do jej produkcji wysokiej jakości materiałów. Obudowa wykonana z odlewu aluminiowego 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. Jednocześnie, fasetonowy odbłyśnik wykonany z wysokiej czystości aluminium umożliwi 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 umożliwi 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

### 4.2.3. ClearWay [Philips]

ClearWay to przystępna cenowo oprawa do oświetlania dróg, oferująca znacznie niższe zużycie energii w porównaniu z rozwiązaniami konwencjonalnymi. Dzięki prostym, opływowym kształtom nie rzuca się w oczy i umożliwia integrację z dowolnym otoczeniem. Technologia LEDGINE zapewnia efektywne i jednolite rozprawdanie światła oraz ogromną elastyczność możliwych zastosowań. Instalacja i konserwacja są niezwykle proste dzięki bezpośredniemu dostępowi do złącz i zasilacza — bez użycia narzędzi!

W oprawach ClearWay zastosowano technologię LEDGINE. Ta specjalna technologia oświetlenia wielowarstwowego zapewnia płynny i równomierny rozsył światła. Dzięki źródłom LED o barwie neutralnej bieli (4000 K) oprawa ClearWay oferuje najlepsze połączenie jakości światła i wydajności.

Płaska szyba oprawy ClearWay zapobiega zjawiskom olśnienia i zanieczyszczenia światłem (pod kątem 90° światłość oprawy wynosi 0 kandel) oraz maksymalnie ułatwia czynności konserwacyjne.

Oprawa ClearWay pozwala ograniczyć zużycie energii o 70% w porównaniu do starych instalacji HPL i jest prawie o 40% bardziej wydajna niż oprawy SON-TPP w przypadku modernizacji.

Oprawy ClearWay gwarantują znacznie krótszy okres zwrotu kosztów inwestycji w porównaniu z konwencjonalnymi rozwiązaniami - od 2 do 4 lat przy zastąpieniu starej instalacji HPL oraz od 4 do 8 lat przy zastąpieniu instalacji z wysokoprężnymi lampami sodowymi.

Dokładne wartości zależą od konkretnej konfiguracji i cen energii. Zastosowanie dodatkowych urządzeń sterujących, np. wbudowanego sterownika Dynadimmer, może jeszcze bardziej skrócić okres zwrotu.

Prosta konstrukcja oprawy ClearWay sprawia, że oprawa jest bardzo łatwa w instalacji i konserwacji:

Nasada oprawy ClearWay jest obrotowa. Możliwość jej ustawienia w jednym z trzech nachyleń zapewnia niezbędną elastyczność przy modernizowaniu dotychczasowego układu oświetlenia. Nasada jest przystosowana do średnic słupów i wsporników w przedziale od 48 do 60 mm:

Przewód zasilający jest podłączany przez złącze z wtyczką i gniazdem.

Wbudowany sterownik Dynadimmer (DDF)

Wbudowany sterownik Dynadimmer to autonomiczne, fabrycznie zaprogramowane urządzenie zmieniające natężenie oświetlenia. Pozwala obniżyć rachunki za energię nawet o 50%. Dostępne są trzy standardowe programy o trzech różnych poziomach przyciemnienia (DDF1, DDF2 i DDF3)





### **Korzyści**

- Niskie nakłady początkowe
- Bardzo wysoka jakość światła
- Znaczne obniżenie zużycia energii (do ok. 30%)
- Standardowo wbudowany autonomiczny system redukcji mocy, pozwalający oszczędzić dodatkowo od 32 do 50% energii

### **Cechy**

- Zaprojektowane z myślą o technologii LED
- Długi okres eksploatacji
- Niskie zużycie energii w porównaniu z konwencjonalnymi oprawami

#### **4.2.4. Teceo [Schreder]**

Oprawy Teceo oferują zoptymalizowaną wydajność fotometryczną przy minimalnych kosztach inwestycyjnych. Jest to narzędzie do poprawy poziomów natężenia oświetlenia w dużych i małych miastach, przy jednoczesnym oszczędzaniu energii i zredukowanym wpływie opraw na środowisko. Oprawy Teceo występują w dwóch rozmiarach. Teceo 1 może posiadać aż do 48 LEDów, przez co jest idealnie dopasowanym rozwiązaniem do oświetlenia ulic osiedlowych, dróg miejskich, ścieżek rowerowych oraz parkingów, podczas gdy Teceo 2 mogące posiadać do 144 LEDów jest idealne do dużych dróg i autostrad. Oprawa jest wyposażona w system optyczny drugiej generacji LensoFlex2.



Rodzina Teceo zapewnia wysoką wydajność fotometryczną zoptymalizowaną dla konkretnego zastosowania oraz minimalne zużycie energii. Oprawy Teceo oferują szeroki wybór modułów LED, prądu sterującego oraz opcje ściemniania w celu dalszej maksymalizacji oszczędności energii i zapewnienia najbardziej opłacalnego rozwiązania. Istnieje możliwość zastosowania oprawy TECEO na słupie w wersji z dodatkowym dolnym

wysięgnikami, dzięki czemu ulice, boczne uliczki oraz duże powierzchnie mogą być oświetlone przy zastosowaniu tego samego typu opraw. Wysięgnik montowany do ściany umożliwia oświetlanie wąskich uliczek oraz innych słabo oświetlonych powierzchni.

### **Lensoflex 2**

Oprawy Teceo są wyposażone w system optyczny drugiej generacji LensoFlex2, bazujący na różnorodności specjalnych soczewek opracowanych przez firmę Schröder. System ten znajduje zastosowanie w przestrzeni miejskiej, gdzie innowacyjne zastosowania są wyznacznikiem jakości. LensoFlex2 działa na zasadzie dodawania krzywych fotometrycznych. Każda dioda jest połączona z konkretną soczewką generując kompletną krzywą fotometryczną oprawy. Strumień oprawy zmienia się w zależności od ilości zastosowanych diod.

### **Wydajność i elastyczność**

Oprawy Teceo są wyposażone w system optyczny oparty na modułowej ilości LED, dzięki czemu oferują szeroki zakres wyboru strumienia świetlnego. Mogą być również wyposażone w różnorodne zasilacze oraz opcje ściemniania. Dzięki uniwersalnemu uchwytowi montażowemu oprawa Teceo może być zainstalowana pod kątem, co pozwala uzyskać optymalną wydajność fotometryczną. Taka elastyczność zapewnia odpowiednie dopasowanie rozsyłu fotometrycznego do rzeczywistych potrzeb oświetleniowych konkretnej powierzchni.

### **Zalety**

- Zoptymalizowane zużycie energii oraz kosztów utrzymania
- Właściwe oświetlenie dzięki LensoFlex, zapewniające wysoką wydajność fotometryczną, komfort i bezpieczeństwo
- Elastyczny system optyczny o modułowej ilości LED
- FutureProof: szybki demontaż i wymiana optyki lub modułu zasilającego po zakończeniu okresu użytkowania
- Thermix i LEDSafe: zachowują wydajność oprawy w miarę upływu czasu
- Trwale i przetwarzalne materiały

### **Boyen [ES-System]**



Oprawa jednokomorowa z korpusem wykonanym, jako ciśnieniowy odlew aluminiowy. Zwarta, kompaktowa budowa i opływowy kształt sprawiają, że oprawy doskonale komponują się z każdym otoczeniem. Klosze w postaci płaskiej, hartowanej szyby, odbłyśnik z tworzywa sztucznego metalizowany. Wysoki stopień ochrony (IP66) przed wnikaniem wilgoci i zanieczyszczeń. Gniazdo mocowania oprawy jest częścią korpusu i pozwala na płynną regulację kąta zawieszenia. Źródłem światła są diody LED, trwałość eksploatacyjna 50 000h pracy, CRI=70. Oprawa przeznaczona do: oświetlenia ulic, chodników, placów, parkingów, terenów przemysłowych, itp. Zastosowana technologia 3S: save money, save energy, save time.

### 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. Nie dopuszczone konstrukcje nitowane lub blaszane]
- Stopień odporności klosza oprawy na uderzenia [IK 0,9 lub większe]
- Materiał z jakiego jest wykonany klosz [szkło lub PMMA, niedopuszczone 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 sterujące - pomiarowe oświetlenia

Proponujemy stosowanie szaf sterowniczych SON [Napowietrzne] lub SOK [Kablowe], zgodnych z załączonym schematem elektrycznym. 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, etery, 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

Cechy fizyczne	
Trwałość temperaturowa	II a
Trwałość na zdeformowanie	200° C
Trwałość na topnienie	2a
Trwałość na zapalenie	K1 F1
Trwałość na wchłanianie wody	60mg/4d
Cechy elektryczne	
Rezystancja powierzchniowa	1*10 <sup>11</sup>
Rezystancja skośna	1*10 <sup>14</sup>
Wytrzymałość udarowa	300 KV/cm
Odporność na prądy pelzające	CTI 600
Cechy mechaniczne	
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 z zegarem czasu z możliwością internetowej transmisji

Jako element załączający oraz sterujący oświetleniem ulicznym proponujemy zastosowanie zegarów astronomicznych typu CPA.

Zegar CPA 6.0 to sterownik przeznaczony do pracy w szafach oświetlenia ulicznego. Przygotowany do montażu na szynie DIN 35 mm, zajmuje 6 modułów. Po zainstalowaniu wystarczy wprowadzić współrzędnie geograficzne, sprawdzić poprawność daty i godziny oraz wprowadzić poprawki i parametry przerwy nocnej, jeśli jest wymagana. Można to zrobić za pomocą znajdujących się na płycie czołowej przycisków lub wcześniej przygotowany komplet nastaw wpisać przy użyciu bezprzewodowego pilota.

Od tego momentu sterownik pracuje praktycznie bezobsługowo. Godziny wschodów i zachodów słońca są obliczone na podstawie położenia geograficznego i daty. Sterownik wyposażony jest w czytelny wyświetlacz LCD zawierający dwie linie po osiem znaków.

Pozwala to na identyfikację bieżącego stanu pracy, wprowadzonych nastaw oraz dodatkowych informacji takich jak łączny czas załączania lub godziny najbliższego załączenia lub wyłączenia.

Dzięki wyposażeniu sterownika w łącze RS232 możliwa jest jego współpraca z dedykowanym modemem (dostarczanym osobno). Możliwa jest wtedy obsługa sterownika przez stronę www z dowolnego komputera podłączonego do Internetu.

#### Właściwości urządzenia:

- 2 niezależne wyjścia sterujące oświetleniem oraz dodatkowe wyjście sterowania licznikiem dwutaryfowym
- współpraca z wyłącznikiem zmierzchowym (nie jest wymagany)
- łatwe wprowadzanie poprawek z klawiatury
- współpraca z pilotem zdalnego wprowadzania nastaw przez łącze w podczerwieni
- automatyczna zmiana czasu lato / zima
- możliwość ograniczenia przerw nocnych w soboty, niedziele i święta

#### Parametry techniczne:

- ilość obwodów: 2 niezależne
- sterowanie licznikiem dwutaryfowym
- obciążalność prądowa wyjść 4A/230V



- zasilanie 230 V +5/-10% 50 Hz
- temperaturowy zakres pracy -30/+50 °C
- podtrzymanie 5 lat
- dokładność zegara 16 sek./miesiąc
- wymiary 105/90/75 (szerokość 6 modułów)
- obudowa do montażu na szynie DIN 35 mm

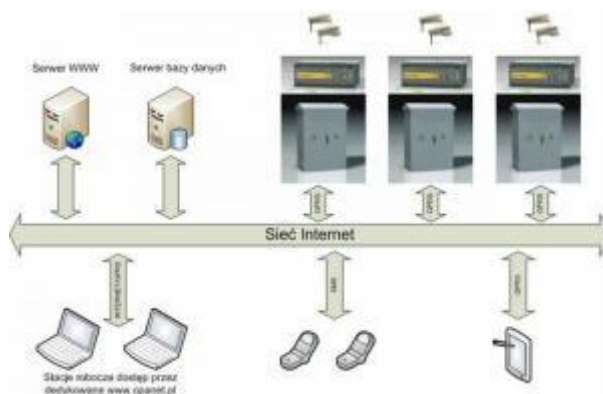
#### 4.5.2. System z kontrolerem oraz analizatorem

**CPA net** to system zdalnego monitorowania i zarządzania oświetleniem przez stronę www w czasie rzeczywistym z pozycji komputera oraz urządzenia mobilnego. Umożliwia inteligentne sterowanie oświetleniem w zależności od warunków pogodowych i natężenia ruchu ulicznego. W skład systemu CPA net wchodzi:

1. Zegar astronomiczny CPA net
2. Analizator sieci DMK52
3. 3 przekładniki, antena

CPA net posiada wbudowany odbiornik **GPS**, dzięki czemu urządzenie oblicza optymalne czasy wschodu i zachodu słońca w zależności od położenia geograficznego.

Z **GPS** pobierany jest dokładny czas, co eliminuje konieczność okresowej korekty zegara w urządzeniu. Po zamontowaniu go w szafie oświetleniowej następuje automatyczna lokalizacja sterownika na mapie strony **www**. Schemat poniżej przedstawia zasadę działania systemu **CPA net**:



Każdy użytkownik po zalogowaniu się na swoje konto pod adresem [www.cpanet.pl](http://www.cpanet.pl) ma wgląd we własną strukturę oświetleniową na interesującym go obszarze (miast, gmin).

Korzystając z **CPA net** mamy możliwość przeprowadzania wszelkich analiz dotyczących: poboru mocy, zużycia energii, sytuacji alarmowych oraz parametrów sieci.

Możliwość zastosowania funkcji „zapal oświetlenie SMS-em”

**CPA net** współpracuje z reduktorami mocy oraz sygnałami wejściowymi typu: fotokomórka, kaskada itp.

#### Właściwości CPA net z Analizatorem sieci:

- Pełna kontrola i zarządzanie przez stronę www w czasie rzeczywistym
- Komunikacja: GPRS, SMS, CSD
- Synchronizacja czasu GPS
- Automatyczna konfiguracja sterownika w zależności od położenia geograficznego
- Zapis i odczyt wszystkich parametrów
- Analiza parametrów sieci typu: prąd, napięcie, moc, energia...
- Analiza sytuacji alarmowych
- Archiwizacja danych alarmowych i pomiarowych
- System raportowania
- Bezpieczeństwo danych - połączenie szyfrowane HTTPS

- Autoryzacja użytkowników (login, hasło) oraz nadawania różnych uprawnień
- Wybór wersji językowej (Google Translator)
- Zdalna wizualizacja urządzenia
- Zdalna wymiana oprogramowania i ustawień po GPRS (darmowa przez 24 m-ce)
- Możliwość załączania oświetlenia z SMS (z telefonu komórkowego, stron www) dla pojedynczych sterowników lub grup jednocześnie
- Automatyczne wyliczanie strefy czasowej oraz automatyczna zmiana czasu Zima/Lato
- Opcjonalne uwzględnienie warunków pogodowych i natężenia ruchu na proces sterowania wyjść
- Lokalizacja sterowników na mapie (np. Google maps)
- Zarządzanie grupami sterowników
- Darmowy dostęp do oprogramowania na stronie WWW

#### **Parametry techniczne:**

- zasilanie 85-264 VAC, 47-440 Hz
- 8 wyjść (4 wyjścia zwierne + 4 wyjścia przełączne)
- 8 wejść zwiernych (konfigurowane niezależnie, jako alarmowe/informacyjne/nadzorujące)
- obciążalność prądowa wyjść 1A
- wymiary gł/szer/wys. 110/142/102 (9 modułów)
- stopień ochrony IP-20
- temperatura otoczenia -20/70 °C
- awaryjne zasilanie z wbudowanego akumulatora
- wskaźniki LED na panelu czołowym: wejścia, wyjścia, GSM, GPRS, GPS, Zasięg sieci, Akumulator
- instalacja sterowników typu "Plug & Play"
- prosty montaż przy pomocy złącz typu Fenix
- zarządzanie systemem ze strony web on-line, (PC, PDA, iPhone)
- połączenie szyfrowane HTTPS
- wyjścia konfigurowane niezależnie (6 trybów pracy: astronomiczny, dobowy, kaskada, serwis, redukcja, pogodowy)
- możliwość wprowadzenia do 10 wyjątków profili sterujących
- synchronizacja czasu i położenia z GPS (odbiornik wbudowany SiRF III)
- odrębne poprawki w schematach sterowania poszczególnych profili dla Lata i Zimy
- współpraca z Analitycznym licznikiem energii po MODBUS RS485
- Analiza parametrów sieci (napięcie, prąd, moc: czynna, bierna, pozorna, współczynnik mocy)
- natychmiastowe raportowanie i analizowanie sytuacji alarmowych (zanik napięcia zasilania, zanik poszczególnych faz, przekroczenie/obniżenie mocy, alarmy: wejść i wyjść)
- raportowanie alarmów do serwera web oraz na predefiniowane numery telefonów zintegrowana Analiza raportów (wszelkie sytuacje alarmowe zgrupowane w dobowe / miesięczne ramy czasowe)
- zarządzanie grupami sterowników (wcześniej predefiniowanych)
- współpraca z reduktorami mocy oraz sygnałami wejściowymi typu: kaskada, fotokomórka, inne
- możliwość współpracy z systemami SCADA

#### **4.5.3. Analiza rozwiązań układów sterowania**

Przykładowe propozycje umieszczone w analizie, pokazują w istocie trendy panujące w sterowaniu oświetleniem ulicznym. Pierwsze rozwiązanie, prostsze, bo nie zawierające analizatora sieci jest dostępne od pewnego czasu, ale w części internetowej transmisji danych [zdalne sterowanie parametrami oświetlenia jak np. czasem załączania i wyłączania] nie jest praktycznie używane przez inwestorów. Inwestorzy nie zamawiają modemów do transmisji, pozostawiając tylko funkcjonalność podstawową. W obu przedstawionych systemach, dostęp do danych jest możliwy przez stronę www, która zarządzana jest przez producenta urządzeń, co wiąże się z dodatkowymi opłatami na jego rzecz, miesięcznie w wysokości około 10-20 zł od punktu sterowania. Dodatkowo należy wносить opłatę miesięczną na rzecz operatora sieci komórkowej, w wysokości od 10 do 20 zł od punktu sterowania. Jako projektanci systemów sterowania, preferujemy rozwiązania, w których

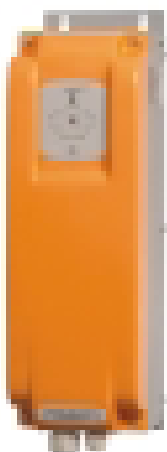
koncentracja danych oraz panel sterowania jest lokalizowany w siedzibie inwestora. Koszty ograniczone są wtedy do pokrywania abonamentu M2M transmisji danych tj. 10-15 zł miesięcznie od punktu sterowania a wszystkie dane są na serwerze inwestora. Oznacza to oszczędność roczną ok. 10-20 tys. złotych.

#### 4.5.4. Ryzyka związane z układami sterowania

Skomplikowane kontrolery sterujące narażone są na przepięcia, 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 przepięć 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. System stabilizacji i redukcji napięcia (mocy)

- Stabilizuje robocze napięcie pracy na 230 V (w sieci występuje obecnie często napięcie 240 V. Skutkuje to dodatkowym poborem w wysokości około 8 %)
- Pozwala zmniejszyć napięcie zasilania o 35 V do 195 V, ze skokiem, co 2,5 V
- Zmniejsza moc maksymalnie o 35%



Reduktor jednofazowy 1x10A



Reduktor trójfazowy 3x 30A-125 A

#### 4.7. Słupy oświetleniowe

Na terenie Miasta Cieszyn oświetlenie drogowe i uliczne realizowane jest w oparciu o konstrukcje wsporcze:

- oświetlenie drogowe, wykorzystujące napowietrzne linie abonenckie.

Słupy linii napowietrznych pozostają bez zmian. Są to słupy typu ŻN i EPV. Zaleca się natomiast wymianę osprzętu napowietrzego na osprzęt izolowany, oraz wymianę linii przesyłowych z linek gołych AL., na przewody napowietrzne izolowane, typu AsXS<sub>n</sub>. Przewody typu AsXS<sub>n</sub> należy dobierać zgodnie z normami i przepisami energetycznymi w zależności od planowanej mocy instalowanej na poszczególnych obwodach. Linie napowietrzną, oświetleniową powinien stanowić oddzielny przewód AsXS<sub>n</sub> minimum 2x25mm<sup>2</sup>. 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 - w oparciu o technologię źródeł światła wyładowczych typu HPS
2. Wariant II – z zastosowaniem systemu zmiennego profilu obciążenia w układzie HPS
3. Wariant III - w oparciu o technologię opraw ze źródłami LED ze zmiennym profilem obciążenia
4. Wariant IV – w oparciu o technologię opraw ze źródłami LED ze zmiennym profilem obciążenia, tylko wybrane drogi o największej mocy zainstalowanej,
5. Zastosowaniu sterowania internetowego dla wariantów wymienionych w punktach od 1 do 3

### 5.1. Wariant I – HPS porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji

#### Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Demontaż wyeksploatowanych opraw,
- Wymiana wyświetlników, wraz z instalacją zabezpieczeń oraz opraw HPS, wg Programu Funkcjonalno-Użytkowego.
- Sterowanie w oparciu o zegary astronomiczne z telementagementem i analizą parametrów sieci.
- Zastosowanie źródeł światła o trwałości 48 tys. godzin

Tabela 1

Lp	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja klasyczna		
		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa NAV-T 70 W	1 848	83	153,38	2 108	83	174,96
2	Sodowa NAV-T 100 W	444	115	51,06	425	115	48,88
3	Sodowa NAV-T 150 W	599	176	105,42	726	176	127,78
4	Sodowa NAV-T 250 W	419	285	119,42	59	285	16,82
5	Rtęciowa HQL 250 W	8	265	2,12	0	265	0,00
6	LED 112W	1	124	0,12	1	124	0,12
7	LED 48W	16	57	1	16	57	0,91
	<b>RAZEM:</b>	<b>3 335</b>		<b>432,44</b>	<b>3 335</b>		<b>369,47</b>

Analiza porównawcza mocy zainstalowanej wykonana jest w następnym punkcie

### 5.2. Wariant II - wersja HPS z układami stabilizacji i redukcji napięcia

#### Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

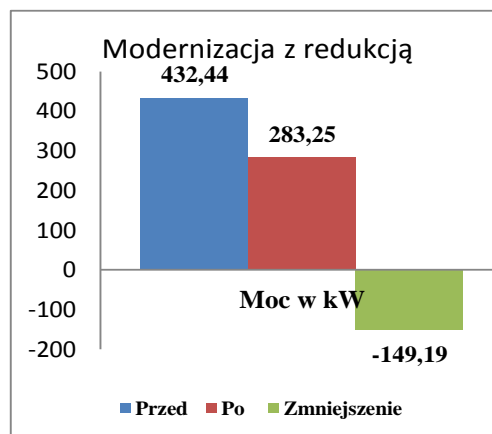
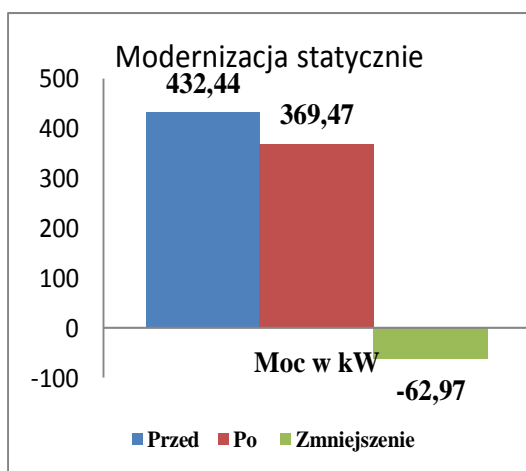
- Demontaż wyeksploatowanych opraw
- Wymiana wyświetlników, wraz z instalacją zabezpieczeń oraz opraw HPS, wg Programu Funkcjonalno-Użytkowego.
- Sterowanie w oparciu o zegary astronomiczne z telementagementem i analizą parametrów sieci.
- **Zastosowanie układów redukcji mocy dla opraw HPS, instalowanych w punktach sterowania**
- Zastosowanie źródeł światła o trwałości 48 tys. godzin
- Struktura i ilość opraw jak w wariantcie poprzedzającym



Tabela 2 Porównanie wersji HPS oraz HPS z redukcją

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja klasyczna	Wersja z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	3 335	3 335	3 335
2	Pobór mocy	kW	432,44	369,47	283,25
3	Redukcja mocy	%		-14,56%	-34,50%

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **369,47 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **62,97 kW**, czyli około **15% a dynamicznie 281,31 kW/34,74%.** Obrazowo można to określić, że **moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 1805 szt. opraw o mocy nominalnej 70W.**



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji.

### 5.3. Wariant III - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed HPM, HPS i po modernizacji wersja mieszana HPS i LED

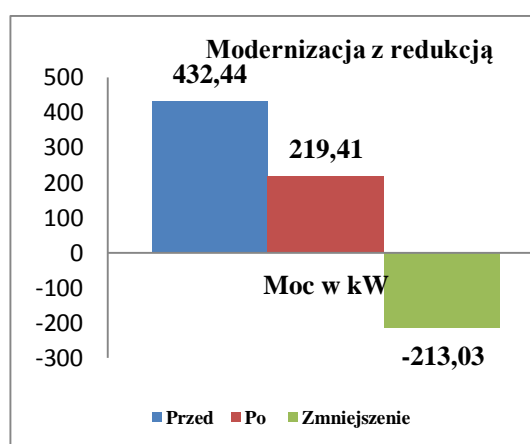
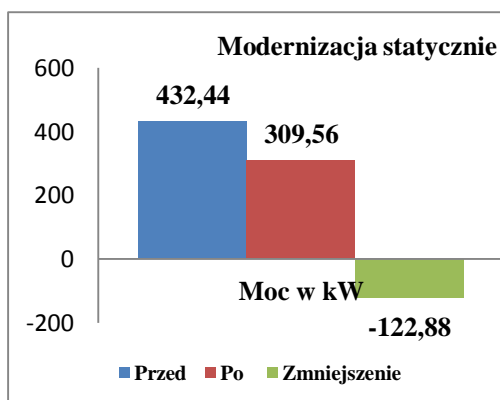
Tabela 3

Lp	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja LED			Moc HPS/LED
		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	
1	Sodowa NAV-T 70 W	1 848	83	153,38	1 126	83	93,46	
2	Sodowa NAV-T 100 W	444	115	51,06	114	115	13,11	
3	Sodowa NAV-T 150 W	599	176	105,42	285	176	50,16	
4	Sodowa NAV-T 250 W	419	285	119,42	3	285	0,86	
5	Rtęciowa HQL 250 W	8	265	2,12	0	265	0,00	
6	LED 112W	1	124	0,12	0	124	0,00	157,58
7	LED 48W	16	57	0,91	16	50	0,80	
8	LED 49W	0	57	0,00	798	57	45,49	
9	LED 73W	0	82	0,00	335	82	27,47	
10	LED 98W	0	106	0,00	319	106	33,81	
11	LED 122W	0	131	0,00	339	131	44,41	151,98
	<b>RAZEM:</b>	<b>3 335</b>		<b>432,44</b>	<b>3 335</b>		<b>309,56</b>	<b>309,56</b>

Tabela 4

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z Profilem
1	ilość punktów świetlnych	szt.	3 335	3 335	3 335
2	Pobór mocy	kW	432,44	309,56	219,405
3	Redukcja mocy	%		-28,42%	-49,26%

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **309,5 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **122,88 kW**, czyli około **29 %**. Dla profilu zmiennego obciążenia będzie to odpowiednio: **219,41 kW**, zmniejszenie **213,03kW** czyli **49,26%**. **Obrazowo można to określić, że moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 2 500 szt. opraw o mocy nominalnej 70W**



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

## 5.4. Wariant IV - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed HPM, HPS i po modernizacji wersja mieszana HPS i LED

Ze względów Budżetowych rozpatrywany jest wariant LED o mniejszej liczbie punktów świetlnych ale porównywalnym efekcie ekologicznym. Można to uzyskać, wybierając do modernizacji wybrany fragment miasta, który ma obecnie zainstalowane oprawy o dużej mocy, lecz ze względu na ich dobry stan, nie kwalifikowane do wymiany na etapie inwentaryzacji. Zamawiający dokonał wyboru zakresu, na który składają się:

- główne ciągi komunikacyjne miasta (ulice Graniczna, Wiadukt Boguszowice, Katowicka, Stawowa, Frysztacka, Przepilińskiego, 3 Maja, Górna, Hallera, Puńcowska, Wyższa Brama, Plac Wolności, Błogocka, Górny Rynek, Stalmacha, Korfantego, Kossak Szatkowskiej, Morcinka, Hażlaska, Majowa),

Zakres ilościowy, przy zastosowaniu opraw LED, przedstawia się, jak poniżej:

- Modernizacja **835 szt.**, punktów świetlnych z **3 335** wybranych, należących do miasta, istniejących punktów świetlnych (bez modernizacji pozostaje **2 500** punktów świetlnych)
- Zastosowanie układów stabilizacji i redukcji mocy (60 szt.)

Ilość opraw jest zwiększona o 58 szt., aby na wybranym obszarze spełnić wymagania normy PN-EN 13201

**Tabela 5**

Lp	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja LED			
		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	Moc HPS/LED [W]
1	Sodowa NAV-T 70 W	1 848	83	153,38	1 785	83	148,16	
2	Sodowa NAV-T 100 W	444	115	51,06	347	115	39,91	
3	Sodowa NAV-T 150 W	599	176	105,42	298	176	52,45	
4	Sodowa NAV-T 250 W	419	285	119,42	103	285	29,36	
5	Rtęciowa HQL 250 W	8	265	2,12	8	265	2,12	271,98
6	LED 112W	1	124	0,12	1	124	0,12	
7	LED 48W	16	57	0,91	16	50	0,80	
8	LED 73W	0	82	0,00	144	82	11,81	
9	LED 98W	0	106	0,00	417	106	44,20	
10	LED 122W	0	131	0,00	216	131	28,30	85,11
	<b>RAZEM:</b>	<b>3 335</b>		<b>432,44</b>	<b>3 335</b>		<b>357,21</b>	<b>357,09</b>

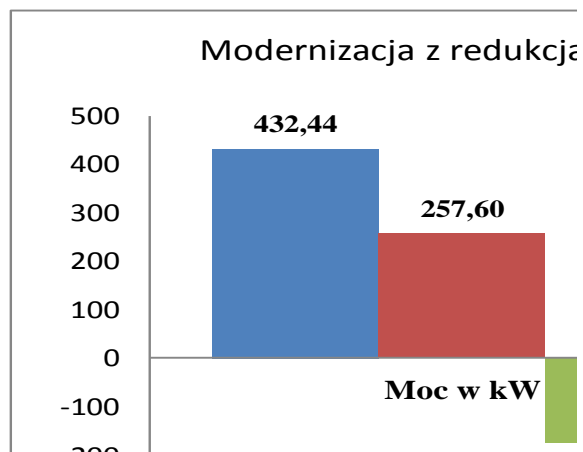
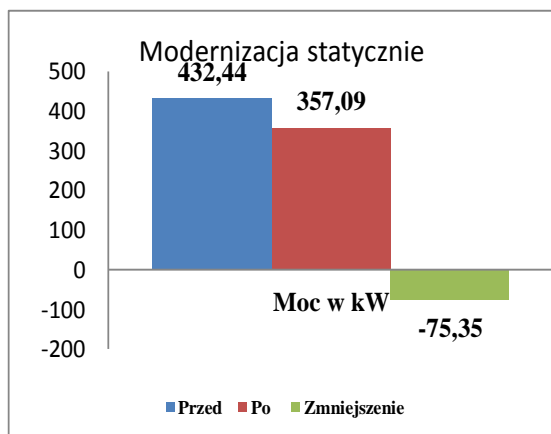
Moc obszaru z oprawami HPS, statycznie będzie wynosiła 271,98 kW, a dla obszaru LED 85,11 kW. Oprawy HPS można, bezpiecznie „redukować” profilem dynamicznym, zgodnym z taryfą C12b, odpowiednio 10%-15% dzień i 30%-35% noc. Dla opraw LED ten profil, odpowiednio będzie 15%-20% dzień i 65%-60% noc. Dla analizowanego wariantu przyjęty został profil redukcji HPS 10% dzień, 65% noc a dla LED 15% dzień i 60% noc.

**Tabela 6**

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z Profilem
1	ilość punktów świetlnych	szt.	3 335	3 335	3 335
2	Pobór mocy	kW	432,44	357,09	257,603
3	Redukcja mocy	%		-17,42%	-40,43%

- **moc rzeczywista** dla całego systemu, po wykonaniu modernizacji, będzie wynosiła **357,09 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło, statycznie ok. **75,35 kW**, czyli około **17 %**. Obrazowo można to

określić, że moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 850 szt. opraw o mocy nominalnej 70W. Dynamicznie będzie to **176,64 kW**, czyli **40,85%**. Przy czym, zarówno dla HPS i LED jeszcze można dokonać, maksymalnie ok. 5% redukcji.



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

## 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

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

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

$$K_e = K_{edzień} + K_{enoc}$$

Gdzie dla 2012 roku:

$K_e$  - koszt energii w zł

$P_z$  - moc zainstalowana w kW = 432,44, użytkowana 395,394 kW 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 Cieszyna to 331,90 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\*0,2818 dzień, kWh\*0,2219 noc

$Dys$  - zmienna stawka taryfowa dystrybucji -> koszt zależy od energii -> kWh\*0,1192 dzień, kWh\*11,92 noc

$StDys$  - opłata przesyłowa stała, zależy od mocy umownej -> Stawka stała dystrybucji =  $PU * StDys * 12 \Rightarrow 93 * 2,80 \text{ zł} * 12 \text{ mies.}$

$JAK$  - Jakościowa dystrybucja -> koszt zależy od wolumenu energii ->  $JAK * kWh$ . Występuje u tego operatora w wysokości: 0,0065 zł/kWh 2012

$i$  - ilość obwodów oświetleniowych od 1 do  $n = 93$

$A$  - Abonament dystrybucyjny od każdej umowy -> koszt zależy od ilości umów -> 4,86 zł netto \* 12 mies. \* ilość Umów.

$OP$  - opłata przejściowa -> koszt zależy od mocy umownej -> 1,06 x 331,90 kW

$OH$  - opłata handlowa - koszt zależy od ilości umów -> 0 z/mc

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

Koszt całkowity utrzymania oświetlenia ulicznego to:

$$K_c = K_e + K_k + VAT23\%$$

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

$K_k$  - koszt konserwacji netto

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	Nie
3	zmiana taryfy rozliczeniowej	Nie
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. Źródła światła o 48 tys. godzin gwarancji.
5. Oprawy aluminiowe IP66 ze szklanym lub PMMA kloszem.
6. Konserwacja przez podmiot dokonujący modernizacji (w okresie gwarancji)

### 6.2.2. Rozliczenie kosztów energii ex post dla 2012 r., przed modernizacją

1. Stan przed modernizacją
2. Taryfa **C12b** dla **93** obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny **2012**, podstawą rozliczenia roczne zużycie energii **1 551 447,58 kWh**. Koszt energii **720 142,69 zł**
4. Dostawca energii w 2012 z przetargu, dystrybucja Tauron Dystrybucja SA,
5. **Moc zainstalowana 432,44 kW [używana 395,374 kW]**,
6. **Moc Umowna 331,90 kW, dla czasu nominalnego 4024 h/rocznie – faktycznie 3924 h/rocznie**

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
395,4	DzienC12B	1308	517 149,19	0,2818	0,1192	3 361,47	5 575,9	0,00	4221,77	5423,76	225 959,74	277 930,48
395,4	NocC12B	2616	1 034 298,38	0,2219	0,1192	6 722,94	-	-	0,00	-	359 522,12	442 212,21
331,9	umowna	3 924	1 551 447,58	0,401	0,341	0,0065	1,40	-	1,06	4,86	585 481,86	720 142,69
	Rzeczywisty czas eksploatacji	3 924	1 551 447,58	Średnioważona ceny MWh							585 481,86	720 142,69
		3 924	1 551 447,58	464,17469							585 481,86	720 142,69

### 6.2.3. Prognoza energii dla nominalnego czasu użytkowania

1. Stan przed modernizacją,
2. Moc rzeczywista, użytkowana równa zainstalowanej **432,44 kW**.
3. Taryfa **C12b** dla wszystkich **93** obwodów rozliczeniowych,
4. Ceny **2012**, wolumen energii **1 740 138,56 kWh**,
5. Dostawca energii z przetargu, dystrybucji **TAURON DYSTRYBUCJA SA**,
6. **Moc Umowna 331,90 kW**,
7. Średni czas eksploatacji - tj. 4024 h/rocznie przy nominalnym czasie 4024 h/rocznie.

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [ kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opłata przejściow	Abona-ment	Netto	Brutto
432,4	DzienC12B	1341	579 902,04	0,2818	0,1192	3 769,36	5 575,9	0,00	4221,77	5423,76	251 531,53	309 383,78
432,4	NocC12B	2683	1 160 236,52	0,2219	0,1192	7 541,54	-	-	0,00	-	403 298,21	496 056,80
331,9	umowna	4 024	1 740 138,56	0,401	0,341	0,0065	1,40	-	1,06	4,86	654 829,74	805 440,58
Nominalny czas eksploatacji		4 024	1 740 138,56	Średnioważona cena MWh							654 829,74	805 440,58
		4 024	1 740 138,56	462,86003							654 829,74	805 440,58

#### 6.2.4. Symulacja wariantu I – modernizacja oprawami HPS

1. Stan po modernizacji oprawa HPS,
2. Taryfa C12b dla wszystkich 93 obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny dystrybucji i energii 2013, dostawca energii z przetargu,
4. Moc zainstalowana statyczna 369,47 kW,
5. Moc umowna 480 kW,
6. Zużycie energii 1 486 747,28 kWh, przy nominalnym czasie eksploatacji 4024 h rocznie,
7. Koszt 639 196,87 zł. Średnioważona cena MWh = 429,9297 zł/MWh

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [ kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opłata przejściow	Abona-ment	Netto	Brutto
369,5	DzienC12B	1341	495 459,27	0,2245	0,1250	4 161,86	12 441,6	0,00	1785,60	5356,80	196 908,87	242 197,91
369,5	NocC12B	2683	991 288,01	0,1922	0,125	8 326,82	-	-	0,00	-	322 763,38	396 998,95
480	umowna	4 024	1 486 747,28	0,350	0,317	0,0084	2,16	-	0,31	4,80	519 672,25	639 196,87
Nominalny czas eksploatacji		4 024	1 486 747,28	Średnioważona cena MWh							519 672,25	639 196,87
		4 024	1 486 747,28	429,9297							519 672,25	639 196,87

#### 6.2.5. Symulacja wariantu II – modernizacja oprawami HPS z redukcją

1. Stan po modernizacji, oprawami HPS z układami zmiennego profilu obciążenia,
2. Taryfa C12b dla wszystkich 93 obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny 2013, dostawca energii z przetargu,
4. Moc zainstalowana statyczna 369,47 kW, średnioważona dynamiczna 283,25 kW,
5. Umowna 432 kW,
6. Zużycie energii 1 139 814,95 kWh, przy nominalnym czasie eksploatacji 4024 h rocznie.

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [ kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opłata przejściow	Abona-ment	Netto	Brutto
332,5	DzienC12B	1341	445 913,34	0,2245	0,1250	3 745,67	12 441,6	0,00	1785,60	5356,80	179 176,39	220 386,95
258,6	NocC12B	2683	693 901,61	0,1922	0,125	5 828,77	-	-	0,00	-	225 934,36	277 899,27
480	umowna	4 024	1 139 814,95	0,350	0,317	0,0084	2,16	-	0,31	4,80	405 110,75	498 286,22
Nominalny czas eksploatacji		4 024	1 139 814,95	Średnioważona cena MWh							405 110,75	498 286,22
		4 024	1 139 814,95	437,16414							405 110,75	498 286,22

#### 6.2.6. Symulacja wariantu III – modernizacja oprawami LED

1. Stan po modernizacji ze stabilizacją napięcia oraz układem redukcji mocy
2. Taryfa C12b dla wszystkich 93 obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny 2013, dostawca energii z przetargu,
4. Moc zainstalowana statyczna 309,56 kW, średnioważona dynamiczna 219,41 kW,
5. Moc umowna 402 kW,
6. Czas eksploatacji – 4024 h rocznie,
7. Wolumen energii 882 886,75 kWh, koszt 389 268,43 zł rocznie.

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [ kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opłata przejściow	Abona-ment	Netto	Brutto
271,0	DzienC12B	1341	363 417,71	0,2245	0,1250	3 052,71	10 419,8	0,00	1495,44	5356,80	147 339,28	181 227,31
193,6	NocC12B	2683	519 469,05	0,1922	0,125	4 363,54	-	-	0,00	-	169 139,12	208 041,12
402,0	umowna	4 024	882 886,75	0,350	0,317	0,0084	2,16	-	0,31	4,80	316 478,40	389 268,43
Nominalny czas eksploatacji		4 024	882 886,75	Średnioważona cena MWh			219,41	157,58	151,98		316 478,40	389 268,43
		4 024	882 886,75	440,90415				309,56			316 478,40	389 268,43

## 6.2.7. Symulacja wariantu IV – modernizacja oprawami HPS/LED

1. Stan po modernizacji ze stabilizacją napięcia oraz układem redukcji mocy dla HPS
2. Taryfa **C12b** dla wszystkich obwodów,
3. Ceny **2013**, dostawca energii z przetargu,
4. Moc zainstalowana statyczna **357,21 kW**, średnioważona dynamiczna **255,80 kW**,
5. Moc umowna **412 kW**,
6. Czas eksploatacji – 4024 h rocznie,
7. Wolumen energii **1 036 594,89 kWh**, koszt **453 648,41 zł rocznie**.

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
317,1	DzienC12B	1341	425 265,30	0,2245	0,1250	3 572,23	10 679,0	0,00	1532,64	5356,80	169 770,93	208 818,24
227,9	NocC12B	2683	611 329,60	0,1922	0,125	5 135,17	-	-	0,00	-	199 048,92	244 830,17
412	umowna	4 024	1 036 594,89	0,350	0,317	0,0084	2,16	-	0,31	4,80	368 819,85	453 648,41
Nominalny czas eksploatacji		4 024	1 036 594,89	Średnioważona cena MWh							368 819,85	453 648,41
		4 024	1 036 594,89	437,63327							368 819,85	453 648,41

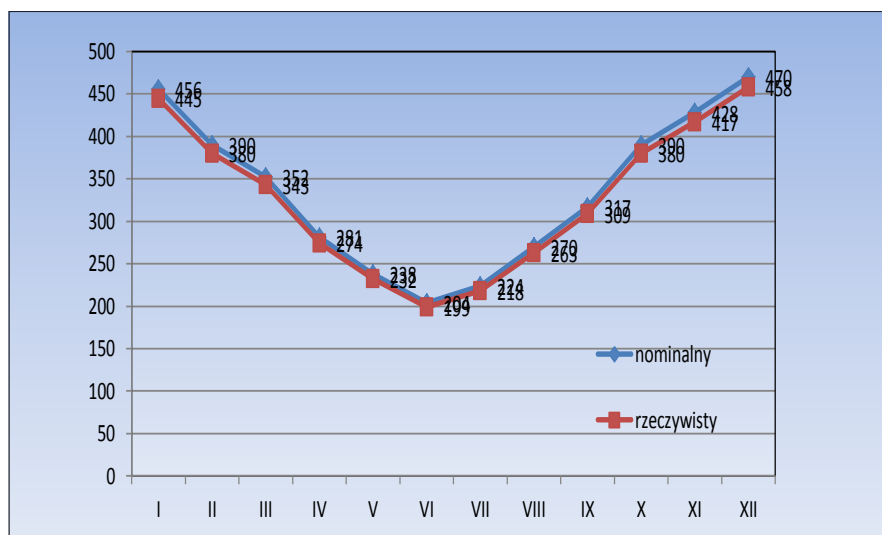
## 6.2.8. Analiza kosztów mocy Umownej [2013]

Tabela 8

Stan 2012	Moc Umowna [kW]	Taryfa	Opłata Dystr. Stała	Opłata przejściowa	Netto	Brutto	Korzyść na mocy umownej
Obecnie	331,90	C12b	8 602,85	1 234,67	9 837,52	12 100,14	
Moc wymagana	562,00	C12b	14 567,04	2 090,64	16 657,68	20 488,95	8 388,80
Modernizacja W-II	480,00	C12b	12 441,60	1 785,60	14 227,20	17 499,46	5 399,31
Modernizacja W-IV	412,00	C12b	10 679,04	1 532,64	12 211,68	15 020,37	2 920,22
			2,16	0,31	2,47		

Obecnie moc umowna wynosi dla oświetlenia ulicznego 331,90 kW, przy zainstalowanej statycznej 432,44 kW. Uwzględniając definicję mocy przyłączeniowej, jako średniej maksymalnego poboru w ciągu próbkowane przez 15 minut w interwale czasowym jednej doby, otrzymujemy maksymalną moc umowną w wysokości 562 kW. Po modernizacji, miasto nie zyskałoby na obniżeniu kosztów stałych usługi dystrybucji.

## 6.2.9. Analiza czasu eksploatacji systemu oświetleniowego w ciągu roku



Wykres przedstawia roczny profil eksploatacji oświetlenia ulicznego, w podziale na miesiące kalendarzowe. Linia niebieska przedstawia profil roczny, tzw. Nominalny 4024 godzin w skali roku. Jest to suma czasów pomiędzy zachodami i wschodami słońca, który uznaje się za wzorcowy do załączania i wyłączania oświetlenia.



W praktyce jednak, ze względu na różny poziom zmroku, w zależności od pory roku, pogody lub innych czynników atmosferycznych, czas załączenia i wyłączenia oświetlenia ulicznego może się różnić od wzorcowego. Miasto Cieszyn, zwykle przesuwając czas załączenia o 15 minut o wyłączenia przyspiesza o 15 minut. Nie ma to wpływu, na jakość oświetlenia ulic, ale powoduje znaczące oszczędności. Czerwona linia przedstawia przebieg czasu świecenia dla Miasta Cieszyn. Wartość oczekiwana czasu świecenia powinna znajdować się pomiędzy tymi liniami. Przekroczenie linii niebieskiej jest niekorzystne i powinno się jemu przeciwdziałać. System pracowałby zbyt długo, powodując straty. Poniżej linii czerwonej, zbyt krótko, co mogłoby skutkować pogorszeniem bezpieczeństwa na drodze

#### 6.2.10. Wnioski z Analizy kosztów energii elektrycznej oraz czasu eksploatacji oświetlenia ulic

1. System eksploatowany jest średnio przez 97,5 % nominalnego czasu.
2. Wyłonienie nowego dostawcy energii może przynieść istotne obniżenie kosztów energii.
3. Czas eksploatacji systemu oświetleniowego mieści się w tolerancji przewidzianej dla położenia geograficznego Miasta Cieszyna i nie odbiega od parametrów określonych przez Program SOWA.

#### 6.3. Analiza całkowitych kosztów utrzymania oświetlenia ulicznego (memoriałowo).

Koszty energii konserwacji wg Danych Miasta (wg danych księgowych). Dane do obliczeń były pozyskane od Zamawiającego, na podstawie wypełnienia Ankiety do Audytu, dokonane podczas prowadzonych wywiadów, z pracownika odpowiedzialnym merytorycznie za zakres objęty wywiadem. Ponadto, źródłem danych były faktury zakupu energii oraz usługi dystrybucji z lat 2012 oraz początku 2013.

**Tabela 9**

Tytuł	2012 Realizacja	%	2013 Budżet
Oplata za energię Tauron	-		-
Oplata za energię UM	720 142,69	3%	742 520,00
Oplata za energię Razem	<b>720 142,69</b>	<b>3%</b>	<b>742 520,00</b>
Konserwacja wł. UM	156 437,04	-20%	124 809,92
Konserwacja wł. Tauron Dystrybucja	14 946,96	388%	72 870,08
<b>RAZEM energia i konserwacja</b>	<b>891 526,69</b>	<b>5%</b>	<b>940 200,00</b>
Inne (modernizacja)	-		-
<b>RAZEM</b>	<b>891 526,69</b>	<b>5%</b>	<b>940 200,00</b>
<b>Koszt jed kons. pkt. Św. Tauron Dys.</b>	<b>1,44</b>	<b>388%</b>	<b>7,00</b>
<b>Koszt jed kons. pkt. Św. UM</b>	<b>5,28</b>	<b>-20%</b>	<b>4,22</b>
<b>Liczba oprav UM</b>	<b>2 467</b>	<b>100%</b>	<b>2 467</b>
<b>Liczba oprav Tauron Dystrybucja</b>	<b>868</b>		<b>868</b>
<b>Liczba oprav Razem</b>	<b>3 335</b>	<b>0%</b>	<b>3 335</b>

Koszty konserwacji w 2012 r. – 5,28 zł/punkt świetlny, należy do jednych z niższych w kraju.

## 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 - oprawy HPS [sodowe] bez redukcji

Wariant I - HPS polega na możliwie pełnym zrealizowaniu celu, zmodernizowaniu poprzez remont odtworzeniowy, wyeksploatowanego systemu oświetleniowego Miasta. 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 wyświetników, zabezpieczeń i opraw na oprawy sodowe, źródła o trwałości 48 000 h.
- Sterowanie w oparciu o zegary astronomiczne z modemem GPRS.

#### Szacunkowa wycena nakładów inwestycyjnych w wariantcie I

Tabela 10

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych	Brutto		Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Modernizacja wyeksploatowanych, zużytych 1480 opraw oświetleniowych	1480	1 472,74	1 772 077,40	2 179 655,20
2	Montaż zegarów astronomicznych z modemem GPRS	82	1 300,00	86 666,67	106 600,00
RAZEM				1 858 744,07	2 286 255,20

#### 7.1.2. Wariant II - oprawy HPS [sodowe] z redukcją

Wariant II polega na uzupełnieniu Wariantu I o system stabilizacji i redukcji napięcia, w celu zmniejszenia zużycia energii w godzinach, kiedy ruch uliczny jest na niskim poziomie. System projektowany ma się wyróżniać energooszczędnością przy jednoczesnym spełnieniu europejskiej normy oświetleniowej PN-EN 13201. W tym wariantcie zakładamy, że uzyskamy większe oszczędności w zużyciu energii oraz niższe koszty eksploatacji niż w rozpatrywanym Wariantcie I.

#### Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Wymiana wyświetników, zabezpieczeń i opraw na oprawy sodowe, źródła o trwałości 48 000 h.
- Sterowanie w oparciu o zegary astronomiczne z modemem GPRS.
- Zastosowanie układów redukcji mocy

## Szacunkowa wycena nakładów inwestycyjnych w wariantcie II

Tabela 11

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych	Brutto		Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Modernizacja wyeksploatowanych, zużytych 1480 opraw oświetleniowych	1480	1 475,00	1 774 796,75	2 183 000,00
2	Montaż zegarów astronomicznych z modemem GPRS	82	1 300,00	86 666,67	106 600,00
3	Montaż układów redukcji mocy	82	7 300,00	486 666,67	598 600,00
<b>RAZEM</b>				<b>2 348 130,08</b>	<b>2 888 200,00</b>

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

Wariant III polega na całkowitej przebudowie istniejącego systemu oświetleniowego. Bez modernizacji pozostają tylko oprawy nowe, instalowane w ostatnich kilku latach i naświetlacze. System ma zostać wyposażony w najbardziej efektywne energetycznie źródła światła, oparte na źródłach półprzewodnikowych LED, ze zmiennym profilem obciążenia. Ponadto dla oprawy HPS zastosowane będą reduktory napięcia oraz sterowanie internetowe.

#### Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Wymiana wyścięgników, zabezpieczeń i opraw na oprawy LED
- Sterowanie w oparciu o zegary astronomiczne z modemem GPRS

## Szacunkowa wycena nakładów inwestycyjnych w wariantcie III

Tabela 12

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych	Brutto		Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Modernizacja wyeksploatowanych, zużytych 1791 opraw oświetleniowych	1791	2 892,57	4 211 859,35	5 180 587,00
2	Montaż zegarów astronomicznych z modemem GPRS	82	1 300,00	86 666,67	106 600,00
3	Montaż układów redukcji mocy	40	7 300,00	237 398,37	292 000,00
<b>RAZEM</b>				<b>4 535 924,39</b>	<b>5 579 187,00</b>

### 7.1.4. Wariant IV -LED w ograniczonym budżetem zakresie

Wariant IV polega na modernizacji wybranego przez Zamawiającego, ograniczonego budżetem zakresu

- głównych ciągów komunikacyjnych miasta (ulice Graniczna, Wiadukt Boguszowice, Katowicka, Stawowa, Frysztacka, Przepilińskiego, 3 Maja, Górna, Hallera, Puńcowska, Wyższa Brama, Plac Wolności, Błogocka, Górny Rynek, Stalmacha, Korfanteo, Kossak Szatkowskiej, Morcinka, Hażlaska, Majowa) przy zastosowaniu opraw LED:

- a. Modernizacja **835 szt.** punktów świetlnych z **3335** wybranych, należących do miasta, istniejących punktów świetlnych (bez modernizacji pozostaje **2530** punktów świetlnych)
- b. Zastosowanie układów stabilizacji i redukcji mocy (60 szt.)

Ilość opraw jest zwiększona o 58 szt., aby na wybranym obszarze spełnić wymagania normy PN-EN 13201.

#### Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Wymiana wyścięgników, zabezpieczeń i opraw na oprawy LED
- Sterowanie w oparciu o zegary astronomiczne z modemem GPRS
- Oprawy LED

#### Szacunkowa wycena nakładów inwestycyjnych w wariantcie IV

Tabela 13

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych	Brutto		Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Modernizacja wyeksploatowanych, zużytych 853 opraw oświetleniowych	853	3 022,40	2 096 023,12	2 578 108,44
2	Montaż zegarów astronomicznych z modemem GPRS	82	1 300,00	86 666,67	106 600,00
3	Montaż układów redukcji mocy	60	7 300,00	356 097,56	438 000,00
<b>RAZEM</b>				<b>2 538 787,35</b>	<b>3 122 708,44</b>

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

Tabela 14 Porównanie Wariantów

Porównanie Wariantów							
Kluczowe Parametry Procesu		Rzeczywisty czas	Znormalizowany czas 4024 h	Działania Inwestycyjne			
Lp		Koszty 2012	Prognoza 2013	Wariant I Modernizacja HPS	Wariant II Modernizacja HPS z redukcją	Wariant III Modernizacja LED ze zmiennym profilem	Wariant IV Modernizacja HPS/LED ze zmiennym profilem
1	Moc Umowna [ kW ]	331,900	331,900	480,000	429,000	402,000	412,000
2	Moc zainstalowana [kW]	432,440	432,440	369,470	283,254	219,405	257,603
3	Moc zainstalowana [%]		0%	15%	34%	49,3%	40,4%
4	Czas eksploatacji	3 924,00	4 024,00	4 024,00	4 024,00	4 024,00	4 024,00
5	Moc zainstalowana użytkowa	395,374	431,10	369,47	283,25	219,41	257,603
6	Wolumen energii [kWh]	1 551 447,58	1 740 138,56	1 486 747,28	1 139 814,95	882 886,75	1 036 594,89
7	Dostawca	Tauron	Przetarg	Przetarg	Przetarg	Przetarg	Przetarg
8	Taryfy	C12b	C12b	C12b	C12b	C12b	C12b
9	Wartość brutto	720 142,69	805 440,58	639 196,87	490 841,78	389 268,43	453 648,41
10	Korzyść-/strata+		<b>85 297,89</b>	- <b>166 243,71</b>	- <b>148 355,09</b>	- <b>101 573,35</b>	- <b>64 379,98</b>
11	Różnice %		12%	-23%	-18%	-21%	17%
12	Narastająco		<b>85 297,89</b>	- <b>80 945,82</b>	- <b>229 300,91</b>	- <b>330 874,26</b>	- <b>266 494,28</b>
13	Narastająco %		12%	-11%	-32%	-46%	-37%
14	Inwestycja	-	-	<b>2 286 255,20</b>	<b>2 888 200,00</b>	<b>5 579 187,00</b>	<b>3 122 708,44</b>
15	DGC					<b>295,14</b>	<b>131,61</b>

### Wnioski:

1. Wartością referencyjną kosztów energii, oświetlenia ulicznego modernizowanego zakresu, dla Miasta Cieszyń jest wartość: **389 268,43 zł** rocznie dla cen 2013 r., z przetargu.
2. Możliwa do uzyskania jest redukcja kosztów energii dla oświetlenia ulicznego o **46 %** w stosunku do **modelu kosztów** (prognozy) bez działań mających na celu ich obniżenie. **46 %** to wartość z uwzględnieniem obniżenia ceny energii uzyskanej w trybie przetargu publicznego.
3. Korzyść na energii to maksymalnie ok. **330 874,26** złotych rocznie.

## 7.2. Wybór wariantu optymalnego

Optymalność, rozumiana przez Audytorów, to jest kompromis pomiędzy kosztami inwestycji, a jej wynikami poprawienia efektywności energetycznej. Przyjęty przez Regulamin SOWA wskaźnik scoringowy DGC jest w tym względzie jednoznaczny, z punktu widzenia konkursu. Czym innym jest, wariant optymalny z punktu widzenia inwestora, uwzględniający takie kryteria jak możliwości budżetowe, wizerunek miasta, kwestie własnościowe i szereg innych parametrów. Jedynie wariant na diodach LED spełnia minimalne, procentowe obniżenie mocy zainstalowanej. Stąd jedyny, najbardziej optymalny, z punktu widzenia inwestora jest wariant najbardziej energooszczędny, mieszczący się kwotach, jakie Zamawiający może przeznaczyć na zadanie inwestycyjne, czyli Wariant III. Wariant ten, ma gorszy wskaźnik DGC, niż wariant HPS, ale ze względu na to, że jest jedynym, który może zostać dotowany, miasto nie ma innej alternatywy. Jest to powodem, że najbardziej energooszczędny wariant III, oparty na oprawach LED ze zmiennym profilem obciążenia oraz redukcją w punktach SO dla opraw HPS, został wybrany, jako optymalny.

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

**Tabela 15**

Lp	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja LED		
		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa NAV-T 70 W	792	83	65,74	0	83	0,00
2	Sodowa NAV-T 100 W	200	115	23,00	0	115	0,00
3	Sodowa NAV-T 150 W	394	176	69,34	0	176	0,00
4	Sodowa NAV-T 250 W	385	285	109,73	0	285	0,00
5	Rtęciowa HQL 250W	7	265	1,86	0	265	0,00
6	Rtęciowa HQL 400W	13	425	5,53	0	425	0,00
7	LED 49W	0	57	0,00	798	57	45,49
8	LED 73W	0	82	0,00	335	82	27,47
9	LED 98W	0	106	0,00	319	106	33,81
10	LED 122W	0	131	0,00	339	131	44,41
	<b>RAZEM:</b>	<b>1 791</b>		<b>275,19</b>	<b>1 791</b>		<b>151,18</b>

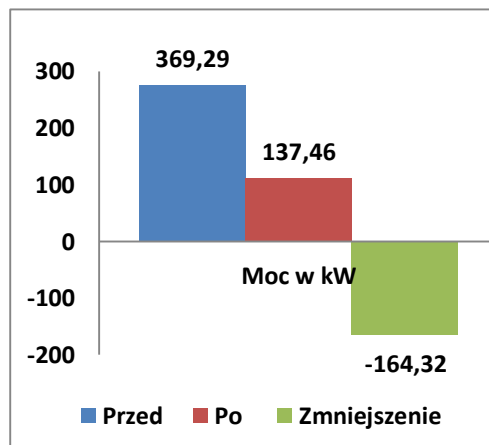
**Tabela 16** Zmniejszenie mocy w układzie statycznego profilu obciążenia

Lp		ilość	Stan istniejący	Stan projektowany sodowe
1	ilość punktów świetlnych	szt.	1 791	1 791
2	Pobór mocy	kW	275,19	151,18
3	Redukcja mocy	%		45,06%

- **moc rzeczywista** modernizowanej populacji opraw po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **164,01 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **181,37 kW**, czyli około **45%**.

**Tabela 17** Zmniejszenie mocy w wyniku zastosowania zmiennego profilu obciążenia

Lp		ilość	Stan istniejący	Stan projektowany maksymalny statycznie	Stan projektowany Zmienny Profil
1	ilość punktów świetlnych	szt.	1 791	1 791	1 791
2	Pobór mocy	kW	275,19	151,18	110,87
3	Zmniejszenie mocy zainst. Poj.	%		-45,06%	-26,67%
4	Zmniejszenie mocy zainst. Skum.	%		-45,06%	-59,71%
5	Zmniejszenie mocy zainst.	kW		-124,01	-164,32



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

Koszty energii i konserwacji porównanie przed i po modernizacji

**Tabela 18**

Tytuł	Bez modernizacji		Po modernizacji
Oplata za energię	720 142,69	-46%	389 268,43
Konserwacja	197 680,00	-9%	180 090,00
<b>RAZEM</b>	<b>917 822,69</b>	<b>-38%</b>	<b>569 358,43</b>
Remonty oświetlenia			-
<b>RAZEM</b>	<b>917 822,69</b>	<b>-38%</b>	<b>569 358,43</b>
Średni koszt jed. kons. pkt. Św.	4,94		4,50
Liczba oprav	3 335		3 335
Oszczędność			- 348 464

### Wnioski:

1. W przypadku wykonania modernizacji wraz z przebudową systemu sterowania na inteligentny, koszty utrzymania systemu oświetlenia ulicznego będą niższe o ok. 348 464 zł rocznie w stosunku do roku 2012.
2. O 46 % spadnie koszt energii elektrycznej
3. O 9% może zostać obniżony koszt konserwacji
4. Koszt oświetlenia dróg Miasta Cieszyn może zostać obniżony o ok. 38 %
5. Symulacja powyższa uwzględnia oszczędności, które mogą wynikać ze zmiany dostawcy energii.

### Wyjaśnienie obniżenia kosztów konserwacji o 9 %

1. Zastosowanie źródeł światła o 12 letniej GWARANCJI PRODUCENTA spowoduje oszczędność na:

- Kosztach wymiany samych źródeł 3 x 40 zł (w tym czasie powinny standardowe źródła powinny być wymienione trzykrotnie przy cenie jednostkowej z około 40 zł za źródło). Przez 12 lat źródła światła są na GWARANCJI PRODUCENTA.
- Kosztach robocizny wymiany źródeł (Koszty te są trudne do oszacowania. Wymiana pojedynczego źródła może sięgać 300-500 zł. Wymiana grupowa źródeł to kwota około 20-40 zł za jedną wymianę).
- Źródła światła w trakcie długotrwałej eksploatacji zamieniają się w diody, powodując tym wystąpienie składowej stałej prądu w obwodzie z układem indukcyjnym, w efekcie doprowadza to do uszkodzenia układu indukcyjnego za około 40-60 zł plus koszt wymiany w wysokości 250-500 zł.

- W przypadku braku wymiany uszkodzonego układu indukcyjnego (zwarcia między zwojowe) na nowy, nowe źródło światła ulega przedwczesnemu uszkodzeniu, zwiększając ilość usterek systemu. Tym samym rosną koszty.
2. 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

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>** w programie SOWA wskaźnik emisji, średnioważony dla całego kraju ma być przyjęty w wysokości **0,89**. W skali roku, do atmosfery zostaną wyemitowane następujące ilości zanieczyszczeń:

**Tabela 19 Efekt ekologiczny dla wariantu optymalnego**

Efekt ekologiczny dla wariantu III- optymalnego LED+HPS+Redukcja			
1	Moc przed modernizacją [kW]	432,44	49,3%
2	Moc po modernizacji [kWh]	219,41	-213,04
3	Czas świecenia [ h ]	4024	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	857,25	512,96
Lp	Zanieczyszczenia [ kg ]	Zanieczyszczenia [ Mg ]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO <sub>2</sub>	762,96	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 Miasta Cieszyn zakłada zastąpienie, istniejącego, wyeksploatowanego oświetlenia sodowego na oświetlenie lampami LED o mniejszej mocy i trwałości użytkowej min. 48 000 h. Zatem wymiana i utylizacja źródeł będzie zachodziła trzy razy rzadziej niż obecnie.

Z tabeli nr 19, wyliczenia efektu ekologicznego, wg reguł określonych w Programie Priorytetowym SOWA wynika, że Miasto Cieszyn znacznie przekracza wartość minimalną uczestnictwa w programie. Jest to aż **376,15 Mg** powyżej wartości minimalnej, która określona została na 250 Mg. W przypadku modernizacji ze zmiennym profilem obciążenia spełniony jest 40% warunek zmniejszenia mocy zainstalowanej.



## 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 **Miasto Cieszyn**, 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 wariantcie 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 Miasta 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 uzgodnionym z wykonawcą niższych odsetek umownych. Wprawdzie ustawa wyłącza ze swojego zakresu regulacji zadania własne Miasta, 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 samorzady 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 - 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; ©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. 170.</b></p> <p>1. Łączna kwota długu jednostki samorządu terytorialnego na</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>koniec roku budżetowego</p> <p>nie może przekroczyć 60% wykonanych dochodów ogółem tej jednostki</p> <p>w tym roku budżetowym.</p> <p>2. W trakcie roku budżetowego łączna kwota długu jednostki samorządu terytorialnego</p> <p>na koniec kwartału nie może przekraczać 60% planowanych w danym roku</p> <p>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 Miasta.**
- c) Oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem, należące do Miasta 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 Miasta, 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 Miasta 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 Miasta mamy do czynienia głównie z przypadkami b), c) i d). Miasto 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 Miasta Cieszyn.

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

Tabela 20

Lata:	2013				2014				2015			
Kwartały:	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 odstąpienia 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 przeznaczony do oświetlenia.

Wychodząc naprzeciw wymaganiom, należałoby:

1. Oznakować zmodernizowany majątek.

2. Poddać go geoinwentaryzacji

3. Wdrożyć system kontrolingu

Obecnie konstrukcje wsporcze opraw i sieci te należące do zakładu energetycznego (TAURON Dystrybucja SA) oraz do Miasta w przeważającej części nie są numerowane. Nowe, aktualne rozbudowywane linie energetyczne w oparciu o konstrukcje betonowe EPV mają sporadycznie nadawane numery wg nomenklatury ZE np. 4.270.

### 9.4.2. Numeracja Opraw

Proponujemy następujący system numeracji opraw:

#### Nadanie czterocyfrowego numeru kolejnego oprawy

Numer kolejny oprawy w systemie			
2	3	4	5

### 9.4.3. Numeracja Skrzynek sterujących SON, SOK-Obwodów

Numer kolejny punktu sterowania w systemie	
2	4

Informacje o oprawach oraz punktach sterowania będą umiejscowione w Cyfrowej Bazie danych w systemie Informacji Przestrzennej – SIP. Z systemu tego można generować informacje o infrastrukturze w postaci Raportów. Od samego początku konstrukcja Bazy Danych do tego Projektu zakładała wdrożenia takiego systemu kontrolingu.

Ponadto, istnieje możliwość implementacji podobnego systemu do kontroli efektu ekologicznego. W warstwie Zużycie energii- Zuzycie\_Bialystok, zbudowanej w oparciu o warstwę punktów sterowania SON, może zostać zaszyty profil zużycia dla każdego punktu poboru energii a osoba wyznaczona do kontroli i raportowania efektu ekologicznego, będzie wprowadzała dane z faktur o wartości i wolumenie, dla każdego punktu poboru. Raport z warstwy Zuzycie\_Bialystok będzie podawał wartość za pojedynczy okres rozliczenia oraz wartość skumulowaną objęty kontrolą. W ten sposób na bieżąco, na podstawie wyników cząstkowych, będzie możliwe śledzenie efektu ekologicznego oraz ewentualnych odstępstw od wartości oczekiwanej. W sytuacji odstępstwa będzie możliwe szybkie podjęcie interwencji w celu wyjaśnienia odstępstwa. 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  $n \in \langle 1; N \rangle$



$p_n$  – oznacza wartość mocy rzeczywistej n-tego obwodu rozliczeniowego, będącego sumą mocy rzeczywistej opraw zainstalowanych na tym obwodzie  $p_n = \sum_1^N p_o$ , gdzie  $p_o$  - 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.

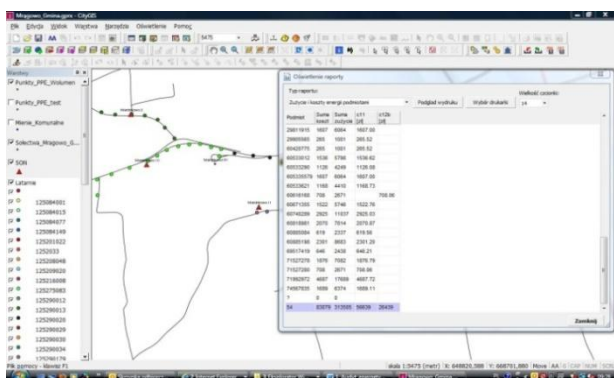
Model powyższy będzie zaszyty w oprogramowaniu bazodanowym. Po wprowadzeniu okresu rozliczeniowego, oprogramowanie automatycznie wyliczy czas rozliczeniowy wzorcowy  $T_{RW} = \sum_{t=1}^{30} t_i$  - dla 30 dniowego okresu rozliczeniowego, a wtedy  $W_{RW} = p_n * T_{RW}$  gdzie  $W_{RW}$  - to wolumen 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:

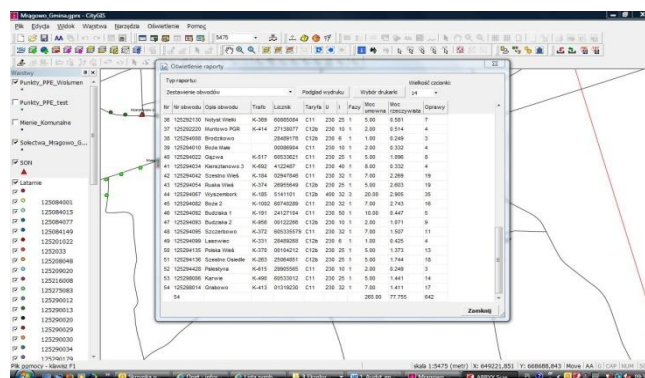
$$\Delta_{RW} = W_{RW} - W_{OW}$$

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. Znałe 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 SOWA takie czynności kontrolne są jak najbardziej uzasadnione, w dobrze zorganizowanym procesie kontrolingu.



Raport o kosztach i zużyciu na ppe generowany z systemu SIP



Raport o ppe generowany z systemu SIP

## 10. Analiza finansowa - rozliczenie inwestycji

---

### 10.1. Nakłady inwestycyjne na realizację projektu

#### 10.1.1. Harmonogram rzeczowo-finansowy nakładów na budowę

Dane rzeczywiste mogą być wstawione do Analizy w trybie aktualizacji dopiero po powstaniu projektu budowlanego lub wyborze wykonawcy. Obecnie można przedstawić tylko szacunkowy harmonogram rzeczowo-finansowy wg zaleceń autora Analizy. Kosztorysy szacunkowe załączone są do Analizy, jako oddzielne dokumenty.

#### 10.1.2. Koszty projektu

Koszty finansowe do poniesienia natychmiast, to koszt sporządzenia dokumentacji przed-inwestycyjnej i koszty realizacji inwestycji: wykonawstwa, nadzoru, opłat wymaganych prawem itp. Koszty odroczone, to dodatkowe (w stosunku do stanu sprzed realizacji projektu) koszty utrzymania powstałej infrastruktury.

#### 10.1.3. Nakłady w okresie eksploatacji

Nakłady w okresie eksploatacji, związane będą z koniecznością, rozbudowy systemu, zgodnie z wytycznymi działu "Analiza" i zgodnie z wykonanymi obliczeniami fotometrycznymi.

### 10.2. Źródła finansowania projektu

Zakładany jest wariant finansowania inwestycji w ramach Programu Priorytetowego SOWA, którego kluczowe parametry zostały przywołane we wstępie opracowania. W celu porównania korzyści z finansowaniem w ramach Programu SOWA, wyliczone są również modele finansowania kredytem komercyjnym. Model finansowania z SOWY, budowany jest przy założeniu karencji w spłacie pożyczki celowej. Założeniem jest też, że łączny roczny koszt rat pożyczki, będzie, co najwyżej równy wartości oszczędności na zużyciu energii oraz kosztach konserwacji systemu oświetleniowego. Model tego typu rozliczenia nazywany jest w szczególności „Spłatą inwestycji z oszczędności”

#### 10.2.1. Analiza możliwości finansowania inwestycji oświetleniowej

Analizowany jest montaż finansowy inwestycji, wskazany przez Inwestora, na który składają się takie źródła finansowania, jak:

- a. Dotacja z NFOŚiGW w wysokości: do 45%
- b. Pożyczka z NFOŚiGW w wysokości: do 55%

Założenia analizy są zgodne z parametrami Regulaminu SOWA i modelu obliczenia wskaźnika DGC, z tą różnicą, że wskaźnik dyskonta dla przepływów pieniężnych ustalony został, na poziomie kosztu kapitału pożyczki z NFOŚiGW tj. 3%. Jest on też równy w przybliżeniu aktualnej cenie pieniądza na rynku oraz stopie inflacji.

Podstawą rozliczenia wydatków, jest wartość kosztorysowa planowanych robót budowlanych wraz kosztami przygotowania inwestycji, poniesionymi przez inwestora po dacie złożenia wniosku, jak np. przygotowanie Audytu, dokumentacji projektowej czy Programu Funkcjonalno-Użytkowego modernizacji. Ponadto wydatki powiększone są o koszty eksploatacji. W tabeli poniżej wskazane zostały pasywa, które mają służyć do pokrycia wydatków.

Tabela 21

Zakres i sposób finansowania						
Lp	Koszty	Netto [zł] bez VAT	Wartość [zł]	Źródła finansowania	Wartość [zł]	%
1.	Koszty kwalifikowane	4 585 624,00	5 640 318,00	Dotacja NFOŚiGW	2 538 142,00	45,00%
1.1.	Audyt, Projekty	74 700,00		Pożyczka z NFOŚiGW	3 041 045,00	53,92%
1.4.	Roboty budowlane	4 496 650,00		Środki własne inwestora	61 131,00	1,08%
1.5.	Wartości niematerialne	-				
1.6.	Koszt utylizacji	4 274,00				
1.7.	Nadzory	10 000,00				
2.	Podatek VAT	1 054 694,00	-			
3.	Koszty kwalifikowane	4 585 624,00				
4.	Podatek VAT	1 054 694,00	-			
	<b>Koszty całkowite</b>	<b>5 640 318,00</b>		<b>Razem</b>	<b>5 640 318,00</b>	<b>100,00%</b>

Tabela powyższa stanowi źródło danych do wypełnienia załącznika nr 1 do Regulaminu Część B techniczno-ekologiczna Wnioski.

### 10.2.2. Wyliczenie kwoty oszczędności dla wariantu spłacania inwestycji ograniczeniem zużycia energii elektrycznej oraz kosztów konserwacji

**Inwestor** w okresie referencyjnym **nie będzie ponosił żadnych dodatkowych kosztów eksploatacyjnych obiektu. W okresie gwarancji, wynoszącym 60 miesięcy, duża część kosztów eksploatacyjnych (nowy system) nie będzie ponoszona (źródła światła, oprawy, sterowanie).** Koszty te powinny zostać istotnie ograniczone ze względu na nowy system. Bardzo istotną kwestią jest takie zapisanie istotnych warunków umowy na wykonanie robót budowlanych, aby w przypadku nadmiernej awaryjności [ np. powyżej 10% rocznie] cały sprzęt podlegający gwarancji mógł zostać postawiony do dyspozycji wykonawcy robót budowlanych. W przeciwnym wypadku, może się okazać, że koszty eksploatacyjne będą znacząco wyższe niż koszty przed modernizacją. Oprawy typu LED, są obciążone szczególnie wysokim ryzykiem, związanym z ich bardzo skomplikowaną budową. Diody LED używane w oprawach, pracują w kierunku przewodzenia. Ich charakterystyka prądowo-napięciowa jest zbliżona do funkcji tangens. Oznacza to, że po przekroczeniu pewnego punktu pracy  $U_f = 0,5-0,6V$  następuje zjawisko gwałtownego wzrostu prądu, który niszczy diodę.

Zmiana charakterystyki może zostać spowodowana np. wzrostem temperatury diody, co daje identyczny efekt niszczenia złącza. Stąd oczekiwaną, jakością i bezawaryjnością gwarantują zasilacze opraw i same oprawy tylko najlepszych, wiodących producentów. Dopuszczanie opraw innych producentów, nieposiadających doświadczenia w zakresie konstrukcji zasilaczy i opraw, z całą pewnością może skończyć się całkowitą katastrofą. Znamy przypadki, że 80% opraw LED, wcale nie najtańszych uległo uszkodzeniu, w istocie destrukcji już w czasie zakończenia inwestycji. Stąd Audytorzy uznali, że zawarcie w opracowaniu przestrogi w tym zakresie jest ich szczególnym obowiązkiem. W przypadku opraw LED nie opłaca się robić oszczędności, bo inwestycja może ulec całkowitej destrukcji w bardzo krótkim czasie, nawet przed jej zakończeniem.

#### Założenia:

1. **Taryfa energii C12b lub C12a**, dwustrefowa
2. **Dostawca energii** elektrycznej wyłoniony w przetargu publicznym,
3. Czas eksploatacji jak przed modernizacją,
4. Konserwacja przez podmiot dokonujący modernizacji ( w okresie gwarancji)
5. Źródła światła z **48 tys.** godzin gwarancji
6. **Redukcja** mocy w godzinach późno-nocnych
7. Inteligentny system sterowania oświetleniem
8. Oprawy o wysokim **IP 66**, ze szklanym kloszem, aluminiowe

Tabela 22

Lp	Pozycja kosztowa	po modernizacji		przed modernizacją 2012		
		koszty	skumulowana	koszty	skumulowana	korzyść
1	Energia elektryczna	389 268,43	389 268,43	720 142,69	720 142,69	330 874,26
2	Konserwacja	180 090,00	569 358,43	197 680,00	917 822,69	17 590,00
3	Remonty sieci		-	0,00		-
4	Splata kapitału+odsetek	348 464,26	917 822,69			
	<b>RAZEM:</b>	<b>917 822,69</b>		<b>917 822,69</b>		<b>348 464,26</b>

Dla założeń, jak wyżej oszczędność na zużyciu energii oraz konserwacji systemu powinna osiągnąć poziom ok. **348464,26** zł rocznie odnosząc do planowanego zużycia energii dla tych samych obwodów oświetleniowych w 2012 r.

## 11. Rachunek zysków i strat dla projektu

Zadania finansowane w ramach Priorytetu III nie wymagają obliczenia „znaczącego przychodu netto”. Jednak, ponieważ regulacja ta ma być w najbliższym czasie, zmieniona, poniżej prezentujemy wyliczenie tego wskaźnika.

### 11.1. Rachunek przepływów pieniężnych Inwestora w okresie realizacji i eksploatacji inwestycji

Rachunek przepływów pieniężnych<sup>1</sup> służy zbadaniu płynności inwestora w zakresie analizowanej usługi. Z uwagi na absolutnie uproszczony schemat przepływów (jedynym wpływem jest stały coroczny budżet na utrzymanie oświetlenia w wysokości **1 000 768,16 zł brutto**. Model zakłada, że ceny energii elektrycznej będą rosły w tempie ok. 10% rocznie.

### 11.2. Przepływy pieniężne z inwestycji w 20 letnim okresie referencyjnym

Analizowany wariant, w którym koszty (budżet) rosną w tempie, **10% rocznie natomiast nie jest waloryzowana spłata wierzytelności.**

**Tabela 23 Koszty utrzymania oświetlenia rosną 10% rocznie, spłata wierzytelności w ratach stałych bez waloryzacji- wariant najbardziej prawdopodobny**

Lata	Inwestycja 5 640 318	Dotacja+Sr.Wł Netto		3 041 045 3,00%	3%			przeływ niezdykontowany				
		2 599 273	Stopa		Koszty oświetlenia bez modernizacji +10% rocznie	Koszty Energii systemu zmodernizowanego : energii+10% rocznie	koszty konserwacji	koszty inwestycji	koszty razem	korzyści	saldo narastająco	
bilans kosztów i korzyści:	kapitał do spłaty	Suma rat kapitałowych w roku	Suma odsetek w roku	Suma stałych rat w roku								
w roku „0” (2014)	-	-	-	-	917 823			-	-	-	-	-
w roku 2015	3 041 045	-	91 231	91 231	1 009 605	389 268	180 090	91 231	660 590	184 015	184 015	
w roku 2016	3 041 045	159 092	90 881	249 973	1 110 565	428 195	180 090	249 973	858 258	87 308	271 323	
w roku 2017	2 881 953	325 650	82 814	408 464	1 221 622	471 015	180 090	408 464	1 059 569	- 2 947	268 376	
w roku 2018	2 556 303	335 530	72 934	408 464	1 343 784	518 116	180 090	408 464	1 106 670	72 114	340 490	
w roku 2019	2 220 773	345 710	62 754	408 464	1 478 163	569 928	180 090	408 464	1 158 482	154 681	495 171	
w roku 2020	1 875 063	356 049	52 415	408 464	1 625 979	626 921	185 090	408 464	1 220 475	240 504	735 675	
w roku 2021	1 519 014	367 001	41 463	408 464	1 788 577	689 613	185 090	408 464	1 283 167	340 410	1 076 085	
w roku 2022	1 152 013	378 135	30 329	408 464	1 967 434	758 574	185 090	408 464	1 352 128	450 306	1 526 391	
w roku 2023	773 878	389 608	18 856	408 464	2 164 178	834 431	185 090	408 464	1 427 985	571 192	2 097 584	
w roku 2024	384 270	384 270	7 060	391 330	2 380 596	917 875	203 599	391 330	1 512 804	702 792	2 800 376	
w roku 2025					2 618 655	1 009 662	223 959		1 233 621	1 220 034	4 020 410	
w roku 2026					2 880 521	1 110 628	246 355		1 356 983	1 358 538	5 378 948	
w roku 2027					3 168 573	1 221 691	270 990		1 492 681	1 510 891	6 889 839	
w roku 2028					3 485 430	1 343 860	298 089		1 641 949	1 678 481	8 568 320	
w roku 2029					3 833 973	1 478 246	327 898		1 806 144	1 862 829	10 431 149	
w roku 2030					4 217 370	1 626 071	360 688		1 986 759	2 065 612	12 496 760	
w roku 2031					4 639 108	1 788 678	396 757		2 185 435	2 288 673	14 785 433	
w roku 2032					5 103 018	1 967 546	436 433		2 403 978	2 534 040	17 319 473	
w roku 2033					5 613 320	2 164 300	480 076		2 644 376	2 803 944	20 123 417	
<b>RAZEM:</b>	<b>3 041 045</b>	<b>3 041 045</b>	<b>550 737</b>	<b>3 591 782</b>	<b>51 650 471</b>	<b>19 914 619</b>	<b>4 885 654</b>	<b>3 591 782</b>	<b>28 392 055</b>	<b>20 123 417</b>		

### Wnioski:

1. Koszty utrzymania systemu niezmodernizowanego w okresie 20 letnim wyniesie ok. 51,65 mln złotych
2. Koszt utrzymania systemu zmodernizowanego, łącznie z inwestycją wyniesie ok. 28,392 mln zł
3. Korzyść dla Miasta Cieszyn w okresie 20 letnim to ok. 20,123 mln złotych.
4. Aby zmieścić się w 10 letnim okresie rozliczenia inwestycji niezbędna rata roczna w wysokości ok. 408464 zł rocznie, przy przewidywanej oszczędności 348 464 złotych.
5. Przy 10 letnim okresie spłaty wystąpi dodatkowa płatność roczna w wysokości ok. 60 tys. zł rocznie. (dla roku "0").

<sup>1</sup> Zgodnie z wytycznymi rachunek należy przeprowadzić zgodnie z definicjami i formatami (min. grupy główne) zawartymi w znowelizowanej ustawie o rachunkowości.

### 11.3. Porównanie kosztów sposobów finansowania zamierzenia inwestycyjnego

W kolejnych punktach zostaną poddane parametry procesu inwestycyjnego jak poniżej:

- Wartość inwestycji
- Koszty finansowe
- Koszty eksploatacyjne
- Przepływy pieniężne wpływające na możliwości finansowania inwestycji

#### 11.3.1. Inwestycja finansowana komercyjnym kredytem bankowym

**Tabela 24 Spłata inwestycji kwotą oszczędności 348 464 zł, dopłata 381 000 zł rocznie**

Inwestycja finansowana kredytem komercyjnym				
Lp				
0	Wartość inwestycji brutto (z VAT)	5 640 318,00	Suma rat kap. 18M	655 721,36
1	Wartość dotacji	-	Środki własne	61 131,00
2	Wartość rozliczeniowa [po dotacji]	5 640 318,00	WIBOR 3M	3,50%
3	Oszczędność [zł]	348 464,00	Marża Banku	2,00%
4	Wartość pożyczki [zł]	5 579 187,00	Oprocentowanie	5,50%
5	Udział pożyczki w finansowaniu [%]	99%	Kwartalna rata	182 366,00
6	Pierwszy miesiąc spłaty	1 styczeń 2015	Czas spłaty [ lata]	10 lat
7	Kwartalna rata spłaty	182 366,00	Data ost. Raty	31 grudzień 2024
8	Dopłata rocznie	381 000,00	95 250,00	
9	Razem na spłaty rocznie	729 464,00		178 894,19
10	Kapitał	Odsetki	Razem	
11	5 579 187,00	1 711 981,19	7 291 168,19	

Dane finansowe procesu: - okres spłaty 10 lat, kwartalna płatność 182 366,00 zł, dopłata 381 000 zł rocznie.

#### 11.3.2. Inwestycja finansowana Pożyczką z NFOŚiGW oraz dotacją 45%, bez karencji spłaty

**Tabela 25 Spłata inwestycji kwotą oszczędności 348 464 zł. Dopłata do oszczędności 5000 zł rocznie.**

Inwestycja finansowana dotacją 45% oraz pożyczką z NFOŚiGW dla JST -10 lat				
Lp				
0	Wartość inwestycji brutto (z VAT)	5 640 318,00	Suma rat kap. 18M	400 685,40
1	Wartość dotacji	2 538 143,00	Środki własne	61 131,00
2	Wartość rozliczeniowa [po dotacji]	3 102 175,00	WIBOR 3M	3,00%
3	Oszczędność [zł]	348 464,00	Marża Banku	0,00%
4	Wartość pożyczki [zł]	3 041 044,00	Oprocentowanie	3,00%
5	Udział pożyczki w finansowaniu [%]	53,92%	Kwartalna rata	88 366,00
6	Pierwszy miesiąc spłaty	1 styczeń 2015	Czas spłaty [ lata]	10 lat
7	Kwartalna rata spłaty	88 366,00	Data ost. Raty	31 grudzień 2024
8	Dopłata rocznie	5 000,00	1 250,00	
9	Razem na spłaty rocznie	353 464,00		84 877,26
10	Kapitał	Odsetki	Razem	
11	3 041 044,00	490 107,26	3 531 151,26	

Dane finansowe procesu: - okres spłaty 10 lat, kwartalna płatność 88 366,00 zł, dopłata do oszczędności w wysokości 5 000 zł rocznie. Roczna płatność 353 464,00 zł

### 11.3.3. Inwestycja finansowana 45% dotacją z NFOŚiGW oraz pożyczką 55% z karencją.

Tabela 26 Spłata inwestycji kwotą oszczędności 348 464 zł. Dopłata do oszczędności 59 000 zł.

Inwestycja finansowana dotacją 45% oraz pożyczką z Karencją NFOŚiGW dla JST -10 lat				
Lp				
0	Wartość inwestycji brutto (z VAT)	5 640 318,00	Suma rat kap. 18M	474 224,05
1	Wartość dotacji	2 538 143,00	Środki własne	61 131,00
2	Wartość rozliczeniowa [po dotacji]	3 102 175,00	WIBOR 3M	3,00%
3	Oszczędność [zł]	348 464,00	Marża Banku	0,00%
4	Wartość pożyczki [zł]	3 041 044,00	Oprocentowanie	3,00%
5	Udział pożyczki w finansowaniu [%]	53,92%	Kwartalna rata	101 866,00
6	Pierwszy miesiąc spłaty	1 styczeń 2015	Czas spłaty [ lata]	10 lat
7	Kwartalna rata spłaty	101 866,00	Data ost. Raty	1 październik 2024
8	Dopłata rocznie	59 000,00	14 750,00	
9	Razem na spłaty rocznie	407 464,00		94 373,03
10	Kapitał	Odsetki	Razem	
11	3 041 044,00	551 878,99	3 592 922,99	

Dane finansowe procesu: - okres spłaty 10 lat, kwartalna płatność 101 866,00 zł, dopłata do oszczędności 59000 zł rocznie. W pierwszych dwóch latach płynność zostanie poprawiona o kwotę ok. **474 224,05 zł**.

### 11.3.4. Porównanie sposobów finansowania

Tabela 27 Porównanie sposobów finansowania

Porównanie sposobów finansowania inwestycji				
Lp		kredyt JST	Dotacja NFOŚiGW bez karencji	Dotacja NFOŚiGW z karencją 2 lata
1	wartość brutto	5 579 187,00	5 579 187,00	5 579 187,00
2	wartość netto	4 535 924,39	4 535 924,39	4 535 924,39
3	odsetki	1 711 981,19	490 107,26	551 878,99
4	Dotacja		2 510 634,15	2 510 634,15
5	Razem brutto	7 291 168,19	3 558 660,11	3 620 431,84
6	Różnice		- 3 732 508,08	-3 670 736,35
7	Koszt karencji			61 771,73
8	Oszczędność rocznie	348 464,00	348 464,00	348 464,00
9	Koszt kapitału i odsetek rocznie	729 464,00	353 464,00	407 464,00
10	Cash Flow rocznie	- 381 000,00	-5 000,00	-59 000,00

#### Komentarz do tabeli nr 27.

1. Najtańszym sposobem finansowania jest dotacja z NFOŚiGW bez karencji. Łączny koszt to kwota **3558660,11 zł**. Powoduje to jednak wzrost długu publicznego i pogorszenie struktury bilansu JST w tej kwocie.
2. Droższe jest zrealizowanie inwestycji z dotacją z NFOŚiGW z karencją 18 miesięczną. Dodatkowy koszt to **61771,73 zł**, na dziesięć lat rozliczania inwestycji, 18 miesięcy karencji. Spowoduje to jednak poprawę płynności miasta w tym okresie, dodatkowo o ok. **474 224,05** złotych z tytułu zamrożonych rat kapitałowych.

## 12. Wyliczenie wskaźnika DGC

Tabela 28 Arkusz wyliczenia DGC

Tabela 3. ARKUSZ OBLICZENIOWY DGC (dynamicznego kosztu jednostkowego)									
Stopa dyskonta:		8%							
	Czynnik dyskontujący	Koszty inwestycyjne (kwalifikowane)	Koszty eksploatacyjne przed modernizacją rocznie	Koszty eksploatacyjne po modernizacji rocznie	Różnica kosztów eksploatacyjnych (KE1-KE2)	Effekt ekologiczny (końcowy efekt)	Zdyskontowane skorygowane koszty (KI-ΔK)	Zdyskontowane efekty ekologiczne (EE)	DGC
		KI	KE1	KE2	ΔK	EE			
		zł	zł	zł	zł	MgCO <sub>2</sub> e	zł	MgCO <sub>2</sub> e	
0	1	5 640 318	1 003 121	1 003 121	0	0	5 640 318,00	0,00	
1	0,926	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-401 632,41	706,48	
2	0,857	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-371 881,86	654,15	
3	0,794	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-344 335,05	605,69	
4	0,735	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-318 828,75	560,83	
5	0,681	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-295 211,81	519,28	
6	0,630	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-273 344,27	480,82	
7	0,583	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-253 096,54	445,20	
8	0,540	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-234 348,65	412,23	
9	0,500	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-216 989,49	381,69	
10	0,463	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-200 916,20	353,42	
11	0,429	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-186 033,52	327,24	
12	0,397	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-172 253,26	303,00	
13	0,368	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-159 493,75	280,55	
14	0,340	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-147 679,40	259,77	
15	0,315	0	1 003 121	569 358	433 763	763	-136 740,19	240,53	
16	0,292	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
17	0,270	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
18	0,250	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
							1 927 532,85	6 530,88	295,14

## 13. Wnioski ostateczne

1. Wskazany w opracowaniu sposób zarządzania kosztami energii przedstawia drogę do obniżania kosztów i zwiększenia efektywności wydawanych publicznych środków finansowych.
2. Zalecanym rozwiązaniem przeprowadzenia Audytu, a w konsekwencji modernizacji oświetlenia drogowego na terenie całego Miasta Cieszyn, z uwagi na zdecydowaną poprawę parametrów oświetleniowych modernizowanych ciągów komunikacyjnych w Wariantcie Maksymalnym oraz znacząco niższe koszty eksploatacji.
3. Modernizacji powinien podlegać również system sterowania oświetleniem ulicznym, na inteligentny, zdalnie zarządzany z Ratusza.
4. Wartość przedmiotu zamówienia dla celów zamówienia publicznego to kwota inwestycji netto plus odsetki:

**5 026 031,65 zł**



### 13.1. Wartość przedmiotu zamówienia dla celów zamówienia publicznego.

Tabela 29

<b>Wartość przedmiotu Zamówienia</b>		
<b>Lp</b>		
<b>1</b>	<b>Wartość kosztorysowa robót budowlanych/netto/</b>	<b>4 535 924,39</b>
<b>2</b>	<b>Wartość odsetek za okres spłaty</b>	<b>490 107,26</b>
<b>Razem</b>		<b>5 026 031,65</b>

Wartość przedmiotu zamówienia, liczona, jako roboty budowlane /netto/ plus odsetki od spłaty kredytu lub wykupu obligacji komunalnych w okresie rozliczania inwestycji.

### 13.2. Wartość przedmiotu zamówienia (modernizacji) dla celów Uchwały Rady Miasta.

Tabela 30

<b>Wartość przedmiotu Zamówienia</b>		
<b>Lp</b>		
<b>1</b>	<b>Wartość kosztorysowa robót budowlanych/brutto/</b>	<b>5 579 187,00</b>
<b>2</b>	<b>Wartość odsetek za okres spłaty</b>	<b>490 107,26</b>
<b>Razem</b>		<b>6 069 294,26</b>

## **14. Procedura administracyjna w celu rozpoczęcia inwestycji**

---

### **14.1. Dokumenty dla Wariantu optymalnego**

- Intencyjna Uchwała Rady w sprawie podjęcia zadania energooszczędnej inwestycji
- Wykazanie się prawem do dysponowania nieruchomością na cele budowlane.

### **14.2. Dokumenty dla wariantu na konstrukcjach wsporczych OSD.**

- Wystąpienie do ZE o wydanie warunków technicznych modernizacji WTM, w przypadku woli korzystania z konstrukcji wsporczych OSD
- Zawarcie Umowy z ZE o dzierżawę konstrukcji wsporczych w celu zainstalowania oświetlenia drogowego i ulicznego.

## **15. Załączniki do Analizy**

---

- Raporty inwentaryzacyjne
- Tabele inwentaryzacyjne Excel
- Kosztorysy inwestorskie
- PFU modernizacji

## 16. Harmonogram spłat pożyczki 120 M bez karencji

Tabela 31

L.p.	Początek okresu odsetkowego	Koniec okresu odsetkowego	Oprocentowanie	Raty Kapitałowe	Raty odsetkowe	Splaty wraz z odsetkami
	A	B	C	D	E	D+E
0	2014-10-01	2014-12-31	3,0%			
1	2015-01-01	2015-03-31	3,0%	65 370,71	22 995,29	88 366,00
2	2015-04-01	2015-06-30	3,0%	66 354,17	22 011,83	88 366,00
3	2015-07-01	2015-09-30	3,0%	66 605,89	21 760,11	88 366,00
4	2015-10-01	2015-12-31	3,0%	66 870,41	21 495,59	88 366,00
5	2016-01-01	2016-03-31	3,0%	67 376,07	20 989,93	88 366,00
6	2016-04-01	2016-06-30	3,0%	68 108,15	20 257,85	88 366,00
7	2016-07-01	2016-09-30	3,0%	68 617,56	19 748,44	88 366,00
8	2016-10-01	2016-12-31	3,0%	68 919,41	19 446,59	88 366,00
9	2017-01-01	2017-03-31	3,0%	69 440,55	18 925,45	88 366,00
10	2017-04-01	2017-06-30	3,0%	70 365,65	18 000,35	88 366,00
11	2017-07-01	2017-09-30	3,0%	70 691,94	17 674,06	88 366,00
12	2017-10-01	2017-12-31	3,0%	71 032,27	17 333,73	88 366,00
13	2018-01-01	2018-03-31	3,0%	71 569,39	16 796,61	88 366,00
14	2018-04-01	2018-06-30	3,0%	72 463,95	15 902,05	88 366,00
15	2018-07-01	2018-09-30	3,0%	72 829,25	15 536,75	88 366,00
16	2018-10-01	2018-12-31	3,0%	73 209,22	15 156,78	88 366,00
17	2019-01-01	2019-03-31	3,0%	73 762,81	14 603,19	88 366,00
18	2019-04-01	2019-06-30	3,0%	74 625,91	13 740,09	88 366,00
19	2019-07-01	2019-09-30	3,0%	75 031,40	13 334,60	88 366,00
20	2019-10-01	2019-12-31	3,0%	75 452,23	12 913,77	88 366,00
21	2020-01-01	2020-03-31	3,0%	76 022,77	12 343,23	88 366,00
22	2020-04-01	2020-06-30	3,0%	76 725,55	11 640,45	88 366,00
23	2020-07-01	2020-09-30	3,0%	77 299,41	11 066,59	88 366,00
24	2020-10-01	2020-12-31	3,0%	77 762,31	10 603,69	88 366,00
25	2021-01-01	2021-03-31	3,0%	78 350,32	10 015,68	88 366,00
26	2021-04-01	2021-06-30	3,0%	79 147,63	9 218,37	88 366,00
27	2021-07-01	2021-09-30	3,0%	79 637,19	8 728,81	88 366,00
28	2021-10-01	2021-12-31	3,0%	80 143,45	8 222,55	88 366,00
29	2022-01-01	2022-03-31	3,0%	80 749,47	7 616,53	88 366,00
30	2022-04-01	2022-06-30	3,0%	81 512,37	6 853,63	88 366,00
31	2022-07-01	2022-09-30	3,0%	82 045,89	6 320,11	88 366,00
32	2022-10-01	2022-12-31	3,0%	82 596,84	5 769,16	88 366,00
33	2023-01-01	2023-03-31	3,0%	83 221,41	5 144,59	88 366,00
34	2023-04-01	2023-06-30	3,0%	83 948,86	4 417,14	88 366,00
35	2023-07-01	2023-09-30	3,0%	84 527,67	3 838,33	88 366,00
36	2023-10-01	2023-12-31	3,0%	85 124,66	3 241,34	88 366,00
37	2024-01-01	2024-03-31	3,0%	85 768,34	2 597,66	88 366,00
38	2024-04-01	2024-06-30	3,0%	86 438,07	1 927,93	88 366,00
39	2024-07-01	2024-09-30	3,0%	87 084,58	1 281,42	88 366,00
40	2024-10-01	2024-12-31	3,0%	84 240,27	636,99	84 877,26
				<b>3 041 044,00</b>	<b>490 107,26</b>	<b>3 531 151,26</b>