Audyt

oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Miedziana Góra

Zamawiający:

Gmina Miedziana Góra
ul. Urzędnicza 18
26-085 Miedziana Góra

Autorzy opracowania:

mgr inż. Jacek Majcher
mgr inż. Dariusz Redziński

Spis treści:

1. Wprowadzenie ... 4
1.1. Cel niniejszego opracowania ... 4
1.2. Definicje skrótów użytych w opracowaniu ... 6
1.3. Możliwe do uzyskania efekty rzeczowe i ekologiczne ... 7
2. Charakterystyka projektu ... 8
2.1. Podstawowe informacje ... 8
2.1.1. Tytuł ... 8
2.1.2. Lokalizacja projektu ... 8
2.2. Definicja projektu ... 8
3. Ocena jakości oświetlenia dróg i terenów użyteczności publicznej oraz wskazanie kierunków działania w celu dostosowania do obowiązujących norm ... 10
3.1. Metodologia wykonania inwentaryzacji ... 10
3.2. Inwentaryzacja- Organizacja Bazy Danych Systemu Oświetleniowego ... 11
3.2.1. Struktura Bazy danych warstwy Latarnie ... 11
3.2.2. Skrzynki sterujące oświetleniem ... 12
3.3. Analiza stanu oświetlenia ulicznego Gminy Miedziana Góra ... 13
3.3.1. Stan systemu oświetlenia drogowego na dzień zakończenia Audytu ... 13
3.3.2. Opis kryteriów oceny opraw ... 14
3.3.3. Opis kryteriów oceny słupów oświetleniowych ... 14
3.3.4. Stan opraw oświetlenia drogowego Gminy Miedziana Góra ... 15
3.3.5. Wnioski z inwentaryzacji stanu opraw oświetleniowych w Gminie Miedziana Góra. ... 16
3.3.6. Wnioski z inwentaryzacji szafek oświetleniowych w Gminie Miedziana Góra ... 16
3.3.7. Analiza - zgodność oświetlenia z Normami ... 16
3.3.8. Analiza typów i modeli opraw w Gminie Miedziana Góra. ... 17
3.4. Rekomendacje i wnioski z inwentaryzacji oświetlenia ... 18
3.5. Przeciwdziałanie zjawisku Light pollution ... 19
4. Analiza techniczno-technologiczna pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej ... 20
4.1. Sprzęt oświetleniowy - źródła światła ... 20
4.1.1. Półprzewodnikowe źródła światła (SSL - Solid State Lighting) ... 20
4.1.2. Źródła światła typu HPS [Sodowe wysokoprężne] ... 21
4.1.3. Źródła światła HPS - wielojarznikowe ... 21
4.1.4. Porównanie skuteczności (efficacy) źródeł światła ... 22
4.2. Sprzęt oświetleniowy - Oprawy ... 26
4.3. Analiza możliwości stosowania opraw równoważnych ... 33
4.4. Skrzynki sterująco - pomiarowe oświetlenia ... 35
4.5. Systemy sterowania ... 35
4.5.1. System OWLET [Schreder®] ... 35
4.5.2. System InteLUG ... 40
4.5.3. CPA net (Rabbit) ... 42
4.5.5. Redukcja mocy ... 45
4.5.6. Ryzyka związane z układami sterowania ... 47
4.5.7. Podsumowanie właściwości systemu sterowania i zarządzania oświetleniem ... 47
4.5.8. Utworzenie Centrum Dyspozytorskiego ... 48
4.5.9. Koszty wdrożenia systemu sterowania oświetleniem ... 48
5. Analiza wariantów technicznych zamierzenia inwestycyjnego ... 49
5.1. Wariant I - HST minimalny - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji ... 50
5.2. Wariant II - LED optymalny - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji ... 51
5.3. Wariant III - LED maksymalny - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji ... 52
6. Analiza finansowa proponowanych wariantów realizacji przedsięwzięcia pod względem kosztów konserwacji oświetlenia ulicznego oraz opłat za energię elektryczną. ... 54
6.1. Model kosztów utrzymania oświetlenia ulicznego ... 54
6.2. Analiza kosztów eksploatacji systemu przed i po modernizacji ... 55

6.2.1. Założenia modernizacji. 55
6.2.2. Rozliczenie kosztów energii dla 2016 r., przed modernizacją czas eksploatacji 4150 h 55
6.2.3. Symulacja wariantu I: HST minimalny 55
6.2.4. Symulacja wariantu II: LED opt 55
6.2.5. Symulacja wariantu III: LED max 56
6.2.6. Analiza kosztów mocy Umownej 56
6.2.7. Analiza czasu eksploatacji systemu oświetleniowego 56
6.2.8. Analizy kompensacji mocy biernej 56
6.2.9. Wnioski z analizy kosztów i czasu eksploatacji. 57
7. Porównanie wariantów zamierzenia inwestycyjnego oraz wybór wariantu optymalnego 57
7.1. Analiza finansowa proponowanych wariantów realizacji przedsięwzięcia pod względem nakładów koniecznych do poniesienia na inwestycję 57
7.1.1. Wariant I "HST minimalny" - oprawy HST 57
7.1.2. Wariant II "LED optymalny" - oprawy LED 58
7.1.3. Wariant III "LED maksymalny" - oprawy LED 58
7.1.4. Porównanie symulowanych wariantów proponowanych wariantów pod względem technicznym i finansowym 59
7.2. Wybór wariantu optymalnego 60
8. Analiza oddziaływania na środowisko 61
8.1. Wyliczenie wskaźnika ekologicznego dla modernizowanego obszaru 61
8.2. Zanieczyszczenie powietrza w trakcie modernizacji 62
9. Analiza instytucjonalna 63
9.1. Wykonalność instytucjonalna projektu 63
9.3. Stosunki umowne 68
9.4. Propozycje metody kontroli efektów inwestycji 68
9.4.1. Określenie zakresu kontroli 68
10. Analiza finansowa - rozliczenie inwestycji 70
10.1. Nakłady inwestycyjne na realizację projektu 70
10.1.1. Harmonogram rzeczowo-finansowy nakładów na budowę 70
10.1.2. Koszty projektu 70
10.1.3. Nakłady w okresie eksploatacji 70
10.1.4. Porównanie kosztów sposobów finansowania zamierzenia inwestycyjnego 70
10.2. Analiza wrażliwości spłaty inwestycji z oszczędności 70
10.3. Źródła finansowania projektu 72
10.4. Nakłady inwestycyjne na realizację projektu 72
10.5. Analiza - rachunek zysków i strat dla projektu 73
11. Analiza ekonomiczna 74

1. Wprowadzenie

1.1. Cel niniejszego opracowania

Celem głównym niniejszego Audytu jest zbadanie możliwości zmodernizowania oświetlenia ulicznego, ubiegając się o dofinansowanie ze środków Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Kieleckiego Obszaru Funkcjonalnego na lata 2014-2020.

Czym są Zintegrowane Inwestycje Terytorialne

Jest to nowy mechanizm opierający się na terytorialnej logice interwencji, poprzez który będą wdrażane strategie terytorialne dla określonych typów obszarów.

Realizacji Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych przyświecają trzy podstawowe cele:

- promowanie partnerskiego modelu współpracy różnych jednostek administracyjnych na miejskich obszarach funkcjonalnych
- zwiększenie efektywności podejmowanych interwencji poprzez realizację zintegrowanych projektów odpowiadających w sposób kompleksowy na potrzeby i problemy miast i obszarów powiązanych z nimi funkcjonalnie
- zwiększenie wpływu miast i obszarów powiązanych z nimi funkcjonalnie na kształt i sposób realizacji działań wspieranych na ich obszarze w ramach polityki spójności

Podstawa prawna strategii Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Kieleckiego Obszaru Funkcjonalnego na lata 2014-2020

Planowanie Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych w Polsce przebiega zgodnie z Rozporządzeniami PE i R (UE) Nr 1301/2013 oraz 1303/2013, Umową Partnerstwa przyjętą przez Radę Ministrów w dniu 8.01.2014, ustawą o zasadach prowadzenia polityki rozwoju (Dz. U. z 2014 r. poz. 379), dokumentem *Zasady Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych w Polsce* z lipca 2013, zatwierdzonym przez Ministra Rozwoju Regionalnego, Porozumieniem z dnia 29 czerwca 2015 r. w sprawie powierzenia zadań Instytucji Pośredniczącej w ramach instrumentu Zintegrowane Inwestycje Terytorialne Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Świętokrzyskiego na lata 2014-2020 oraz Porozumieniem z dnia 11 maja 2015 r. określającym zasady współpracy przy programowaniu i wdrażaniu Strategii Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Kieleckiego Obszaru Funkcjonalnego oraz jej współfinansowania i realizacji wraz z Aneksem z dnia 27 maja 2015 r. do ww. Porozumienia. Podstawą prawną Strategii Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Kieleckiego Obszaru Funkcjonalnego jest *Porozumienie z dnia 14 stycznia 2014 (z późniejszymi zmianami) określające zasady współpracy przy programowaniu i wdrażaniu Strategii Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych Kieleckiego Obszaru Funkcjonalnego oraz jej współfinansowania i realizacji* podpisane przez Miasto Kielce, Gminę i Miasto Chęciny, Miasto i Gminę Chmielnik, Miasto i Gminę Daleszyce, Gminę Górno, Gminę Miedziana Góra, Gminę Morawica, Gminę Piekoszów, Gminę Sitkówka-Nowiny, Gminę Strawczyn oraz Gminę Zagnańsk.

Planowane działania strategiczne do realizacji w ramach ZIT KOF

Analizowany projekt będzie realizowany według poniżej opisanego w strategii celu:

Cel 5: Poprawa efektywności energetycznej oraz inwestycje w odnawialne źródła energii

1. Termomodernizacja obiektów użyteczności publicznej w każdej gminie.
2. Modernizacja oświetlenia ulicznego.
3. Zwiększenie wykorzystania odnawialnych źródeł energii.
4. Realizacja planów gospodarki niskoemisyjnej.
5. Uporządkowanie i rozwój systemu ścieżek rowerowych w KOF.

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 cząstkowo z zastosowaniem różnych rozwiązań technicznych;
2. Zbadanie możliwości ograniczenia kosztów eksploatacji systemu oświetleniowego, w tym korzyści uzyskanych poprzez zmianę dostawcy energii elektrycznej;
3. Zbadanie zgodności oświetlenia drogowego z Polską Normą przenoszącą normę europejską PN-EN 13201;
4. Potwierdzenie lub zakwestionowanie społeczno-gospodarczej sensu realizacji projektu według koncepcyjnych założeń Zamawiającego (a więc — odpowiedź na pytanie: czy taki projekt jest sensowny i potrzebny?);
5. Potwierdzenie lub zakwestionowanie instytucjonalnych, prawnych, technologicznych i ekonomicznych założeń koncepcyjnych Zamawiającego (a więc — odpowiedź na pytanie: czy taki projekt jest możliwy do zrealizowania?);
6. Przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do:
   - Zorganizowania systemu kontrolingu finansowego kosztów utrzymania oświetlenia,
   - Zorganizowania systemu zarządzania infrastrukturą odbiorników energii,
   - Wyboru optymalnego rozwiązania technicznego, podnoszącego znacząco sprawność systemu,
   - Warunków zamawiania projektów technicznych i wykonawstwa,
   - Sposobu uwzględnienia, w projekcie technicznym i wykonawstwie, specyficznych wymogów dotyczących sposobów organizowania efektywnego oświetlania dróg, ulic oraz obiektów kubaturowych,
7. Analizy możliwych sposobów finansowania inwestycji,
8. Przekazanie Zamawiającemu ewentualnych ostrzeżeń, co do wykrytych w toku analizy potencjalnych przeszkód w realizacji celu, które mogłyby zakłócić lub przerwać proces zmniejszania kosztów eksploatacji urządzeń energetycznych.

9. Wskazanie możliwości lub jej braku w procesie ubiegania się o środki finansowe.

1.2. 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 przeźroczystość [93%], wysoka odporność na promieniowanie UV [nie żółknie] oraz niestety duża kruchość oraz niska odporność na uderzenia [IK 04].
5. PC- poliwęglan - tworzywo o dużej przeźroczystości [89-91%], niższej niż PMMA, mniej odporne na promieniowanie UV [ma tendencje do żółknięcia po kilku latach], odporne na uderzenia [IK 10], oraz wysoką temperaturę.
6. PN-EN 12464-2:2008, Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 2: Miejsca pracy na zewnątrz.
7. LM-80-08: IES (Stowarzyszenie Inżynierów Oświetleniowych) zatwierdzone metody do pomiaru retencji/ spadku/ strumienia światła LED źródeł z reprezentatywnymi pomiarami, co 1000 godzin i to przez okres, co najmniej 6 000 godzin. Dotyczy to pomiaru strumienia świetlnego testowanego źródła światła LED, w tym pakietów, tablic tylko modułów LED. Nie dotyczy wytycznych lub zaleceń dotyczących szacunków przewidywania lub ekstrapolacji do strumienia świetlnego poza granicami utrzymywania światłości. Określane jest na podstawie rzeczywistych pomiarów.
8. TM-21-11: Memorandum Techniczne. Dokument ten IES zaleca metodę projekcji świetlnego źródeł światła LED z danych uzyskanych przez procedury zawarte w dokumencie IES LM-80-08 zatwierdzone metody pomiaru strumienia pochodzące ze źródeł światła LED.
9. Raport TNO: 2004-GGI-R027, 'Wyznaczanie współczynnika konserwacji dla EN12464'. Raport sporządzony przez TNO, budowa i konstrukcja badań, na wniosek, ETAP, Philips, Osram i Zumtobel.
10. Tj - Temperatura złącza: Najwyższa temperatura rzeczywista półprzewodników w urządzenie elektroniczne. Temperatura złącza PN w LED.
11. T_a – Temperatura otoczenia oprawy (ang. Ambient teperature)
12. MF – Współczynnik utrzymania, wyrażony równaniem: MF = LLMF x LSF x LMF

Przy czym:

- LLMF: (Lamp Lumen Maintenance Factor) Współczynnik cząstkowy utrzymania źródła światła,
- LSF: Współczynnik trwałości lampy (żywotność lampy bez natychmiastowej wymiany,
- LMF: (Luminaire Maintenance **Factor)** współczynnik cząstkowy utrzymania strumienia oprawy w trakcie eksploatacji,

1.3. Możliwe do uzyskania efekty rzeczowe i ekologiczne

Kluczowe Parametry Projektu w. LED	Przed Modernizacją	Po modernizacji	Różnica	%
Moc zainstalowana [kW]	290,720	69,25	-221,47	-76,2%
Normatywny czas eksploatacji [h/rok]	4 150	4 150		
Zużycie energii [MWh/rok]	1 206,49	287,39	-919,10	-76,2%
Wskaźnik emisyjności	0,812	0,812		
Emisja CO2 [ton/rok] - [zuzycie energii] x [wskaźnik ekologiczny]	979,67	233,36	-746,31	-76,2%
Liczba zmodernizowanych opraw [szt.]	1 486	1 586		
Ograniczenie emisji [MWh]	**919,10**			
Wartość inwestycji [zł]	**2 719 865,00**			
Oczędność na energii [zł]	543 421	147 050	-396 370	-72,9%

Komentarz do Tabeli efektu ekologicznego:

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

1. Rzeczywistą a nie nominalną moc odbiorników energii,
2. Algorytmy wyliczeń zużycia energii oraz nominalny, a nie rzeczywisty roczny czas eksploatacji systemu oświetleniowego (4150 h) przyjęto zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu oraz metod obliczania oszczędności energii z dnia 10 sierpnia 2012 r. (Dz. U z dnia 27 sierpnia 2012 r. poz. 962)
3. Nominalną oszczędność energii, opartą o nominalny czas eksploatacji systemu oświetleniowego a nie rzeczywistą oszczędność energii, będącą podstawą wyliczenia oszczędności na zużyciu energii,
4. Prognozę kosztów technicznych eksploatacji.
5. W celu ujednolicenia i harmonizacji sposobu szacowania redukcji lub uniknięcia emisji gazów cieplarnianych generowanych przez projekty realizowane w Polsce w 2014 został opracowany przez KOBiZE (Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami) i przyjęty do opracowań audytów energetycznych referencyjny wskaźnik emisyjności dwutlenku węgla dla produkcji energii elektrycznej na poziomie 0,812 Mg CO2/MWh**.**
6. Zużycie energii w ciągu roku obliczono, jako iloczyn zainstalowanej mocy opraw i normatywnego czasu świecenia.
7. Emisja CO2 jest wyliczona, jako iloczyn rocznego zużycia energii i wskaźnika emisyjności.
8. Wartość inwestycji oraz kwoty oszczędności zostały szczegółowo wyliczone w dalszej części opracowania.

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

2. Charakterystyka projektu

2.1. Podstawowe informacje

2.1.1. Tytuł

Projekt jest opatrzony tytułem:

Modernizacja oświetlenia drogowego na terenie Gminy Miedziana Góra współfinansowana z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Świętokrzyskiego na lata 2014-2020 - ZIT KOF

2.1.2. Lokalizacja projektu

Projekt będzie realizowany w Gminie Miedziana Góra, woj. świętokrzyskie.

2.2. Definicja projektu

2.2.1. Tło społeczno-gospodarcze i położenie komunikacyjne Gminy Miedziana Góra.

Miedziana Góra– gmina wiejska w województwie świętokrzyskim, w powiecie kieleckim. Jest jedną z gmin aglomeracji kieleckiej.

W latach 1975-1998 gmina położona była w województwie kieleckim. Siedziba gminy to Miedziana Góra.

Według danych z 2015 r. Gminę miała 10 511 mieszkańców.

Gmina Miedziana Góra jest częścią aglomeracji kieleckiej. Wysokie walory przyrodnicze (gmina nazywana jest *Zielonymi Płucami Kielc*), a także niewielka odległość do centrum miasta sprawiają, że jest popularnym miejscem osiedlania się kielczan.

Na terenie gminy znajduje się Tor Wyścigowy "Kielce", na którym odbywa się większość najważniejszych, regionalnych imprez sportów motorowych i samochodowych.

W gminie Miedziana Góra znajduje się także stacja narciarska "Tumlin Podgród", która jest największym tego typu obiektem na terenie Gór Świętokrzyskich.

Według danych z 1 stycznia 2012 r. powierzchnia Gminy wynosiła 70,84 km².

Sołectwa Gminy: Miedziana Góra, Bobrza, Ciosowa, Ćmińsk, Kostomłoty Pierwsze, Kostomłoty Drugie, Porzecze, Przyjmo, Tumlin-Podgród i Tumlin-Wykień.

Gmina sąsiaduje z Kielcami, Masłowem, Mniowem, Piekoszowem, Strawczynem i Zagnańskiem.

2.2.2. Transport i komunikacja

Przez gminę Miedziana Góra przebiegają drogi krajowe i wojewódzkie mające strategiczne znaczenie dla regionu świętokrzyskiego:

- S7 / DK 7– Gdańsk – Warszawa – Radom – Kielce – Kraków – Chyżne
- S 74 / DK 74– Sulejów – Kielce – Opatów – Szczebrzeszyn – Zamość – granica polsko-ukraińska (przejście graniczne w Zosinie)
- DW 748 – Kostomłoty Drugie – Strawczyn – Ruda Strawczyńska
- DW 750– Ćmińsk – Zagnańsk

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. 2015 r. poz. 460 z 31 marca 2015 r.)

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. 2016, poz. 290 z 8 marca 2016 r.)
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r.- Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity Dz. U. z 22.12.2015 r., poz. 2164)

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 Ministra Rozwoju z dnia 27 lipca 2016 r., w sprawie wykazu robót, niekwalifikujące instalowania urządzeń oświetlenia drogowego, jako robotę budowlaną. Należy kwalifikować ten zakres, zgodnie ze znowelizowaną 25 lipca 2016 r., Ustawą Prawo Zamówień Publicznych, jako dostawę połączoną z instalacją, której przedmiot zamówienia opisuje się projektem.

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

2.2.4. Założenia wariantów ewentualnej modernizacji oświetlenia

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

Ogólne założenia wariantów modernizacji

W trakcie inwentaryzacji zostało zebranych i opisanych **1486** wybranych przez Zamawiającego opraw oświetleniowych leżących na ternie Gminy Miedziana Góra. Ilość opraw, które zostały poddane analizie to **1486 szt**. Warianty, które podlegają analizie, to:

1. **Wariant I "HST minimalny" - zastosowanie opraw sodowych (HST) i układów redukcji mocy w punktach sterowania**

Modernizacja wyeksploatowanych lamp sodowych, wymiana wysięgników, przewodów zasilających i zabezpieczeń opraw, modernizacja szaf oświetleniowych. Dowieszenie **76 szt.** opraw w celu spełnienia wymagań normy.

a. Modernizacja **938 szt.** punktów świetlnych z **1486** zinwentaryzowanych istniejących punktów świetlnych. Wraz z dowieszeniem **76** opraw - instalacja **1014** opraw sodowych.

b. Proponujemy zastosowanie opraw sodowych o stopniu szczelności IP 66, obudowie wykonanej z aluminium i kloszem szklanym lub z PMMA.

c. Instalacja układów redukcji mocy w punktach sterowania - **79 szt.**

2. **Wariant II "LED minimalny" - zastosowanie opraw LED z autonomicznym układem redukcji**

Modernizacja wybranych lamp sodowych, zachowując ciągłość rodzajową oświetlenia, dowieszenie **76 szt**. opraw LED w celu spełnienia normy oświetleniowej, przebudowa szaf oświetleniowych. Przewieszenie zdemontowanych opraw sodowych w dobrym stanie z obszaru "LED" do obszaru niemodernizowanego w miejsce opraw rtęciowych (**206 szt**.)

a. Modernizacja **737 szt.** punktów świetlnych z **1486** zinwentaryzowanych istniejących punktów świetlnych. Wraz z dowieszeniem **76** opraw - instalacja **813** opraw LED.

b. Proponujemy zastosowanie opraw LED o stopniu szczelności IP 66, obudowie wykonanej z aluminium oraz autonomicznym sterowaniu ze zmiennym profilem, czyli tzw. redukcją mocy.

c. Instalacja układów kompensacji mocy biernej i zabezpieczeń przeciw przepięciowych w punktach sterowania - **79 szt.**

3. **Wariant III "LED optymalny" - zastosowanie opraw LED ze sterowaniem grupowym**

Modernizacja wszystkich lamp, za wyjątkiem opraw LED i naświetlaczy oraz nowych opraw ozdobnych, przebudowa szaf oświetleniowych.

a. Modernizacja **1290 szt.** punktów świetlnych z **1486** zinwentaryzowanych istniejących punktów świetlnych. Wraz z dowieszeniem **100** opraw - instalacja **1390** opraw LED.

b. Proponujemy zastosowanie opraw LED o stopniu szczelności IP 66, obudowie wykonanej z aluminium oraz autonomicznym sterowaniu ze zmiennym profilem, czyli tzw. redukcją mocy.

c. Instalacja: zegarów internetowych, układów kompensacji mocy biernej i zabezpieczeń przeciw przepięciowych w punktach sterowania - **79 szt.**

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

3.1. Metodologia wykonania inwentaryzacji

Stan aktualny określony został na podstawie analizy danych pozyskanych w wyniku inwentaryzacji z natury metodą geoinformatyczną. Zostało zinwentaryzowanych **1486** punktów świetlnych.

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

a) parametry drogi, ulicy
- szerokość
- rodzaj nawierzchni
- kategoria drogi
- kategoria oświetleniowa drogi

b) parametry infrastruktury oświetleniowej
- typ, moc oprawy oświetleniowej aktualna i projektowana,
- ilość opraw na słupie
- odległość słupów od krawędzi drogi
- odległość między słupami
- wysokość zawieszenia opraw
- kąt nachylenia wysięgników
- nr ewidencyjny słupa, jego lokalizacja (X, Y)
- numer skrzynki SON, SOK, lokalizacja (X, Y)
- wartość zabezpieczenia
- typ linii oświetleniowej (napowietrzna kablowa, Al., AsXSn, YAKY)

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

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

3.2. Inwentaryzacja- Organizacja Bazy Danych Systemu Oświetleniowego

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

3.2.1. Struktura Bazy danych warstwy Latarnie

Organizacja tej warstwy:

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

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

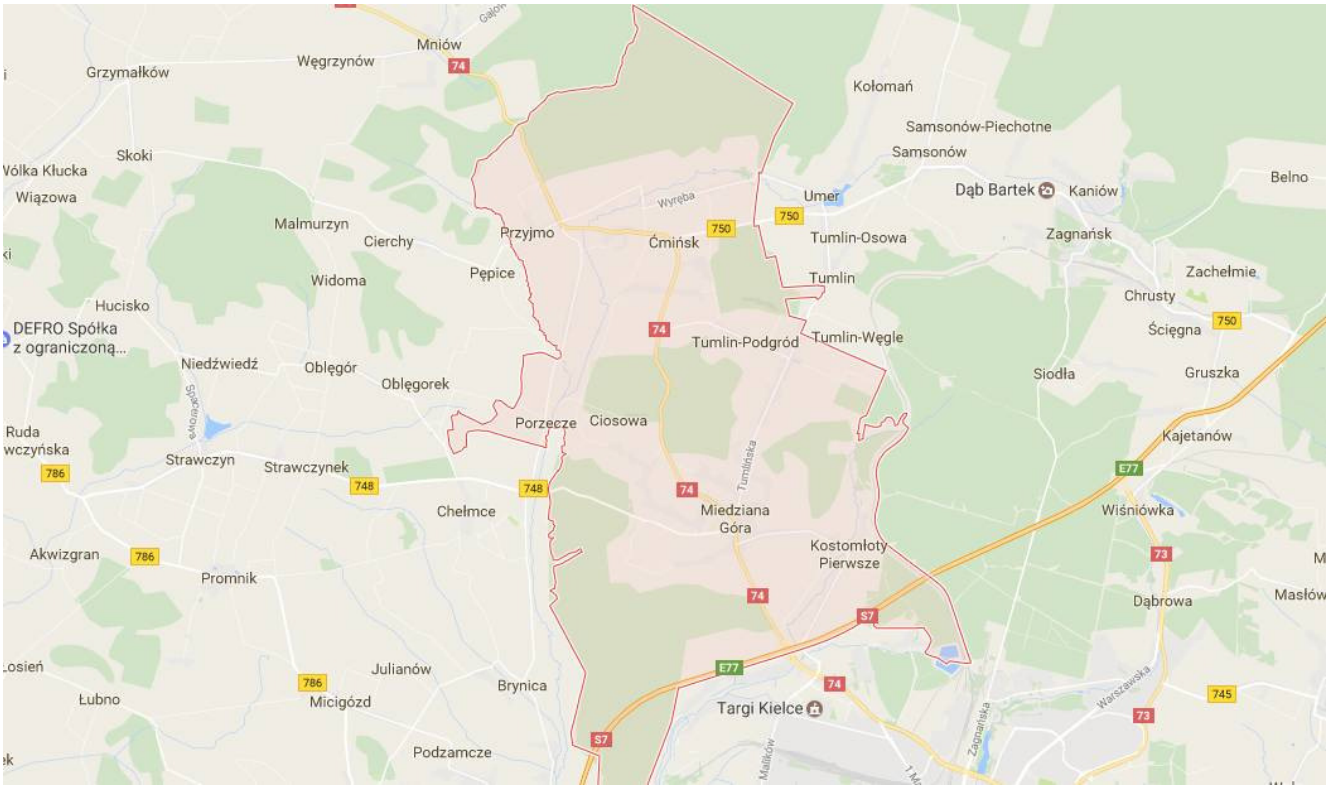
3.2.2. Skrzynki sterujące oświetleniem

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	Uklad	Poziomo, Pionowo	Menu
7	SOpraw	Całkowita liczba opraw w obwodzie	Num
8	SMoc_Rzec	Całkowita moc rzeczywista opraw	Num
9	Moc_Umowna	Moc Umowna z umowy	Num
10	I	Zabezpieczenie	Tekst
11	U	Napięcie znamionowe	Tekst
12	Fazy	Ilość faz	Tekst
13	Wlasciciel	Właściciel punktu sterowania: Gmina, ZE	Tekst
13	Status	Pozostaje, Wymiana, Projekt, Wynieść	Menu
14	Trafo	Numer transformatora, nazwa, lokalizacja	Tekst

3.3. Analiza stanu oświetlenia ulicznego Gminy Miedziana Góra

Na terenie Gminy zainstalowane są oprawy, których właścicielem jest Gmina Miedziana Góra oraz PGE Dystrybucja SA. Przez Gminę przebiegają intensywnie uczęszczane drogi krajowe DK S7, DK 74, droga wojewódzka 748 i 750 oraz lokalne – powiatowe i gminne o dużym natężeniu ruchu. Z tego powodu, dużą część opraw stanowią oprawy rtęciowe i sodowe o dużej mocy, które są w zróżnicowanym stanie technicznym.



Mapa Gminy Miedziana Góra *źródło: www.maps.google.pl*

Niektóre odcinki oświetlenia dróg Gminy zostały w ostatnich kilku latach zmodernizowane i w większości przypadków nie budzą zastrzeżeń pod kątem poprawności instalacji i spełnienia norm. Należy jednak zastanowić się nad wyborem rozwiązań technicznych - najtańsze oprawy po kilku katach eksploatacji mogą być uciążliwe w konserwacji, a rozwiązania niewiele droższe gwarantują poprawność eksploatacji przez wiele lat. Opis proponowanych rozwiązań znajduje się w dalszej części opracowania.

Modernizacja bazująca na oprawach sodowych nie spowoduje szybkiego, skutecznego i efektywnego obniżenia 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. Stan systemu oświetlenia drogowego na dzień zakończenia Audytu

a. W wyniku przeprowadzonej geoinformatycznej inwentaryzacji, na obszarze planowanej modernizacji w Gminie Miedziana Góra, zidentyfikowano **1486** punktów świetlnych.

b. W 75% są to oprawy HPS - wysokoprężne lampy sodowe, które są w zadowalającym stanie technicznym. Niektóre natomiast, z powodu ich degradacji technicznej nie zawsze spełniają wymogi obecnej normy oświetleniowej PN-EN 13 201.

c. System sterowania oświetleniem ulicznym wymaga modernizacji w celu dostosowania go do wymogów energooszczędności.

d. Na badanym obszarze zidentyfikowano 79 skrzynek sterujących oświetleniem.

3.3.2. Opis kryteriów oceny opraw

Poniżej przedstawiamy przyjęte według autorów kryteria oceny inwentaryzowanych opraw oświetleniowych.

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

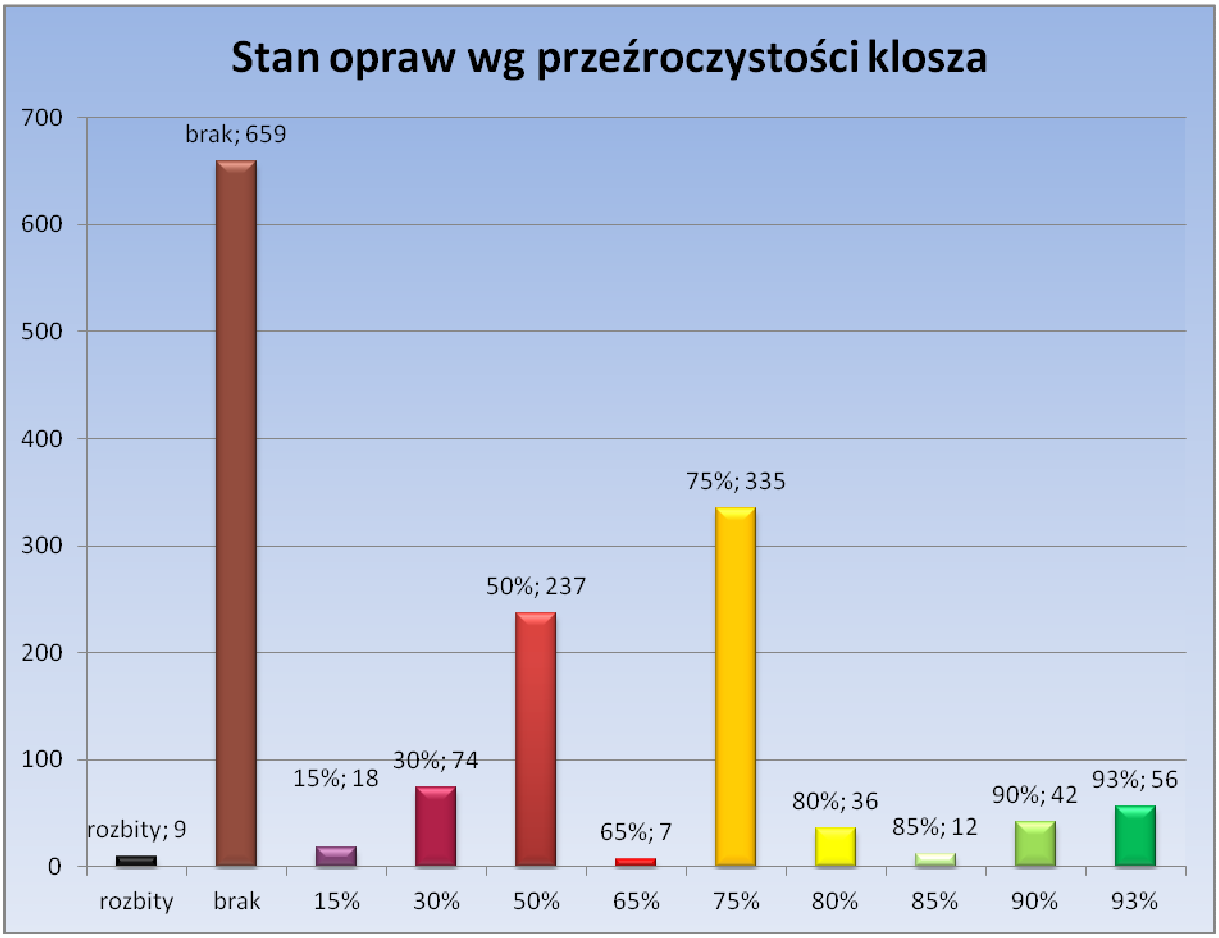
3.3.3. Opis kryteriów oceny słupów oświetleniowych

Poniżej przedstawiamy przyjęte według autorów kryteria oceny inwentaryzowanych słupów.

Ocena	Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu słupów
1	Stan fabrycznie nowy, w stanie bardzo dobrym bez oznak zużycia. Brak oznak korozji lub ubytków powłoki lakierniczej lub galwanicznej
2	Stan dobry, z lekkim zabrudzeniem wynikającym z normalnych warunków eksploatowania, Brak potrzeby wykonania czynności konserwacyjnych.
3	Stan zadowalający, lecz wymagający podjęcia czynności konserwacyjnych. Oznaki korozji pozwalające na skuteczny remont urządzeń (czyszczenie, malowanie)
4	Stan kwalifikujący się do wymiany, lecz w danym momencie niestanowiący zagrożenia. Znaczny stan skorodowania lub ubytków, złe kąty i długości wysięgników. Stan niepozwalający na trwałe i skuteczne podjęcie działań odtworzeniowych.
5	Urządzenia w złym stanie, do natychmiastowej wymiany, mogące stanowić zagrożenie. Znaczna korozja lub znaczne ubytki w strukturze słupów, stan nienadający się do remontu.

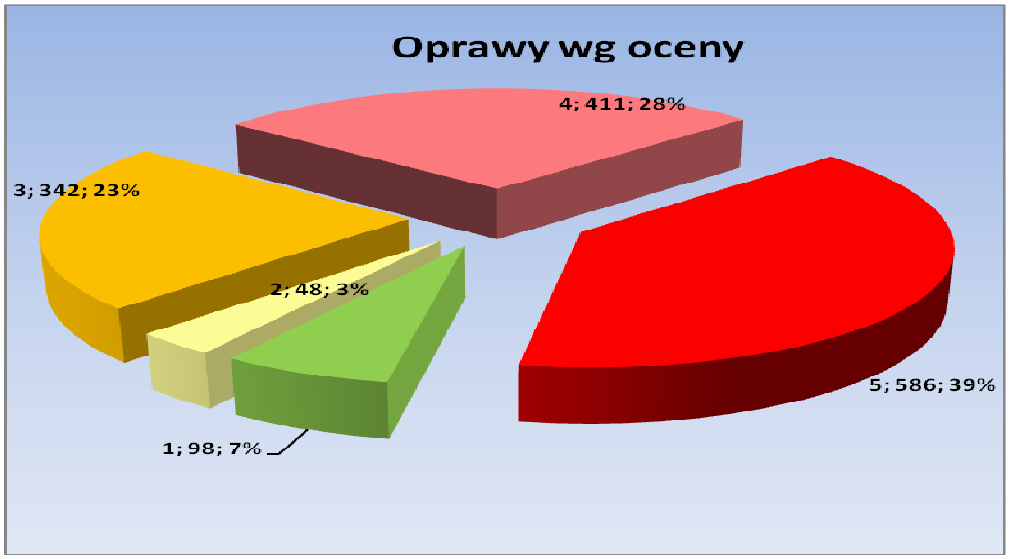
3.3.4. Stan opraw oświetlenia drogowego Gminy Miedziana Góra

Struktura opraw klasyfikowana wg stanu przeźroczystości klosza oraz stanu komory lampy



Struktura opraw przedstawia się, jak na wykresie słupkowym powyżej. 335 [23%] Opraw znajduje się w obszarze ryzyka [klosz 75%], na granicy normy i w ciągu kilku najbliższych lat może wymagać wymiany. 146 [10%] z 1486 poddanych ewidencji jest w dobrym stanie techniczno-eksploatacyjnym i nie wymaga ingerencji.

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



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

3.3.5. Wnioski z inwentaryzacji stanu opraw oświetleniowych w Gminie Miedziana Góra.

W wyniku przeprowadzonych obliczeń a następnie pomiarów zebrano materiał, który pozwolił na analizę. Parametry niespełniające wymagania normy to parametry ilościowe - poziom luminancji oraz jakościowe - równomierności wzdłużne. Wynika to z tego, iż większość modułów (odległości miedzy oprawami) jest dość duża - 45 - 55 m. W takich przypadkach trudno jest spełnić wymagania normy, zwłaszcza ilościowe - czyli zapewnić odpowiednią ilość światła emitowanego z opraw. Realizowane to jednak jest oprawami o dość dużej mocy. Dzisiejsze konstrukcje opraw LED te same parametry ilościowe spełnią przy kilkukrotnie niższym poborze energii. Brak spełnienia normatywnych parametrów ilościowych wynika ze sporego wyeksploatowania opraw i nieprzystosowania ich rozsyłów świetlnych do parametrów drogi. Również fakt, iż układy optyczne opraw były projektowane kilkanaście lat temu, w czasie, gdy obowiązywała stara norma oświetleniowa (nieregulująca parametru równomierności wzdłużnej) wpływa na niemożność spełnienia wymogów nawet niskich klas oświetleniowych. Parametry ilościowe oświetlenia można spełnić przy zastosowaniu opraw o wysokiej mocy, lub przy małych odstępach między oprawami.
Niemniej ze względu na zmianę technologiczną na rynku oświetlenia ulicznego - przejście od technologii wyładowczej (sodowej, metalohalogenkowej) do technologii LED, wymiana oświetlenia w badanym obszarze jest akceptowalna. Modernizacja tego obszaru jest sensowna biorąc również pod uwagę fakt, iż w ciągu 3-5 lat należy spodziewać się obniżenia parametrów technicznych opraw, które dziś są w stanie zadowalającym. Wymiana opraw sodowych jest zalecana również z powodu zachowania homogeniczności oświetlenia - nie mieszania opraw LED z sodowymi, co ułatwia sterowanie systemem i usprawnia konserwację opraw.

3.3.6. Wnioski z inwentaryzacji szafek oświetleniowych w Gminie Miedziana Góra

Większość układów sterujących znajdujących się na terenie Gminy Miedziana Góra to skrzynki wyniesione poza obszar stacji transformatorowych lub w kilku przypadkach umieszczone wewnątrz budynków. W przypadku podjęcia decyzji o przebudowanie systemu oświetlenia na nowoczesne, konieczne jest wyniesienie wszystkich układów sterująco-pomiarowych poza obszar, którego właścicielem jest operator sieci energetycznej PGE Dystrybucja SA.

W przypadku modernizacji szafy oświetleniowe własności PGE należy przebudować zgodnie z wydanymi warunkami modernizacji, wynieść poza obszar stacji, w sytuacji, gdy układy sterujące znajdują się wewnątrz stacji. Wiąże się to z koniecznością uzyskania warunków technicznych przyłączenia dla każdego obwodu sterująco-pomiarowego.

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

3.3.7. Analiza - zgodność oświetlenia z Normami

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

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

Norma bardzo precyzyjnie określa w 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) - Ul
- 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

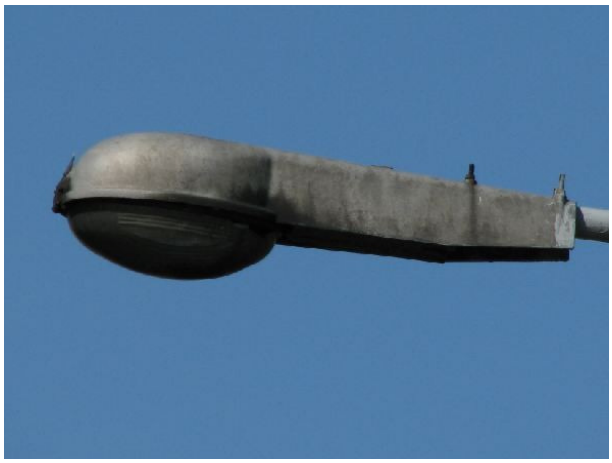
Poza tym dopuszczalny wskaźnik olśnienia był wyższy, a w niektórych przypadkach łatwiejszy do uzyskania.

3.3.8. Analiza typów i modeli opraw w Gminie Miedziana Góra.

Na terenie Gminy spotykamy kilka typów opraw oświetleniowych. Dla obwodów modernizowanych w okresie ostatnich kilku lat stosowane są oprawy zarówno o przeciętnych parametrach użytkowych, jak o wysokich. Przykładowe oprawy pokazane są na zdjęciach poniżej.

Oprawa OZR (Mesko)

Oprawa typu OUS (Elgo Brilux)



Oprawa OUR (Elgo)

Oprawa OUSc

Opraw SGS 103 [Philips]

Oprawa Elgoluna [Elgo]

Jak to widać na zdjęciach, po kilku latach eksploatacji opraw powyższych można zaobserwować:

a) Przydymiony klosz z PC

b) Osad pod odparowanej deszczówce

c) Utleniony klosz

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.

Selenium (ES System)

Auris (Rosa)

Oprawy o aluminiowym korpusie, z kloszem szklanym oraz wysokiej szczelności mierzonej współczynnikiem IP 66, są w znacznie lepszym stanie i nie widać na nich śladów zużycia, jak wyżej na fotografiach.

3.4. Rekomendacje i 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 całej Gminy [łącznie z majątkiem PGE Dystrybucja SA], na podstawie wymagań oświetleniowych, analizy funkcji komunikacyjno-urbanistycznej każdej ulicy oraz określenia głównych tras i szlaków przejazdów tranzytowych i lokalnych, zgodnej z aktualnie obowiązującą normą oświetleniową PN-EN 13201. Nabiera to szczególnego znaczenia wobec pojawienia się w 2004 r., nowej normy PN-EN 13201.

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

Rekomendacja 2. Dopuszczać do stosowania w mieście wyłącznie oprawy z obudową aluminiową (IP 66) oraz kloszem wypukłym wykonanym ze szkła lub PMMA ewentualnie szklanym płaskim dla oprawach ze źródłem światła HPS – tzw. sodowym. Nie dopuszczać kloszy opraw z PC, ze względu na jego szybką utratę przeźroczystości i żółknięcie. Dla opraw ze źródłami światła LED zalecane jest, aby nie stosować dodatkowej ochrony ze szkła. Diody LED osłonięte są zazwyczaj grubymi układami optycznymi uszczelnionymi do IP 66 a dodatkowa ochrona z szyby powoduje pogorszenie odprowadzania ciepła. Skutkiem tego, już po 30 minutach dla takich opraw strumień światła potrafi spaść o ok. 30% w stosunku do początkowego, podawanego w kartach katalogowych. Przegrzanie diod znacząco skraca ich żywotność. Stąd, jeśli już ma być zastosowana dodatkowa szyba ochraniająca to powinny być stosowane czujniki temperatury w komorze źródeł światła w celu zabezpieczenia LED przed przegrzaniem poprzez zmniejszenie wielkości prądu, gdy wykryte zostanie przekroczenie dopuszczalnej temperatury pracy.

Rekomendacja 3. W przypadku wymian, modernizacji, przebudów i dobudów stosować się do ogólnej koncepcji oświetlenia, opracowanej dla całej Gminy.

Rekomendacja 4. Zastosować nowoczesne sterowanie oświetleniem.

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

3.5. Przeciwdziałanie zjawisku Light pollution

Light pollution to angielska nazwa zjawiska zanieczyszczania środowiska światłem. Występuje wszędzie tam, gdzie oświetlenie zamiast służyć celowi, dla którego zostało zbudowane, oświetla również inne obiekty, a w szczególności niebo. Zaśmiecanie światłem, w obecnym stanie prawnym w Polsce, nie jest szczególnie traktowane w przeciwieństwie do Włoch, Hiszpanii czy Portugalii, gdzie jest niedopuszczalne prawnie. wykroczeniem. Regulacje Unijne w tym zakresie są opracowywane. Zanieczyszczanie światłem, z pewnością nawet w Polsce narusza standardy dobrego projektowania oświetlenia. Zjawisko zanieczyszczenia światłem w Gminie Miedziana Góra może wystąpić w szczególności wszędzie tam, gdzie:

- Oprawy uliczne, z odbłyśnikiem o dużej asymetrii instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 15°
- Oprawy starego typu, z odbłyśnikiem o stosunkowo niskiej asymetrii takie jak np. OUS, OUSc, OUSd, instalowane są pod kątem większym niż 30°
- Wszędzie tam, gdzie zainstalowane są oprawy typu "Kula" bez układu optycznego kierującego strumień świetlny w dolną półprzestrzeń - dotyczy to parków, skwerów i terenów otwartych.
- 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.

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. 150 000 godzin - (dla utraty strumienia światła 20% zgodnie z parametrem L80B10),
- nie generują promieniowania ultrafioletowego (UV) i podczerwonego (IR),
- biała barwa światła przy dobrym oddawaniu barw. Standardem jest min. CRI 70, gdy dla HPS to 20,
- dobra jakość światła,
- lepsza optymalizacja rozsyłu strumienia świetlnego dzięki zastosowaniu zaawansowanego układu optycznego, co jest największym atutem oświetlenia LED
- możliwość precyzyjnego dopasowania strumienia świetlnego do potrzeb (nie ma typoszeregu mocy)
- wyeliminowany efekt stroboskopowy,
- nie zawierają rtęci, metali ciężkich lub innych szkodliwych dla środowiska substancji,
- natychmiastowy start - osiągnięcie normalnej jasności bezpośrednio po uruchomieniu, bez opóźnienia szybki ponowny zapłon źródła światła,

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

Źródło LED: skuteczność świetlna 110 lm/W,

Źródło sodowe 70W: sprawność świetlna 94 lm/W

Oprawa ze źródłem LED: skuteczność świetlna 90 lm/W

Oprawa ze źródłem sodowym: skuteczność świetlna 75 lm/W

Wady oświetlenia LED:

- porównywalna do lamp sodowych efektywność energetyczna (ilość wyemitowanego światła z 1W) ,
- duża wrażliwość na przepięcia i impulsy elektromagnetyczne,
- wysoki poziom mocy biernej pojemnościowej, wynikający z zastosowania zasilacza impulsowego,
- wysoki prąd udarowy w chwili załączenia, przekraczający prąd pracy 35 krotnie. Powoduje to konieczność starannego doboru układów zabezpieczających,
- konieczność wykonywania skomplikowanych obliczeń fotometrycznych w celu prawidłowego dobrania mocy przy spełnieniu normy oświetleniowej,
- dość wysoka cena

- wysoki strumień świetlny można uzyskać tylko przy zastosowaniu dużych radiatorów i zaawansowanych układów zasilających.

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

Technologia LED jest ciągle udoskonalana i wciąż trwają prace nad wyprodukowaniem źródła LED o wyższej skuteczności. Pojawiają się na rynku konstrukcje uznanych producentów sprzętu oświetleniowego (Philips, Osram, Schreder, Cree), które mogą być alternatywą dla klasycznego oświetlenia. Oprawy te są w pełni policzalne (producenci udostępniają dane fotometryczne opraw), lecz ich mankamentem jest relatywnie wysoka cena.

Oprawy sodowa i LED mają w szerokim zakresie mocy podobną skuteczności świetlną (energetyczną). Jednak oświetlenie LED zdecydowanie lepiej wykorzystuje i dystrybuuje wyprodukowany strumień świetlny. Jest to zjawisko "skuteczności oświetlania". Pojęcie to określa, jaka część wyemitowanego strumienia świetlnego jest wykorzystana do oświetlania żądanej powierzchni roboczej (w naszym opracowaniu dróg, chodników i przejść dla pieszych). Tak, więc dzięki układom optycznym i możliwości bardziej precyzyjnego kierowania strumienia świetlnego, oprawy LED uzyskują 20-40 % lepsze parametry fotometryczne niż oprawy sodowe przy podobnej mocy i skuteczności świetlnej źródeł.

Dlatego też, posiadając doświadczenia w badaniu nowych instalacji LED potwierdzamy, że oświetlenie drogowe LED dziś jest już realną alternatywą dla klasycznego oświetlenia sodowego. Co więcej, patrząc w przyszłość, rozwój oświetlenia LED w technice świetlnej nie daje już alternatywy dla instalowania klasycznych rozwiązań oświetleniowych.

4.1.2. Źródła światła typu HPS [Sodowe wysokoprężne]

Lampy te charakteryzują się cechami, które sprawiają, że nadają się one nadal 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 typoszeregu lamp od 50W do 600W nie posiada w swoim składzie chemicznym ołowiu. Wysokiej jakości jarznik jest zamocowany w środku szklanej osłony, zarówno w wersji eliptycznej jak tubularnej, która wykonana została z wysokiej jakości komponentów. Zaprojektowanie dwóch jarzników w jednym źródle światła wpływa korzystnie na przedłużenie jej żywotności. Obydwa jarzniki wy pozycjonowane są w długości osi i zamontowane na stabilnym systemie mocowania. Ten system pozwala na zniwelowanie drgań, co polepsza niezawodność tego źródła światła. SODIGUARD jest dodatkową ceramiczną tubą umieszczoną tuż obok dwóch jarzników. Rozproszenie sody 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 sody. 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%

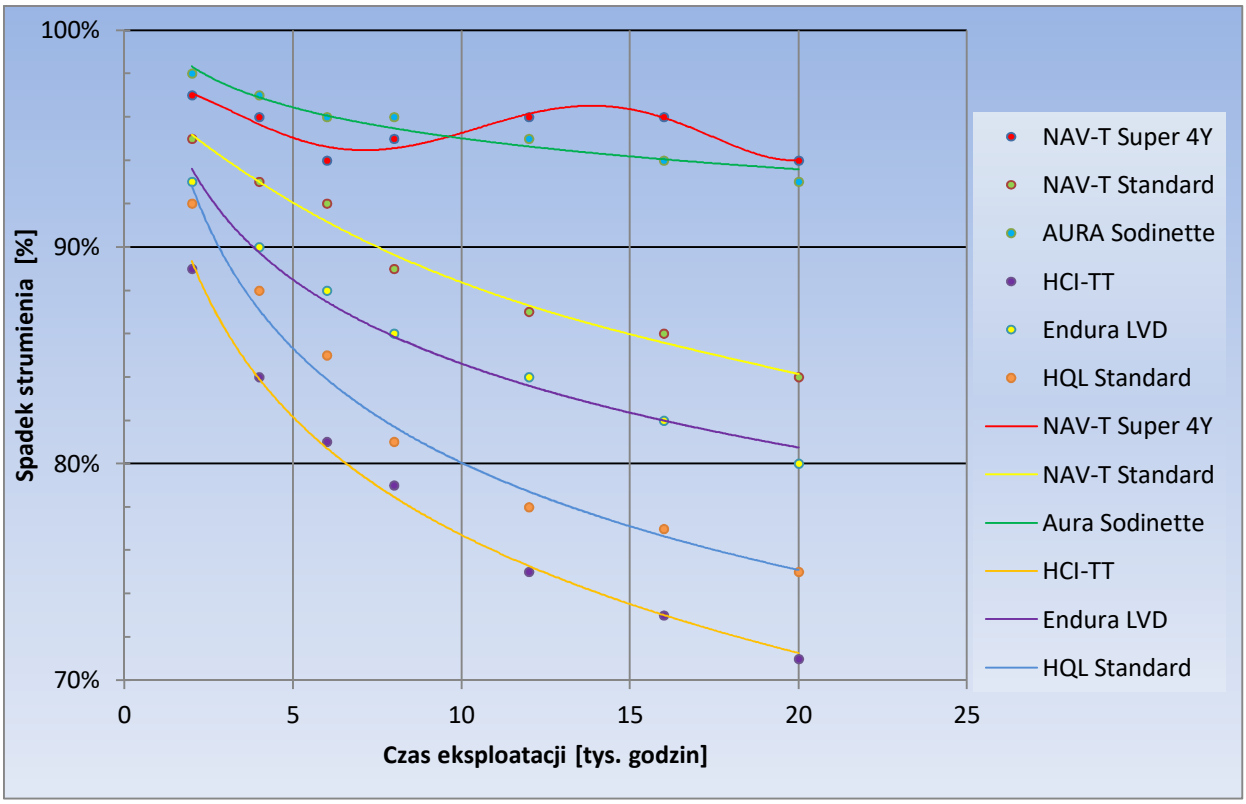
4.1.4. Porównanie skuteczności (efficacy) źródeł światła

		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. Świetlówkowe zasilane indukcyjnie: Endura LVD
6. Rtęciowe: HQL standard, dotychczas stosowane,



[Opracowanie własne. Źródło katalog Osram]

Interpretacja wykresu

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

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

1. Źródła światła metalohalogenkowe HCI-TT o barwie białej mają najkrótszy czas użytkowania, bo zaledwie 6 tys. godzin. Odpowiada to 1,5 roku eksploatacji przy oświetleniu dróg. Zważywszy wysoką cenę jednostkową źródła światła nie jest to z pewnością, rozwiązanie ekonomiczne.

2. Wychodzące obecnie z użycia źródła rtęciowe typu HQL tracą 20% początkowego strumienia po okresie użytkowania, równym 10 tys. godzin. Odpowiada to 2,5 roku eksploatacji.

3. Źródło światła Endura LVD, reklamowane, jako posiadające trwałość 60 tys. godzin, 20% początkowego strumienia traci już po 1/3 nominalnego czasu użytkowania tj. już po 20 tys. godzin. Odpowiada to pracy przez okres 5 lat. Endura jest źródłem jarzeniowym (świetlówka), zasilanym w sposób indukcyjny. Cechą źródeł jarzeniowych światła (tzw. świetlówek) jest niska odporność na niskie temperatury. W temperaturze otoczenia w okolicy 0°C strata strumienia sięga już około 20% strumienia w stosunku do strumienia w temperaturze 25°C. Stanowi to o praktycznej bezużyteczności tych źródeł dla celu oświetlenia drogowego. Niemniej spotykane są próby zastosowania tych źródeł do oświetlenia ulic, stąd uznaliśmy za zasadne źródła te uwzględnić w analizie.

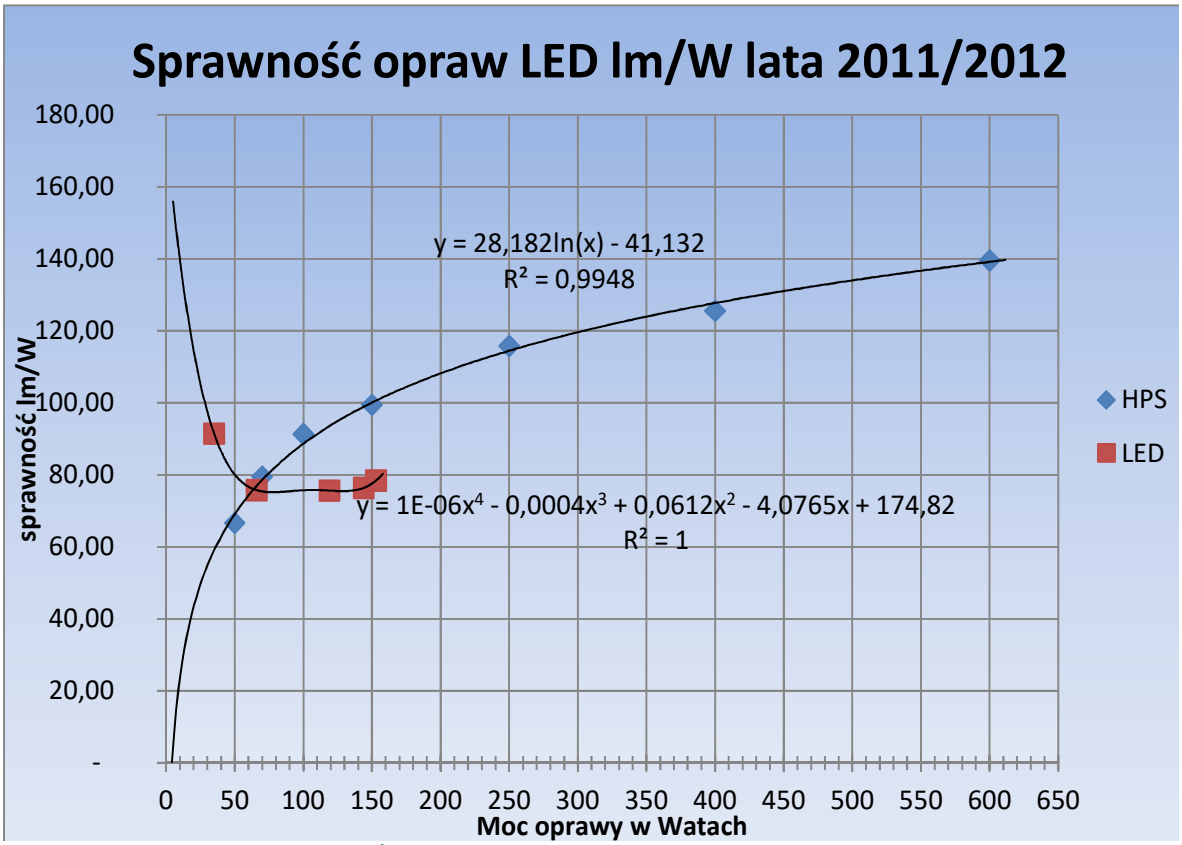
4. Źródła sodowe NAV-T o trwałości użytkowej gwarantowanej przez producenta na okres 17 tys. godzin, zachowują swoje właściwości świetlne przez cały okres eksploatacji. Tracą zaledwie 14% początkowego strumienia po 20 tys. godzin eksploatacji. Oznacza to, że wcześniej takie źródło ulegnie naturalnemu procesowi destrukcji niż wygaśnie 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

Ze względu na decydujące znaczenie kryterium energooszczędności w opracowaniu proponuje się oświetlenie całego terenu lampami ze źródłami LED. Pomimo, że dla opraw o mocy powyżej 100 W strumień i sprawność oprawy [nie źródła] jest porównywalna z oprawami HPS to zaawansowany soczewkowy układ optyczny powoduje, że mniejszy strumień świata oprawy LED wynikający z zastosowanej niższej mocy źródła światła w stosunku do HPS, kierowany jest bardziej oszczędnie i oświetla jedynie te obszary, które planowane są do oświetlania ze względu na wymogi normy PN-EN 13201. Ograniczenie rozproszenia strumienia światła, w stosunku do opraw HPS powoduje, że można stosować niższą moc źródła. Jest to główne źródło oszczędności. Ponadto dla mocy poniżej 60 W źródła LED maja wyższą sprawność od źródeł HPS. Na wykresach poniżej zaprezentowane zostały wykresy pokazujące postęp w poprawianiu sprawności źródeł LED w ciągu ostatnich kilku lat. Dzięki temu postępowi oraz zastosowanym wyrafinowanym układom optycznym możliwe było zastosowanie tej technologii do oświetlania ulic. Praktyka pokazuje, że z punktu widzenia sprawności oświetlenia cel został osiągnięty. Mocą opraw do 150 W można oświetlić zdecydowaną większość dróg i ulic zgodnie z normą PN-EN 13201.

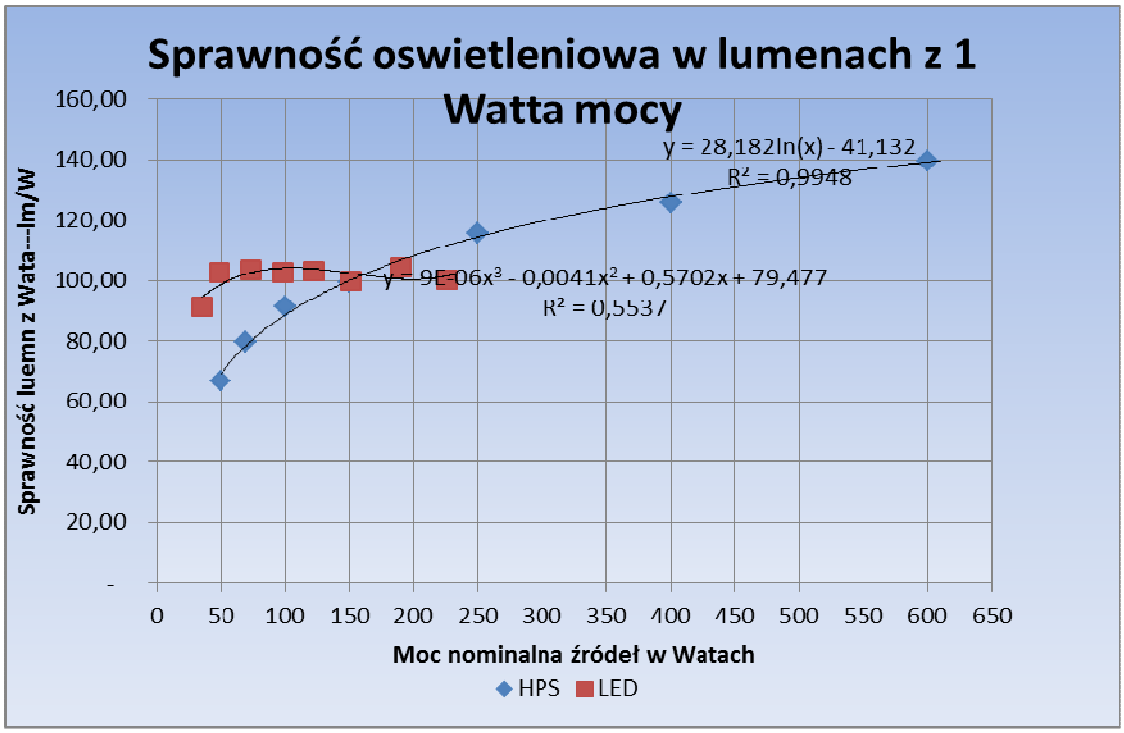


[Opracowanie własne rok 2011/2012. Źródło: Katalogi producentów]

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 oświetleniowa 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 oświetleniowa 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. Oprawy LED jednakże rekompensują te niższą sprawność lepszymi właściwościami optycznymi i lepszą sprawnością oświetlania.
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 alternatywa dla oświetlenia sodowego. Inną kwestia 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 olśnienia. Poniżej zestawiono wymagane parametry techniczno-użytkowe, jakim winny się charakteryzować oprawy ze źródłami LED:

- stopień ochrony komory zespołu optycznego nie niższy niż IP 66 i komory osprzętu elektrycznego nie niższy niż IP 66,
- oprawy wykonane w II klasie ochronności przeciwporażeniowej,
- niezalecany jest klosz, ze względu na ryzyko przegrania się komory źródła światła, powodujące drastyczny spadek trwałości LED,
- w przypadku stosowania klosza, powinien być wykonany z materiału o wytrzymałości mechanicznej IK $\geq 0,8$,

- energooszczędny układ zasilający, odporny na przepięcia min. 10 kV oraz niegenerujący harmonicznych do sieci, mierzonych współczynnikiem THD. Najlepiej THD <5%
- źródło światła galwanicznie odseparowane od sieci zasilającej,
- obudowa oprawy wykonana z odlewu aluminium,
- oprawy muszą posiadać zabezpieczenie termiczne, przed wzrostem niekontrolowanym temperatury 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,
- 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%. Parametrem, który odpowiada za trwałość strumienia źródeł światła oprawy to L80B10 dla minimum 100 000 godzin. Parametr ten winien być podawany zgodnie z Raportem IESNA TM 21-11.
- Strumień światła po 30 minutach od włączenia nie może być niższy nie więcej 5% strumienia nominalnego przewidzianego w obliczeniach fotometrycznych dla oświetlanej ulicy,
- Wskaźnik oddawania barw CRI>70
- Współczynnik mocy PF>0,93 dla minimalnej stosowanej mocy,
- Zakres temperaturowy pracy: Min: -40°C do +25°C
- Układ sterowania:
  - Autonomiczny dla każdej oprawy,
  - Systemem wyznaczania wirtualnej północy (MV Virtual Midnight – wirtualna północ) z możliwością przeprogramowywania.
  - Asynchroniczny system programowania parametrów oprawy metodą podawania napięcia sieciowego, nie jest dopuszczalny układ utrzymania stałego strumienia świetlnego poprzez zwiększanie prądu źródeł światła LED ponad wartość początkową, założoną w obliczeniach fotometrycznych.

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

4.2.1. 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 wysięgnikiem, 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 Schréder. 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
- Trwałe i przetwarzalne materiały

4.2.2. XSP [Cree]

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

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

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

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

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

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

4.2.3. SL 30 (OSRAM)

Dobra jakość oświetlenia i komfort wizualny uzyskany dzięki jednorodnemu rozkładowi światła w 4000K i zminimalizowanym olśnieniu.
- Wysoka wydajność systemu do szybkiej amortyzacji: powyżej 100lm / W z wysokiego strumienia świetlnego Współczynnik utrzymania (L80 / B10 po 100,000h)
- Efektywny system optyczny z soczewkami o wysokiej dokładności do geometrii i szerokie drogi klasy ME oświetlenie
- Prosta obsługa i montaż dzięki niskiej wadze poniżej 10 kg
- Indywidualne dostosowanie do wymagań aplikacji ze względu na sześciu różnych pakietach

strumienia świetlnego, nadaje się do wysokości montażowych od 5 do 12m
- Atrakcyjny, projekt techniczny podkreślając funkcjonalność oprawy
- Nadaje się do różnych sytuacji montażowych: bocznego wejścia / post montażowy do masztu 60mm czopy najlepszych, regulację kąta nachylenia w 5 ° stopni (42 mm i 76 mm Maszt bosych na życzenie)

Oszczędność energii i kosztów

Zgodność z normami, jakości światła, efektywność energetyczna i prosty montaż są kluczowymi czynnikami dla efektywnej oprawy oświetlenia ulicznego drogi oprawy. OSRAM Streetlight 30 LED spełnia te wymagania. Potencjalne oszczędności w wysokości do 80% mogą być osiągnięte dzięki innowacyjnej technologii LED. Streetlight 30 LED ponadto oferuje wysoką jakość oświetlenia, inteligentne funkcje sterowania i zoptymalizowany system odprowadzenia ciepła, co pozwala na uzyskanie wysokiej trwałości przy minimalnych kosztach konserwacji i utrzymania oprawy,

Eleganckie rozwiązanie ulicznego oświetlenia technicznego

Z uniwersalnym sposobem montażu (bezpośrednio na słupie lub na wysięgniku), Streetlight 30 LED jest odpowiedni dla różnych wysokości montażowych i zastosowań. Regulacja nachylenia oprawy skokowo, co 5° pozwala na wysoką elastyczność zastosowań. Dzięki dużemu zakresowi strumienia świetlnego (strumień świetlny od 2 900 do 12 400 lm), oświetlenie może być dokładnie spełnione dla każdej luminancyjnej klasy oświetleniowej ME.

Oprócz wersji standardowej (ON / OFF), dodatkowe oszczędności można uzyskać dzięki zintegrowanym w zasilaczu opraw systemom sterowania - AstroDIM, DALI, CLO (Constant Light Output). Tak, więc każdy punkt świetlny może być prawidłowo dopasowany do wymagań oświetleniowych. Wydajność i innowacje są połączone z eleganckim technicznym wyglądem oprawy.

Prosty montaż i konserwacja

Prosty montaż, minimum konserwacji, niezawodna technologia, duży zakres strumienia świetlnego - Streetlight 30 LED oferuje wysoką wydajność i elastyczność w zastosowaniu. Konstrukcja oprawy minimalizuje ilość części zamiennych, kosztów naprawy i konserwacji, a niska waga, (poniżej 10kg) upraszcza obsługę podczas instalacji. OSRAM Streetlight 30 mini LED łączy znakomitą sprawność energetyczną diod wysokiej jakości ta z wymogami dotyczącymi bezpieczeństwa i komfortu wizualnego

4.2.4. Oprawy Ozdobne - Kalos, [Cariboni]

Konstrukcja oprawy

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

Oprawy Kalos

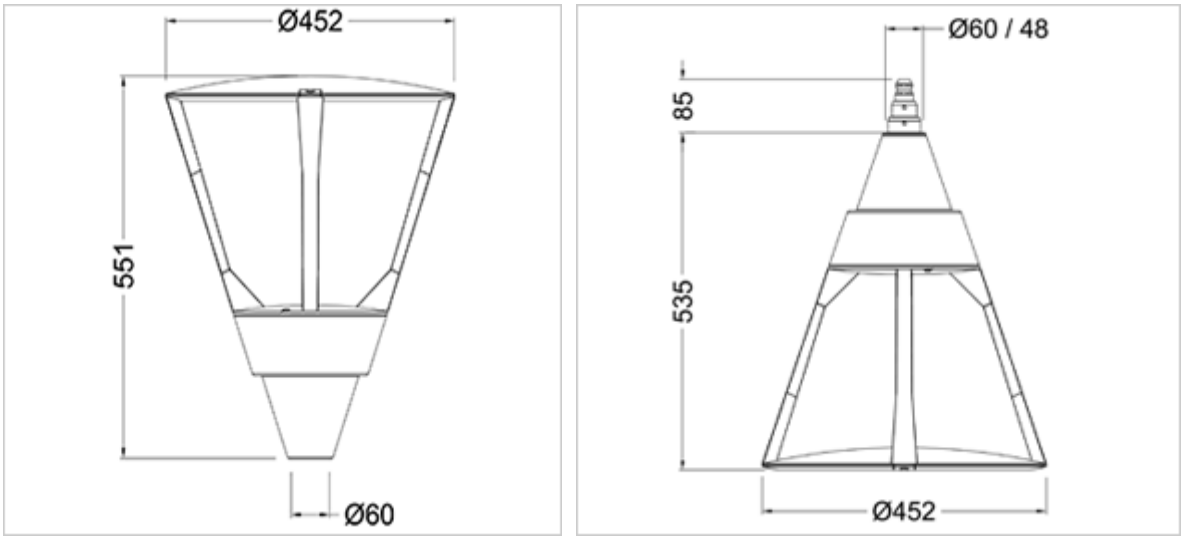
Budowa opraw:

System modułowy z diodami LED (od 10 do 40 LED) umożliwiający demontaż poszczególnych paneli bez potrzeby otwierania komory oprawy. Dostęp do elementów elektrycznych w komorze oprawy bez konieczności użycia narzędzi (toolfree). Oprawa wyposażona jest w zabezpieczenie termiczne (warystor), które uniemożliwia zapłon elektryczny. Okablowanie elektryczne: przewody 1x0,75mm² z podwójną izolacją; Wodoszczelny system łączeniowy, dławnica o stopniu szczelności IP68;

Wymiary:

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

Maksymalna powierzchnia narażona na wiatr (SCX): 0,10m² (pomiar dla wiatru 160km/h);



Oprawy Kalos - wymiary

Materiał:
Obudowa oprawy (korpus, podstawa montażowa, pokrywa, ramiona) wykonana z wysokociśnieniowego stopu aluminium UNI EN AB 46100 zabezpieczonego galwanicznie przed wpływem warunków atmosferycznych, substancjami chemicznymi podkładem epoksydowym i poliestrową farbą proszkową. Zawiasy, wkręty i śruby zewnętrzne wykonane ze stali nierdzewnej klasy AISI304, śruby wewnętrzne wykonane ze stali chromowane i/lub cynkowane galwanicznie;
Klasa Ochrony
I lub II klasa ochronności zgodny z normą PN-EN 60529;
Optyka:
System optyczny zgodny z normą PN-EN 12464-2, zastosowane trzy optyki:
- optyka front&back (niezależne dwie optyki w jednej oprawie przód-ulica, tył-chodnik)
- optyka dookólna symetryczna
- optyka uliczna asymetryczna.

Zintegrowane źródło światła LED zabezpieczone płaskim szkłem hartowanym o grubości 5,0mm, przymocowanym do pokrywy za pomocą silikonu strukturalnego i zablokowane za pomocą dwóch mechanicznych zatrzasków. Szkło wykończone szarym nadrukiem w częściach niewpływających na optykę;
Trwałość diod LED:
L80 > 80000h [@700mA, Ta 25°C, wg.TM21]
System chłodzenia
Wysokowydajny system chłodzenia oprawy. Odprowadzenie ciepła za pomocą aluminiowej obudowy pełniącej funkcje radiatora;

Sterowanie:
Oprawa wyposażona w bezobsługowy system redukcji mocy wykorzystujący metodę wyznaczania wirtualnej północy (VM virtual midnight) z możliwością regulacji. Sterowanie wykonuje redukcję strumienia świetlnego. Urządzenie jest wyposażone w przełącznik obrotowy, dający możliwość ręcznego wyboru spośród 16 innych wstępnie zdefiniowanych programów;
Stopień szczelności i odporności na udar:
Min IP66, IK08 (5J);.

4.2.5. 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,eliminujàc konieczność czyszczenia i zapewniając długą żywotność oprawy oraz jej podzespołów.
Oprawa Selenium jest wyposażona w doskonały odbłyśnik T-POT, spełniający wymagania normy CEN w zakresie oświetlenia dróg. Jednoczęściowy, fasetonowy odbłyśnik wykonany z wysokiej czystości aluminium umożliwia uzyskanie lepszych parametrów oświetleniowych. Optyka T-POT szczególnie sprawdza się w warunkach oświetlenia mokrych nawierzchni.
Oprawa posiada pięć stopni regulacji optyki, zapewniających maksymalną elastyczność rozsyłu strumienia świetlnego. Fabrycznie odbłyśnik ustawiony jest w standardowym położeniu (poz.3). Regulacja dokonywana jest poprzez skokową zmianę położenia źródła światła względem środka optycznego odbłyśnika. Specjalny zaczep umożliwia zapamiętanie ustawienia optyki po wymianie źródła światła lub płyty z osprzętem elektrycznym.
Przy montażu oprawy bezpośrednio na szczycie słupa lub bocznie na wysięgniku istnieje możliwość regulacji kąta pochylenia oprawy. Dostępne są trzy ustawienia: 0, 5 i 15stopni przy montażu na szczycie słupa lub 0, 5 i 15stopni 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 bezpieczna 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.

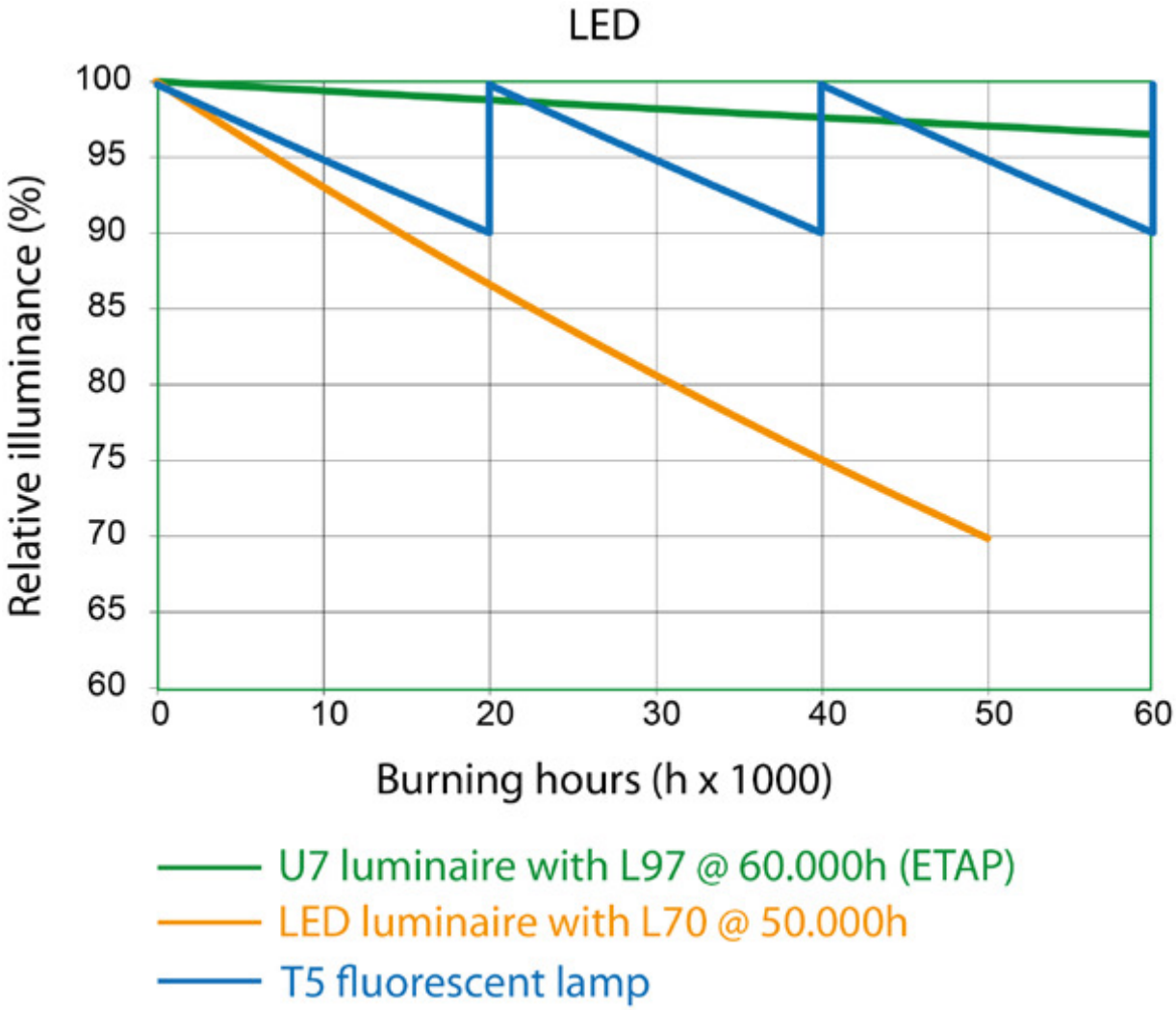
Jako źródła światła zaleca się zastosować wysokoprężne, sodowe źródła światła firmy Aura z serii Sodinette o trwałości użytkowej dochodzącej do 55 000 godzin.

4.3. Analiza możliwości stosowania opraw równoważnych

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

- LMF – Luminaire's Maintenance Factor – czyli spadek strumienia światła, którego przyczyną jest oprawa,
- LLMF – Lamp Lumen Maintenance Factor – czyli spadek strumienia światła, którego przyczyną jest źródło światła
- L80B10 dla 100 000 godzin zgodnie z Raportem IESNA TM-21 80 – parametr źródłowy dla LLMF,

- PF>0,93 czyli współczynnik mocy, przy którym poziom mocy biernej nie przekracza tgφ < 0,4
- 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 08 lub większe]
- Materiał z jakiego jest wykonany klosz [szkło lub PMMA, niedopuszczone PC]



Na rysunku powyżej, pokazane jest porównanie LLMF dla źródeł wyładowczych oraz LED w przewidywanym czasie eksploatacji. Jak widać L97@60.000h w stosunku do L70@50.000h robi ogromną różnicę. Praktyczna użyteczność źródeł światła LED L70@50.000 h w porównaniu do świetlówek to 15 000h, podczas gdy świetlówki mają żywotność 20.000 h. Żywotność 50.000 h wprowadza w błąd sugerując wielokrotnie większą żywotność źródeł światła LED, niezgodnie ze stanem faktycznym. Brak podanie parametru B10 czy B50 nie pozwala określić, dla jakiej populacji parametr L70 jest spełniony. B10 oznacza, że dla 90% a B50, że zaledwie dla 50% a to robi ogromną różnicę.

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

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

4.4. Skrzynki sterująco - pomiarowe oświetlenia

Proponujemy stosowanie szaf sterowniczych SO [Kablowe]. Obudowy szaf, wykonane powinny być z żywic poliestrowych wzmacnianych 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^{o} C
Trwałość na topnienie	2a
Trwałość na zapalenie	K1 F1
Trwałość na wchłanianie wody	60mg/4d
Cechy elektryczne	
Rezystancja powierzchniowa	1*10^{11}
Rezystancja skośna	1*10^{14}
Wytrzymałość udarowa	300 KV/cm
Odporność na prądy pełzające	CTI 600
Cechy mechaniczne	
Wytrzymałość na zgięcie	130-140 N/mm^2
Wytrzymałość uderzeniowa	58 KJ/m^2
Wytrzymałość ciśnieniowa	220-250 N/mm^2
Wytrzymałość na ciągnięcie	53 N/mm^2

4.5. Systemy sterowania

4.5.1. System OWLET [Schreder®]

1. Optymalizacja zużycia energii

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

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

2. Optymalizacja procesów zarządzania oświetleniem

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

Ograniczenie prac utrzymaniowych skutkuje znacznymi oszczędnościami.

3. Konfiguracja modelu oświetlenia

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

4. Zapewnienie niezawodności

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

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

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

System sterowania oświetleniem zapewnia realizację poniższych funkcji:

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

- dodawanie nowych punktów świetlnych bez konieczności przebudowy istniejącej instalacji (np. prowadzenia dodatkowych przewodów, łączenia obwodów itp.),
- wprowadzanie położenia punktów albo poprzez podanie współrzędnych geograficznych albo poprzez wskazanie miejsca montażu na mapie,
- tworzenie kont użytkowników z różnorodnymi poziomami dostępu z możliwością zmiany w dowolnym momencie.

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

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

Jednostka centralna systemu:

- jest urządzeniem jednomodułowym, co ułatwia jego montaż, serwisowanie i wymianę,
- jest zasilana napięciem 230V przez cały czas pracy (24 godziny na dobę),
- ma możliwość montażu zarówno w szafie oświetleniowej jak i poza nią – IP66, umożliwia połączenie z siecią internetową poprzez sieć Ethernet lub sieć GPRS,
- umożliwia montaż dwóch kart SIM, w celu zapewnienia poprawnej pracy w przypadku awarii karty,
- jest synchronizowana z serwerem czasu rzeczywistego,
- zarządza grupą do 150 sterowników lokalnych za pośrednictwem sieci bezprzewodowej 2,4 GHz pracującej zgodnie ze standardem ZigBee IEEE 802.15.4,
- rejestruje dane otrzymane ze sterowników lokalnych oraz je archiwizować,
- posiada wbudowany zegar astronomiczny,
- sygnalizuje za pomocą diod: zasilanie, połączenie z siecią ZigBee, połączenie z siecią GPRS, siłę sygnału GPRS, przesyłanie pakietów danych,
- umożliwia połączenie z komputerem za pomocą kabla RJ45,
- posiada min. 2 wejścia dwustanowe do podłączenia urządzeń zewnętrznych,
- umożliwia zdalną aktualizację oprogramowania i zmianę parametrów pracy własnej (przez dedykowaną stronę internetową i/lub połączenie Telnet).

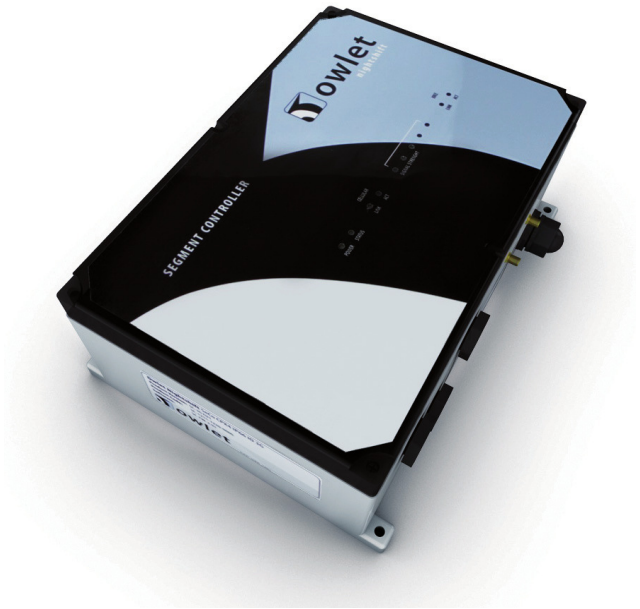
Sterowniki lokalne charakteryzują się poniższymi parametrami:

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

Sterownik segmentowy SeCo

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

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



Zadaniem sterownika segmentowego jest magazynowanie danych konfiguracyjnych wysyłanie sygnałów sterujących odbieranie sygnałów zwrotnych ze sterowników lokalnych oraz ich analiza.
SeCo w regularnych odstępach czasu pobiera parametry pracy systemu (np. pobór mocy) i przesyła je na serwer.
SeCo może zostać skonfigurowane zdalnie poprzez wykorzystanie graficznego interfejsu użytkownika dzięki wbudowanemu serwerowi Web.
Jest to proces jednorazowy i może zastać przeprowadzony za pomocą połączenia kablowego z komputerem lub za pośrednictwem Internetu.
Sterownik segmentowy jest połączony z Internetem za pomocą kabla lub karty SIM. Jego parametry mogą zostać dostosowane w sposób umożliwiający pracę w praktycznie każdym środowisku sieciowym.
Zintegrowany moduł ZigBee umożliwia bezprzewodowe połączenie ze sterownikami lokalnymi. Wszystkie dane konfiguracyjne przechowywane są w pamięci sterownika SeCo, dlatego system może działać automatycznie nawet w przypadku braku połączenia z Internetem.

Instalacja

Seco może być montowane wewnątrz lub na zewnątrz szafy oświetleniowej(IP 66). Sterownik wymaga zasilania (24/7) oraz połączenia z Internetem (Ethernet lub SIM)
Anteny muszą zostać zainstalowane optymalnie pod względem komunikacji bezprzewodowej.

- Antena ZigBee połączenie bezprzewodowe ze sterownikami lokalnymi.
- Antena GSM połączenie bezprzewodowe z siecią komórkową.

Działanie

Sterownik segmentowy realizuje następujące funkcje:

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

2. **Połączenie z serwerem**

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

3. **Połączenie bezprzewodowe ze sterownikami lokalnymi (ZigBee)**
   Sterownik segmentowy posiada wbudowany moduł ZigBee, który umożliwia bezprzewodowe połączenie ze sterownikami lokalnymi. ZigBee to przemysłowy standard dla sieci bezprzewodowych, który pracuje w ogólnodostępnym paśmie 2,4 GHz (tak jak Wi-Fi). Standard ZigBee zapewnia połączenie między dwoma sterownikami na dystansie 100 m. Jest to wystarczające dla większości instalacji oświetlenia zewnętrznego (również bardzo rozległych). Standard ZigBee tworzy sieć służącą do przesyłania sygnałów sterujących. Każdy ze sterowników powiela sygnał, dzięki czemu nawet odległe sterowniki mogą być z łatwością osiągalne.
4. **Uniwersalne wejścia**
   SeCo jest wyposażone w dwa wejścia cyfrowe, które mogą być wykorzystywane np. do podpięcia czujnika ruchu. Jako opcja, możliwe jest także zrealizowanie połączenia z zastosowaniem interfejsu Modbus.

Montaż

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

Sterownik lokalny LuCo NX (DALI)

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

LuCo NX jest wyposażony w wejście na czujniki kompatybilne ze stykami bez potencjałowymi, dzięki czemu może współpracować z szeroką gamą czujników obecności lub ruchu oraz dostosowywać poziom oświetlenia do/potrzeb użytkowników. Wbudowana fotokomórka pozwala na załączanie / wyłączanie opraw w sieciach niewyposażonych w zewnętrzne układy sterujące, dzięki czemu oprawy nie świecą w ciągu dnia przed dokonaniem konfiguracji systemu lub w przypadku awarii układów odpowiadających za załączanie oświetlenia (opcja). Sterownik monitoruje i przechowuje parametry elektryczne pracy statecznika elektronicznego(zasilacza LED) Dodatkowo zapewnia realizację algorytmów zapewniających oszczędność energii elektrycznej:
CLO - zapewniającego utrzymanie stałego strumienia świetlnego w czasie,
VPO - moc wirtualna pozwalającego uniknąć przewymiarowania instalacji,
Komunikacja oparta na przemysłowym standardzie ZigBee powoduje, że sterowniki LuCo NX w połączeniu ze sterownikiem segmentowym SeCo tworzą wytrzymałą i niezawodną sieć typu mesh, do której może należeć od kilku do kilkudziesięciu tysięcy opraw.

Zastosowanie

LuCo NX steruje zasilaczami LED / statecznikami HID
Sterownik ten został zaprojektowany do montażu wewnątrz opraw oświetlenia zewnętrznego.

Działanie

Sterownik LuCo NX został zaprojektowany w celu realizacji podstawowych zadań:

1. Sterowanie i wykrywanie

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

2. Bezpieczeństwo

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

3.Oszczędzanie energii

LuCo NX posiada wbudowane konfigurowalne algorytmy służące do oszczędzania energii elektrycznej.
CLO - (Stały Strumień Świetlny w czasie) kompensuje spadek strumienia świetlnego wynikający ze starzenia się źródła światła poprzez uwzględnienie współczynnika utrzymania (MF).
VPO - (moc wirtualna) pozwala uniknąć przewymiarowania instalacji.

3. Monitorowanie

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

4. Raportowanie

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

Informacje montażowe

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

4.5.2. System InteLUG

System ma zapewnić w pełni konfigurowalne zarządzanie oprawami oświetleniowymi, zarówno pojedynczo jak i grupowo. Zarządzanie oznacza:

- włączanie, wyłączanie

- ściemnianie, zmiana temperatury barwowej, zmiana barwy , pulsacja światła (najczęściej w celach diagnostycznych)- system musi umożliwiać sterowanie w systemie Dali, DMX oraz 1-10V. Oznacza to, że system może być wykorzystany nie tylko do zarządzania oświetleniem ulicznym, ale również oświetleniem iluminacyjnym (efektowym), awaryjnym, oświetleniem wnętrz .

- przesyłanie informacji diagnostycznych o oprawie (stan załączenia, ściemnienia, awaria zasilacza, awaria modułu LED, temperatury, przekroczenia parametrów kluczowych- temperatura, napięcie, prąd)

- monitorowanie zużycia energii

- dowolne tworzenie grup opraw, przy czym jedna oprawa może należeć do kilku grup, grupy mogą się w sobie zawierać, częściowo lub w całości.

- utrzymywanie stałego strumienia światła w czasie

- utrzymywanie zadanego poziomu natężenia oświetlenia

- zmiana wysterowania opraw w zależności od różnych czynników zewnętrznych, czyli współpraca z sensorami na przykład: ruchu, obecności, natężenia oświetlenia, natężenia ruchu ulicznego, stacji pogodowej, czujnika koloru, kamer monitoringu itd. System musi pozwalać na podłączenie dowolnego sygnału zewnętrznego i zaprogramowania odpowiedniej reakcji oprawy lub grupy opraw, niezależnie od fizycznego miejsca dołączenia czujnika. Reakcja może być jednorazowa lub może być sekwencją działań. Zmiana wysterowania oznacza zmianę natężenia, zmianę temperatury barwowej, zmianę barwy lub np. zmianę pulsacji oświetlenia, zmianę bryły fotometrycznej itd.

- zmiana wysterowania opraw w czasie

- praca systemu w układzie współbieżnym – oświetlenie narasta tylko w miejscach gdzie wykryta jest obecność użytkownika

- wizualizację rozmieszczenia opraw na lub na mapach i planach budynku

- w przypadku zarządzania oświetleniem drogowym- system pozwala na odpowiednią zmianę działania opraw w zaznaczonym terenie- np. w miejscu wypadku oraz pozwala zmienić działanie oświetlenia na wyznaczonej trasie, np. dla służb ratunkowych. Obszary te lub wyznaczone trasy są niezależne od wcześniej zadeklarowanych grup opraw.

- wizualizację stanu i parametrów poszczególnych opraw, grup, sensorów zarówno na dedykowanych urządzeniach jak i za pomocą aplikacji na urządzenia (Android, OS, Windows)

- szyfrowanie przesyłanych danych oraz zabezpieczenie dostępu do systemu:

1. tylko wizualizacja i informacja o stanie i zużyciu energii,
2. jak 1 plus możliwość załączania awaryjnego pełnego natężenia dla określonych grup
3. z możliwością konfiguracji całego systemu.

System powinien wykorzystywać komunikację bezprzewodową w topologii mesh. Kontrolery komunikują się pomiędzy sobą i koncentratorem w tej technologii. Jeden koncentrator (Iot HUB) obsługuje 200 urządzeń (opraw lub czujników) . Każdy koncentrator komunikuje się z Internetem za pomocą karty GSM, Wi-Fi lub LAN. System wykorzystuje technologię IoT

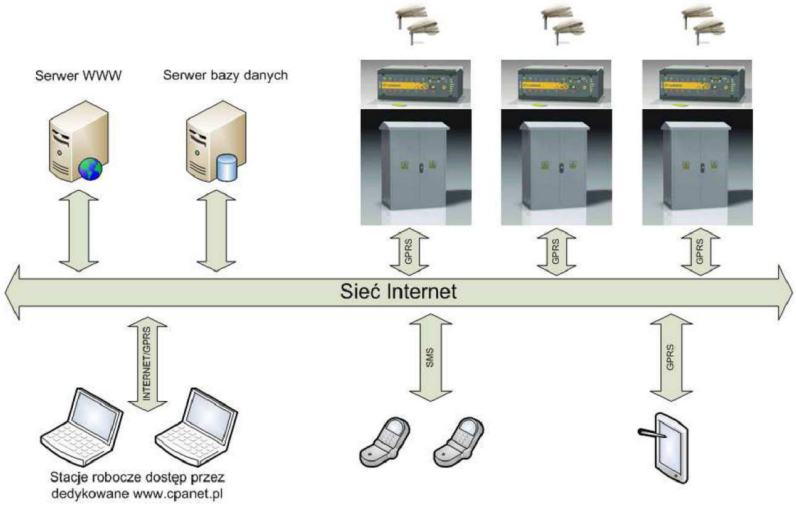
Kontroler znajduje się w oprawie lub słupie. Każdy kontroler posiada dodatkowe wejście na sygnał zewnętrzny. Wejście to pozwala zbierać i przesyłać dowolne mierzalne dane, np. informację z czujników zanieczyszczenia

powietrza. System powinien wspierać zarządzanie i obróbkę takich danych wg algorytmów dostarczonych przez zamawiającego.

4.5.3. CPA net (Rabbit)

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

Schemat poniżej przedstawia zasadę działania systemu typu CPA net:



Cechy SYSTEMU, w tym szczegółowy zakres monitoringu i sterowania.

Sterowniki:

- instalacja sterowników typu „Plug & Play”,
- wbudowany modem GPRS,
- zdalna wymiana oprogramowania i ustawień po GPRS,
- podłączenie komputera serwisowego za pomocą łącza RS485, RS232 lub USB,
- obsługiwane systemy operacyjne WINDOWS XP, VISTA, WINDOWS 7,
- komunikacja po GPRS i SMS,
- wbudowany odbiornik GPS pozwalający na określenie położenia geograficznego sterownika na elektronicznym planie miasta (z możliwością zdefiniowania stałego położenia) oraz uwzględnienie tej informacji przy załączaniu i wyłączaniu oświetlenia,
- synchronizacja czasu sterownika z zegarem czasu dostawcy usługi GPS,
- automatyczne wyliczenie strefy czasowej oraz automatyczna zmiana czasu zima/lato,
- odrębne poprawki w schematach sterowania dla lata i zimy
- minimum 5 wejść dwustanowych np. do kontroli stanu czujnika otwarcia szafki oświetleniowej, stanu przełącznika sterowania oświetleniem A-O-R, detekcji stanu załączenia stycznika,
- minimum 5 wejść umożliwiających załączenie poszczególnych obwodów w szafce,
- załączanie i wyłączanie oświetlenia zgodnie z tabelą wschodów i zachodów słońca,

- analiza parametrów sieci: pomiar napięcia i prądu oraz cos φ dla poszczególnych faz oraz mocy, czynnej, biernej i pozornej i zużytej energii,
- rejestracja pomierzonych wartości napięcia, prądu, cos φ, mocy, zużytej energii dla poszczególnych faz co 15 minut przez okras minimum 365 dni,
- zapamiętywanie zmian stanu wejść dwustanowych (stan, data i godzina zmiany stanu),
- raportowanie w ciągu kilku minut przez sterowniki alarmów do serwera Web oraz na predefiniowane numery telefonów komórkowych (minimum 5 numerów) sytuacji alarmowych: zanik napięcia zasilania na poszczególnych fazach, wzrost/obniżenie mocy, ponad zadane parametry- 3 fazy, alarm wejść sterujących (np. otwarcie drzwi szafek, zmiana położenia stanu przełącznika A-O-R, detekcja stanu załączenia stycznika), alarm wyjść,
- definiowanie danych do identyfikacji sterownika w SYSTEMIE takich jak: nazwa sterownika, numer szafki oświetleniowej, numer sterownika, adres IP sterownika, nr telefonu, nazwa ulicy, nazwa dzielnicy, nazwa miasta (gminy), opis,
- możliwość przypisania do sterownika plików związanych z szafką oświetleniową, np. schemat zasilania, schemat oświetlenia, schemat powiązań kaskadowych, pomiar geodezyjny powykonawczy (pliki w dowolnym formacie),
- zarządzanie systemem realizowane przez stronę Web w dowolnym czasie, z dowolnego miejsca on-line (PC, PDA, iPhone), obsługa VPN Klient,
- zarządzanie pojedynczymi sterownikami i predefiniowanymi grupami (grupy dowolnie predefiniowane według uznania Zamawiającego),
- raportowanie przez sterowniki alarmów do serwera Web oraz na predefiniowane numery telefonów komórkowych - minimum 5 numerów i minimum 10 smsów ze sterownika w ciągu miesiąca w ramach usługi,
- realizacja połączenia szyfrowanego HTPS,
- autoryzacja użytkowników (login, hasło, IP) oraz parametryzacja uprawnień,
- możliwość dostępu do obsługi sterownika z trzech poziomów: użytkownik, obserwator, administrator,

Możliwość pracy sterownika w trybach:

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

Wymagania techniczne sterowników:

- praca w temperaturze otoczenia: –30º/+80º,
- awaryjne zasilanie sterownika z wbudowanego akumulatora, który umożliwia pracę minimum 5 godzin od czasu zaniku zasilania,
- zewnętrzna antena GSM, GPRS (ze względu na możliwość zainstalowania systemu
- w obudowie metalowej),

- wskaźnik LED na panelu czołowym podający informacje: stan (wejścia, wyjścia), GSM, GPRS, GPS, zasięg sieci, stan akumulatora, status pracy,
- certyfikat CE,

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

APC - LED - mikroprocesorowy przekaźnik czasowy przeznaczony do sterowania mocą pojedynczej oprawy LED oświetlenia ulicznego

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

APC - LED jest przeznaczony do sterowania zasilaczami LED z wbudowanym układem redukcji natężenia (stosuje się interfejs 1~10Vdc, zmianę wypełnienia sygnału PWM lub rezystancję).
APC - LED umożliwia czasową redukcję strumienia świetlnego w oprawach LED różnego typu. Układ ma fabrycznie zaprogramowane dwa przedziały czasowe, w których redukowane jest natężenie strumienia świetlnego na dwóch różnych poziomach. Użytkownik może przeprogramować układ tak, że zmieni zarówno zakres obu przedziałów czasowych, jak i poziom redukcji. Programowanie polega na zastosowaniu odpowiedniej sekwencji włączeń i wyłączeń zasilania.

Właściwości APC - LED

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

Parametry techniczne APC - LED

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

4.5.4. Analiza rozwiązań układów sterowania

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

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

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

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

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

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

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

4.5.5. Redukcja mocy

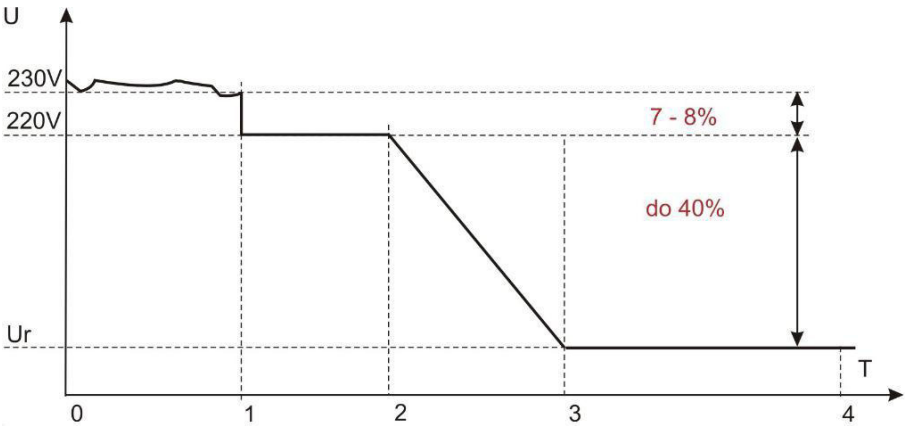
Norma PN-EN 13201 pozwala na możliwość oszczędności energii w wyniku ściemniania oświetlenia w tej części nocy, w której ruch jest skrajnie niewielki – pod warunkiem spełniania przed i po ściemnieniu wymagań normy dla właściwych klas oświetleniowych. Pozwala na obniżenie parametrów oświetleniowych o jedną klasę oświetleniową (np. z ME3 do ME4) w sytuacji, gdy zmniejsza się natężenie ruchu na ulicach Miasta. Z naszych obserwacji wykonanych w trakcie pomiarów parametrów świetlnych, wynika, że znaczące zmniejszenie

natężenia ruchu pozwalające na obniżenie parametrów świetlnych rozpoczyna się na większości ulic po godzinie 21.00 i trwa do godz. 6.00. Z tego względu w okresie między godz. 22 a 6 możemy zredukować strumień opraw oświetleniowych do 40-50%. Spowoduje to obniżenie parametrów oświetleniowych o jedna klasę w dół, co dopuszcza Polska Norma PN-EN 13201.

W Gminie zlokalizowanych jest 79 punktów sterownia oświetleniem. Ponieważ rozważany jest również wariant modernizacji sodowej przedstawiamy opis reduktorów mocy, których instalacja w takim przypadku jest jedynym ekonomicznym rozwiązaniem pozwalającym na uzyskanie wymiernych korzyści związanych z obniżeniem mocy opraw oświetleniowych. Reduktory instalowane są przy szafkach sterujących wraz z internetowymi zegarami z analizatorami sieci i zdalnym systemem sterowania.

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

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



W etapie I obejmującym czas pracy obwodu bez włączenia reduktora nie są generowane oszczędności.
W etapie II następuje stabilizacja w całym okresie pracy obwodu, co generuje ok. 8% oszczędności w zużyciu energii elektrycznej.
W etapie III następuje redukcja napięcia do poziomu Ur w godzinach zmniejszonego ruchu, co generuje do 40% oszczędności w zużyciu energii elektrycznej.
Wymagania dotyczące właściwości technicznych reduktora:

- zasadą działania urządzenia jest kilkustopniowe obniżenie napięcia o ok. 50V
- urządzenie musi mieć możliwość ustawienia stabilizacji napięcia na poziomie nominalnym (230V),
- elementem wykonawczym w urządzeniu jest transformator,
- łatwa instalacja nie wymagająca ingerencji w obrębie oprawy oświetleniowej ani słupa oświetleniowego,

- możliwość pracy w systemie TN-S,
- możliwość sterowania czasem załączenia – wyłączenia trybu oszczędzania energii,
- wymuszony tryb zapłonu lamp (tryb pracy umożliwiający poprawne wygrzanie źródeł światła),
- wbudowany mechaniczny przełącznik obejściowy (BYPASS),

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

4.5.6. 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.

4.5.7. Podsumowanie właściwości systemu sterowania i zarządzania oświetleniem

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

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

4.5.8. Utworzenie Centrum Dyspozytorskiego

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

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

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

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

4.5.9. Koszty wdrożenia systemu sterowania oświetleniem

Decydując się na zastosowanie systemów sterowania Gmina musi być przygotowane na dodatkowe koszty związane z obsługą systemu. Są to koszty związane z:

- wyposażeniem opraw w sterowniki do monitorowania stanu opraw,
- sterowniki segmentowe (koncentratory w szafach sterujących lub w oddzielnych szafach)
- koszty transmisji danych (transmisja GPRS - karty SIM M2M w sterownikach segmentowych lub zegarach)
- koszt utrzymania danych na serwerze zewnętrznym
- koszt wyposażenia Centrum Dyspozytorskiego
- koszty zatrudnienia pracowników do obsługi - w przypadku wdrożenia skomplikowanych systemów sterowania

Poniżej zestawiamy szacunkowe koszty wdrożenia różnych typów sterowania dla analizowanego obszaru Gminy Miedziana Góra:

System Philips Dyna Dimming:

W systemie tym każda oprawa jest wyposażona jest w e-SIM - wirtualna kartę do transmisji danych. Dane z opraw są przesyłane do Centrum Dyspozytorskiego.

1. roczna opłata abonamentowa e-SIM = 1390 x 10 PLN x 12 miesięcy = 166 800 PLN
2. wyposażenie opraw w moduły e-SIM = 1390 x 220 PLN = 305 800 PLN
3. zatrudnienie personelu do obsługi: 5000 PLN x 12 miesięcy = 60 000 PLN

Łącznie koszty dodatkowe przy zastosowaniu systemu Dyna Dimmer: 532 600 PLN

System Schreder Owlet:

W systemie tym każda oprawa jest wyposażona jest w sterownik do bezprzewodowej transmisji danych do sterownika segmentowego. Sterownik wyposażony jest w modem do transmisji danych GPRS. Dane ze sterownika segmentowego opraw są przesyłane do Centrum Dyspozytorskiego.

1. roczna opłata abonamentowa Kart GPRS = 79 szaf x 10 PLN x 12 miesięcy = 9 480 PLN
2. koszt sterowników segmentowych = 79 szaf x 8000 PLN = 632 000 PLN
3. wyposażenie opraw w moduły = 1390 x 200 PLN = 278 000 PLN
4. zatrudnienie personelu do obsługi: 5000 PLN x 12 miesięcy = 60 000 PLN

Łącznie koszty dodatkowe przy zastosowaniu systemu Owlet: 979 780 PLN

System LUG InteLUG:

System podobny do Owlet Schreder. W systemie tym każda oprawa jest wyposażona jest w sterownik do bezprzewodowej transmisji danych do sterownika segmentowego. Sterownik wyposażony jest w modem do transmisji danych GPRS. Dane ze sterownika segmentowego opraw są przesyłane do Centrum Dyspozytorskiego.

1. roczna opłata abonamentowa Kart GPRS = 79 szafy x 10 PLN x 12 miesięcy = 9 480 PLN
2. koszt sterowników segmentowych = 79 szaf x 4500 PLN = 276 500 PLN
3. wyposażenie opraw w moduły = 1390 x 80 PLN = 111 200 PLN
4. zatrudnienie personelu do obsługi: 5000 PLN x 12 miesięcy = 60 000 PLN

Łącznie koszty dodatkowe przy zastosowaniu systemu InteLUG: 456 180 PLN

System Rabbit CPA net:

W systemie tym nie ma możliwości sterowania indywidualnego. Informacje o oprawach i ich sterowanie odbywa się grupowo - sterować można całym obwodem przyłączonym do szafy z zegarem GPRS. Zegar wyposażony jest w modem do transmisji danych GPRS. Dane grup opraw są przesyłane do Centrum Dyspozytorskiego.

1. roczna opłata abonamentowa Kart GPRS = 79 szaf x 10 PLN x 12 miesięcy = 9 480 PLN
2. koszt zegarów GPRS = 79 szaf x 3800 PLN = 300 200 PLN

Łącznie koszty dodatkowe przy zastosowaniu systemu CPA net: 309 680 PLN

W przypadku zastosowania systemów sterowania i monitoringu indywidualnego ze względu na stopień skomplikowania i ilość monitorowanych danych, do obsługi potrzebne będzie oddelegowanie pracownika, który będzie odpowiadał za obsługę systemu.

W przypadku zastosowania systemu sterowania grupowego dodatkowa osoba do obsługi nie jest konieczna.

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 "HST" - w oparciu o technologię źródeł światła sodowych dla wybranych opraw z układem redukcji mocy w punktach sterowania, modernizacja szaf oświetleniowych.
2. Wariant II "LED minimalny" - w oparciu o technologię źródeł światła LED dla wybranych opraw z autonomicznym układem redukcji mocy, modernizacja szaf oświetleniowych, sterowanie grupowe opraw.
3. Wariant III "LED optymalny " - w oparciu o technologię źródeł światła LED dla wszystkich analizowanych opraw (za wyjątkiem opraw LED, nowych ozdobnych i naświetlaczy), sterowanie grupowe opraw, modernizacja szaf oświetleniowych.

Opis poszczególnych wariantów

Wariant I - Modernizacja wybranych opraw (których przezroczystość klosza spadła o 25%), instalacja opraw sodowych i układów redukcji mocy w punktach zasilania. Instalacja zegarów internetowych. Dowieszenie 76 opraw w celu spełnienia wymagań normy oświetleniowej.
Wariant II - Modernizacja wybranych opraw, instalacja opraw LED z autonomicznym układem redukcji mocy. Instalacja zegarów internetowych, układów kompensacji mocy biernej i zabezpieczeń przeciwprzepięciowych w punktach sterowania. Dowieszenie 76 opraw w celu spełnienia wymagań normy oświetleniowej.
Wariant III - Modernizacja wybranych opraw, instalacja opraw LED sterowanych indywidualnie. Instalacja sterowników segmentowych, układów kompensacji mocy biernej i zabezpieczeń przeciwprzepięciowych w punktach sterowania. Dowieszenie 100 opraw w celu spełnienia wymagań normy oświetleniowej.

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

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariancie

- Wymiana wysięgników, opraw z instalacją zabezpieczeń oraz **1014 szt**. opraw sodowych,
- Informacja o oprawach - grupowo z punktu sterowania, w którym zainstalowany będzie kontroler segmentowy.
- Dowieszenie **76 szt**. opraw sodowych (HPS)
- Modernizacja **79 szt**. układów sterowania,
- Średni poziom redukcji dynamicznej (wynikającej z zastosowania redukcji mocy w punktach sterowania) **30%.**

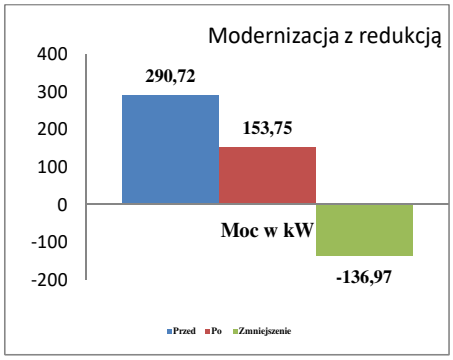
Tabela 1

	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja HST		
Lp		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa HST 70 W	**163**	83	**13,53**	**370**	83	**30,71**
2	Sodowa HST 100 W	**0**	115	**0,00**	**323**	115	**37,15**
3	Sodowa HST 150 W	**607**	176	**106,83**	**839**	176	**147,66**
4	Sodowa HST 250 W	**108**	285	**30,78**	**8**	285	**2,28**
5	Rtęciowa 125W	**152**	137	**20,82**	**9**	137	**1,23**
6	Rtęciowa 250W	**446**	265	**118,19**	**3**	15	**0,05**
7	LED 56W	**10**	56	**0,56**	**10**	56	**0,56**
	RAZEM:	**1 486**		**290,72**	**1 562**		**219,64**

Tabela 2 Porównanie wersji I - HST oraz wersji I HST z redukcją

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja I HST	Wersja I HST z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	**szt.**	**1 486**	**1 562**	**1 562**
2	Pobór mocy	**kW**	**290,72**	**219,64**	**153,75**
3	Redukcja mocy	**%**		**-24,45%**	**-47,11%**

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **153,75 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok **136,97kW / 47,11%**. **Obrazowo można to określić, że moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 800 szt. opraw sodowych o mocy nominalnej 150W.**



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

5.2. Wariant II - LED minimalny - porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariancie

- Wymiana wysięgników, opraw z instalacją zabezpieczeń oraz **813 szt**. opraw LED,
- Sterowanie oprawami grupowo z punktu sterowania, w którym zainstalowany będzie kontroler segmentowy. Zmiana profilu oprawy możliwa z zastosowaniem transmisji asynchronicznej, napięciem zasilającym.
- Modernizacja **79 szt**. układów sterowania,
- Średni poziom redukcji dynamicznej (wynikającej z zastosowania redukcji mocy w oprawach) **30%.**

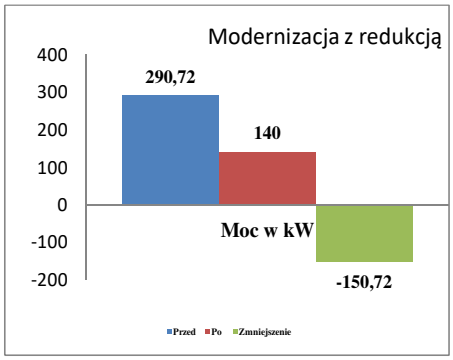
Tabela 3

	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja LED min		
Lp		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa HST 70 W	**163**	83	**13,53**	**240**	83	**19,92**
2	Sodowa HST 150 W	**607**	176	**106,83**	**465**	176	**81,84**
3	Sodowa HST 250 W	**108**	285	**30,78**	**22**	285	**6,27**
4	Rtęciowa 125W	**152**	137	**20,82**	**9**	137	**1,23**
5	Rtęciowa 250W	**446**	265	**118,19**	**3**	15	**0,05**
6	LED 56W	**10**	56	**0,56**	**10**	56	**0,56**
7	LED Ozdobna 48W	**0**	41	**0,00**	**16**	41	**0,66**
8	LED 22W	**0**	22	**0,00**	**2**	22	**0,04**
9	LED 27W	**0**	27	**0,00**	**9**	27	**0,24**
10	LED 32W	**0**	32	**0,00**	**1**	32	**0,03**
11	LED 38W	**0**	38	**0,00**	**1**	38	**0,04**
12	LED 41W	**0**	41	**0,00**	**17**	41	**0,70**
13	LED 49W	**0**	49	**0,00**	**161**	49	**7,89**
14	LED 54W	**0**	54	**0,00**	**66**	54	**3,56**
15	LED 55W	**0**	55	**0,00**	**45**	55	**2,48**
16	LED 55W	**0**	56	**0,00**	**291**	56	**16,30**
17	LED 68W	**0**	68	**0,00**	**103**	68	**7,00**
18	LED 76W	**0**	76	**0,00**	**24**	76	**1,82**
19	LED 85W	**0**	85	**0,00**	**35**	85	**2,98**
20	LED 95W	**0**	95	**0,00**	**2**	95	**0,19**
21	LED 98W	**0**	98	**0,00**	**40**	98	**3,92**
	RAZEM:	**1 486**		**290,72**	**1 562**		**157,72**

Tabela 4 Porównanie wersji II - LED oraz wersji II LED z redukcją

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja II LED	Wersja II LED z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	**szt.**	**1 486**	**1 562**	**1 562**
2	Pobór mocy	**kW**	**290,72**	**157,72**	**140,00**
3	Redukcja mocy	**%**		**-45,75%**	**-51,84%**

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **140 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok **150,72 kW / 52%,. Obrazowo można to określić, że moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 850 szt. opraw sodowych o mocy nominalnej 150W.**



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

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

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariancie

- Wymiana wysięgników, opraw z instalacją zabezpieczeń oraz **1390 szt**. opraw LED,
- Sterowanie oprawami grupowo z punktu sterowania, w którym zainstalowany będzie kontroler segmentowy. Zmiana profilu oprawy możliwa z zastosowaniem transmisji asynchronicznej, napięciem zasilającym.
- Modernizacja **79 szt**. układów sterowania,
- Średni poziom redukcji dynamicznej **30%.**
- Mimo możliwości głębszej redukcji strumienia, nie zalecamy tego z powodu, iż według Polskiej Normy PN-EN 13210 możemy obniżyć strumień świetlny o jedną klasę oświetleniową, co odpowiada redukcji ok 40% strumienia świetlnego.

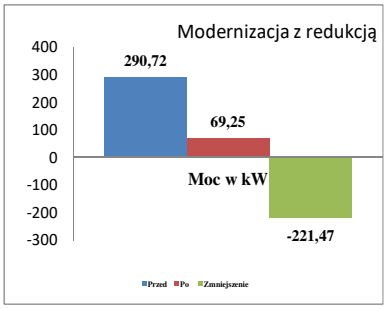
Tabela 5

	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja LED opt		
Lp		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa HST 70 W	163	83	13,53	103	83	8,55
2	Sodowa HST 150 W	607	176	106,83	67	176	11,79
3	Sodowa HST 250 W	108	285	30,78	4	285	1,14
4	Rtęciowa 125W	152	137	20,82	9	137	1,23
5	Rtęciowa 250W	446	265	118,19	3	15	0,05
6	LED 56W	10	56	0,56	10	56	0,56
7	LED Ozdobna 48W	0	41	0,00	16	41	0,66
8	LED 22W	0	22	0,00	17	22	0,37
9	LED 27W	0	27	0,00	32	27	0,86
10	LED 32W	0	32	0,00	129	32	4,13
11	LED 38W	0	38	0,00	77	38	2,93
12	LED 41W	0	41	0,00	69	41	2,83
13	LED 49W	0	49	0,00	241	49	11,81
14	LED 54W	0	54	0,00	135	54	7,29
15	LED 55W	0	55	0,00	46	55	2,53
16	LED 55W	0	56	0,00	407	56	22,79
17	LED 68W	0	68	0,00	116	68	7,89
18	LED 76W	0	76	0,00	24	76	1,82
19	LED 85W	0	85	0,00	37	85	3,15
20	LED 95W	0	95	0,00	4	95	0,38
21	LED 98W	0	98	0,00	40	98	3,92
	RAZEM:	1 486		290,72	1 586		96,67

Tabela 6 Porównanie wersji LED max z redukcją

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja III LED	Wersja III LED opt z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	1 486	1 586	1 586
2	Pobór mocy	kW	290,72	96,67	69,25
3	Redukcja mocy	%		-66,75%	-76,18%

- **moc rzeczywista** po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **69,25 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok **221,47kW / 76,18%,. Obrazowo można to określić, że moc zaoszczędzona jest wystarczająca, aby w przybliżeniu zasilić około 1250 szt. opraw o mocy nominalnej 150W.**



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:

$K_e=\sum_{i=1}^{n} Pui * (StDys + OP) * 12 + (Pzi * ti) * (En$ +Dys + JAK) + (OHi + Ai) * 12 ***dla strefy dzień lub noc taryfa C12b***

Ke= Kedzień+Kenoc

<u>Gdzie dla 2016 roku:</u>

Ke- koszt energii w zł
Pz- moc zainstalowana w kW= 290,54kW suma mocy obwodów Pzi
Pui- moc umowna i-tego obwodu oświetleniowego (rozliczeniowego) w kW
Pu – całkowita moc umowna, wyliczona jako suma Pui, razem dla Gminy Miedziana Góra to 515 kW
t_i– czas świecenia i-tego obwodu -> zależy od czasu astronomicznego zachodu i wschodu-> zakłada się dla Polski ok. 4150 h rocznie.
En- zmienna stawka taryfowa ceny energii czynnej-> koszt zależy od energii-> kWh*0,2230 dzień, kWh*0, 2230 noc
Dys- zmienna stawka taryfowa dystrybucji -> koszt zależy od energii-> = kWh*0,2032 dzień, kWh*0,0595 noc
JAK - opłata jakościowa dystrybucji -> koszt zależy od energii-> kWh*0,0129
StDys – opłata przesyłowa stała, zależy od mocy umownej ->Stawka stała dystrybucji = PU*StDys*12=> 250*2,74 zł*12 mies. [2016]
OP - opłata przejściowa, zależy od mocy umownej ->Stawka stała dystrybucji = PU*StDys*12=> 250*0,85 zł*12 mies. [2016]
i – ilość obwodów oświetleniowych od 1 do n = 79 C12b
A- Abonament dystrybucyjny od każdej umowy-> koszt zależy od ilości umów-> 2,55 zł netto * 12 mies. * ilość Umów.
Pzi*Ti- energia w kWh- ilość zależy od mocy rzeczywistej pomnożonej przez czas
Koszt całkowity utrzymania oświetlenia ulicznego to:

Kc=Ke+Kk+VAT23%

Ke- koszt energii netto w tym akcyza 2% liczona od kWh
Kk- koszt konserwacji netto

Do wyliczenia oszczędności zostały przyjęte moce opraw zidentyfikowane podczas inwentaryzacji i normatywne czasy świecenia (4150 h).

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

Tabela 7

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

6.2. Analiza kosztów eksploatacji systemu przed i po modernizacji

6.2.1. Założenia modernizacji.

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

6.2.2. Rozliczenie kosztów energii dla 2016 r., przed modernizacją czas eksploatacji 4150 h

1. Stan przed modernizacją, analizowany dla wybranego fragmentu systemu,
2. Taryfa **C12b** dla **79** obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny **2016**
4. Dostawca energii z przetargu, usługi dystrybucji **PGE Dystrybucja SA,**
5. **Moc zainstalowana 290,72 kW,**
6. **Moc Umowna 515 kW, czas eksploatacji nominalny 4150 h/rocznie**.

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Opłata OZE	Dystr. Stała	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
290,7	**Dzien C12b**	1383	402 065,76	0,2230	0,2032	0,0129	0,00251	16 933,2	5253,00	2417,40	**202 159,86**	**248 656,63**
290,7	**Noc C12b**	2767	804 422,24	0,2230	0,0595	0,0129	0,00251	-			**239 645,43**	**294 763,88**
515,0	umowna	**4 150**	1 206 488,00		0,283	-	-	2,74	0,85	2,55		
Rzeczywisty czas		**4 150**	1 206 488,00	**Średnioważona ceny MWh**								
eksploatacji		**4 150**	1 206 488,00	**450,41518**							**441 805,29**	**543 420,51**

6.2.3. Symulacja wariantu I: HST minimalny

1. Stan przed modernizacją, analizowany dla całego systemu,
2. Taryfa **C12b** dla **79** obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny **2016**
4. Dostawca energii z przetargu, usługi dystrybucji **PGE Dystrybucja SA,**
5. **Moc zainstalowana 154,33 kW,**
6. **Moc Umowna 515 kW, czas eksploatacji nominalny 4150 h/rocznie**.

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Opłata OZE	Dystr. Stała	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
154,3	**Dzien C12b**	1383	213 438,39	0,2230	0,2032	0,0129	0,00251	16 933,2	5253,00	2417,40	**118 860,13**	**146 197,96**
154,3	**Noc C12b**	2767	427 031,11	0,2230	0,0595	0,0129	0,00251	-			**127 216,84**	**156 476,71**
515,0	umowna	**4 150**	640 469,50		0,283	-	-	2,74	0,85	2,55		
Rzeczywisty czas		**4 150**	640 469,50	**Średnioważona ceny MWh**								
eksploatacji		**4 150**	640 469,50	**472,58248**							**246 076,97**	**302 674,67**

6.2.4. Symulacja wariantu II: LED min

1. Stan przed modernizacją, analizowany dla całego systemu,
2. Taryfa **C12b** dla **79** obwodów rozliczeniowych,
3. Ceny **2016**

4. Dostawca energii z przetargu, usługi dystrybucji PGE Dystrybucja SA**,**
5. **Moc zainstalowana 140 kW,**
6. **Moc Umowna 515 kW, czas eksploatacji 4150 h/rocznie**.

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Opłata OZE	Dystr. Stała	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
140,0	**Dzien C12b**	1383	193 620,00	0,2230	0,2032	0,0129	0,00251	16 933,2	5253,00	2417,40	**110 108,13**	**135 433,00**
140,0	**Noc C12b**	2767	387 380,00	0,2230	0,0595	0,0129	0,00251	-			**115 404,38**	**141 947,38**
515,0	umowna	**4 150**	581 000,00		0,283	-	-	2,74	0,85	2,55		
Rzeczywisty czas		**4 150**	581 000,00	**Średnioważona ceny MWh**								
eksploatacji		**4 150**	581 000,00	**477,41890**							**225 512,50**	**277 380,38**

6.2.5. Symulacja wariantu III: LED opt

7. Stan przed modernizacją, analizowany dla całego systemu,
8. Taryfa **C12b** dla **79** obwodów rozliczeniowych,
9. Ceny **2016**
10. Dostawca energii z przetargu, usługi dystrybucji PGE Dystrybucja SA**,**
11. **Moc zainstalowana 69,25 kW,**
12. **Moc Umowna 515 kW, czas eksploatacji 4150 h/rocznie**.

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dystr.	Jakościowa Dystr.	Dystr. Stała	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
69,3	**Dzien C12b**	1383	95 772,75	0,2230	0,2032	0,0154	16 933,2	5253,00	2417,40	**65 421,96**	**80 469,01**
69,3	**Noc C12b**	2767	191 614,75	0,2230	0,0595	0,0154	-			**54 131,18**	**66 581,35**
515,0	umowna	**4 150**	287 387,50		0,283	-	2,74	0,85	2,55	**119 553,14**	**147 050,37**
Rzeczywisty czas		**4 150**	287 387,50	**Średnioważona ceny MWh**						**119 553,14**	**147 050,37**
eksploatacji		**4 150**	287 387,50	**511,67976**						**119 553,14**	**147 050,37**

6.2.6. Analiza kosztów mocy Umownej

Obecnie suma mocy umownej dla badanego zakresu, według zestawienia PPE to **515** kW. Zakładamy znormalizowany czas eksploatacji na poziomie **4150** h rocznie, oraz około **150** kW zainstalowanej mocy po modernizacji dla wariantu II. Ponieważ potrzebny jest zapas mocy (wynikający z potrzeby czasowych przepięć obwodów oraz w celu dobrania odpowiednich wartości zabezpieczeń) dla potrzeb obliczenia nowej mocy umownej powinno się dodać około 40-50% wartości (wynika to z definicji mocy umownej: *"moc odpowiadająca największemu przewidywanemu 15-minutowemu obciążeniu czynnemu"* i z charakterystyki rozruchu lamp wyładowczych gdzie prąd rozruchowy może być dwukrotnie wyższy niż prąd znamionowy obwodów). W związku z tym wartość całkowitą mocy umownej można wyszacować na około **300** kW.

6.2.7. Analiza czasu eksploatacji systemu oświetleniowego

Analiza zastosowanych w Gminie Miedziana Góra systemów sterowania oświetleniem oraz analiza prognozowanych wolumenów energii pokazuje, że w mieście nie mamy do czynienia z przekroczeniem normatywnego czasu świecenia systemu oświetleniowego. Z doświadczenia wiemy, że najczęściej przekroczony czas eksploatacji ma miejsce tam, gdzie stosowane są stare elementy sterowania: zegary zmierzchowe i zegary mechaniczne. W mieście zainstalowane są nowe zegary ze zintegrowanym zegarem astronomicznym. Według obliczeń wynika, iż czas eksploatacji systemu oświetleniowego wynosi ok. 4100 h.

6.2.8. Analizy kompensacji mocy biernej

Dla obwodów oświetleniowych obecnie stosowana jest w taryfa C12b. Dla wymienionej taryfy OSD nie przewiduje pomiaru i rozliczania mocy biernej. Jednak sukcesywnie ta praktyka będzie zmieniana i można spodziewać się wymiany liczników na liczniki ze zdalnym odczytem, z możliwością dostępu trzeciej strony tzw. TPA. Wtedy może pojawić się problem braku kompensacji mocy biernej. Aktualne warunki przyłączeniowe PPE nie zawierają również parametrów brzegowych tg φ, dla którego będzie naliczana kara za jego przekroczenie. Brak kompensacji mocy biernej, na skutek starzenia się elementów reaktancyjnych opraw,

odpowiedzialnych za zmianę kąta fazowego prądu w stosunku do napięcia, może objawiać się zwiększonym zużyciem energii czynnej, która wydziela się w przewodach przesyłowych. Widoczne jest to, jako zwiększone zużycie energii w stosunku do rzeczywistej mocy zainstalowanej systemu. Zjawisko to, po analizie zużycia całkowitego nie zostało zidentyfikowane. Analiza kompensacji mocy biernej nie powinna być analizowana pod katem oszczędności z tytułu uniknięcia kar umownych, lecz obowiązku dbania, aby nie występowały przekroczenia parametrów mocy biernej określone w warunkach przyłączeniowych, gdyż jest to czysta strata, która nie powinna występować i nie jest ujęta w żadnej z prognoz zużycia energii. Koszt przekroczonej mocy biernej może być bolesnym kosztem dla Zamawiającego, gdyż jest to koszt 3-5 razy większy od ceny mocy czynnej i oszczędności wygenerowane przez obniżenie mocy opraw mogą być skonsumowane przez niekontrolowany wzrost zużycia mocy biernej.

6.2.9. Wnioski z analizy kosztów i czasu eksploatacji.

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

1. W przypadku wykonania modernizacji wraz z przebudową systemu sterowania, koszty utrzymania systemu oświetlenia ulicznego będą niższe od ponoszonych obecnie.
2. Czas eksploatacji systemu oświetleniowego wynosi około 4100 h rocznie.
3. Koszty energii można obniżyć poprzez obniżenie mocy po modernizacji.
4. Nowoczesne systemy sterowania oświetleniem (z analizatorami sieci w punktach sterowania) pozwolą kontrolować koszty ponoszone przez Gminę i eliminować niepotrzebne koszty.

7. Porównanie wariantów zamierzenia inwestycyjnego oraz wybór wariantu optymalnego

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

7.1.1. Wariant I "HST" - oprawy sodowe

Wariant I - Oprawy Sodowe (redukcja mocy w punktach zasilania) polega na możliwie pełnym zrealizowaniu celu, zmodernizowaniu poprzez remont odtworzeniowy, wyeksploatowanego systemu oświetleniowego Gminy. System projektowany ma się wyróżniać energooszczędnością przy jednoczesnym spełnieniu europejskiej normy oświetleniowej PN-EN 13201. W tym wariancie zakładamy, że uzyskamy oszczędność w zużyciu energii oraz niskie koszty eksploatacji.

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariancie

- Wymiana opraw, wysięgników, zabezpieczeń i opraw na oprawy sodowe.
- Modernizacja układów zasilania, redukcja mocy dla całego systemu oświetleniowego.
- Wariant nie zakłada budowy specjalnego oświetlenia dla przejść dla pieszych,

Szacunkowa wycena nakładów inwestycyjnych w wariancie I

Tabela 8

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych		Brutto	Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Montaz opraw oświetleniowych	1014	1 582,53	1 304 623,51	1 604 686,92
2	Wymiana szaf oświetleniowych, montaż układów redukcji mocy	79	8 000,00	513 821,14	632 000,00
RAZEM				1 818 444,65	2 236 686,92

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

7.1.2. Wariant II "LED minimalny" - oprawy LED

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

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariancie

- Wymiana opraw, wysięgników, zabezpieczeń i opraw na oprawy LED w wybranym obszarze Gminy.
- Modernizacja układów zasilania, kompensacja mocy biernej w części modernizowanej, analizatory sieci w szafach sterujących.
- Wariant nie zakłada budowy specjalistycznego oświetlenia przejść dla pieszych,

Szacunkowa wycena nakładów inwestycyjnych w wariancie II

Tabela 9

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych		Brutto	Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Montaz opraw oświetleniowych	813	1 770,22	1 281 559,78	1 439 191,63
2	Wymiana szaf oświetleniowych, montaż kompensacji mocy biernej, zabezpieczeń przeciwprzepięciowych	79	6 000,00	385 365,85	474 000,00
RAZEM				1 666 925,63	1 913 191,63

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 optymalny" - oprawy LED

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

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariancie

- Wymiana opraw, wysięgników, zabezpieczeń i opraw na oprawy LED w całej Gminie.
- Modernizacja układów zasilania, kompensacja mocy biernej w części modernizowanej, analizatory sieci w szafach sterujących.
- Wariant nie zakłada budowy specjalistycznego oświetlenia przejść dla pieszych,

Szacunkowa wycena nakładów inwestycyjnych w wariancie III

Tabela 10

L.p.	Zakres robót budowlanych i prac instalacyjnych		Brutto	Nakłady inwestycyjne	
		ilość	k.jedn.	netto	brutto
1	Montaz opraw oświetleniowych	1390	1 615,73	1 825 906,50	2 245 865,00
2	Wymiana szaf oświetleniowych, montaż kompensacji mocy biernej, zabezpieczeń przeciwprzepięciowych	79	6 000,00	385 365,85	474 000,00
RAZEM				2 211 272,36	2 719 865,00

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

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

Tabela 11 Porównanie Wariantów

Porównianie Wariantów					
Kluczowe Parametry Procesu		Znormalizowany czas 4150 h	Działania Inwestycyjne		
Lp		Prognoza 2015	Wariant I HST minimalny	Wariant II LED optymalny	Wariant III LED maksymalny
1	Moc Umowna [kW]	515,00	200,00	200,00	200,00
2	Moc zainstalowana [kW]	290,72	154,33	140,00	69,25
3	Moc zainstalowana [%]		46,9%	51,8%	76,2%
4	Czas eksploatacji	4 150	4 150	4 150	4 150
5	Ilość opraw	1 485	1 562	1 562	1 586
7	Wolumen energii [kWh]	1 206 488,00	640 469,50	581 000,00	287 387,50
8	OSD	PGE	PGE	PGE	PGE
9	Taryfy	C12b	C12b	C12b	C12b
10	Koszt energii brutto z VAT	543 420,51	302 647,67	277 380,38	147 050,37
11	Ilość modernizowanych opraw		1 014	813	1 390
12	Efekt ekologiczny [ton CO2]		459,61	507,90	746,31
13	Ograniczenie emisji [MWh}		**566,02**	**625,49**	**919,10**
14	Narastająco		**240 772,84**	**266 040,13**	**396 370,14**
15	Narastająco %		**44%**	**49%**	**73%**
16	Nakłady Inwestycyjne wg. kosztorysu	-	**2 236 686,92**	**1 913 191,63**	**2 719 865,00**
17	Prosty czas spłaty	-	**9,29**	**7,19**	**6,86**
18	Poziom dofinansowania	-	**85%**	**85%**	**85%**
19	czas spłaty z dofinansowaniem	-	**1,39**	**1,08**	**1,03**

Wnioski:

1. Wartością odniesienia kosztów energii, oświetlenia ulicznego modernizowanego zakresu, dla Gminy Miedziana Góra, jest wartość: **543 420,51** rocznie dla cen 2016 r.
2. Możliwa do uzyskania jest redukcja kosztów energii dla oświetlenia ulicznego o **73 %** w stosunku do **modelu kosztów** (prognozy) bez działań mających na celu ich obniżenie.
3. Korzyść na energii to maksymalnie ok. **396 370,14** złotych rocznie, w przypadku realizacji Wariantu III.

7.2. Wybór wariantu optymalnego

Optymalność, rozumiana przez Audytorów, to jest kompromis pomiędzy kosztami inwestycji, a jej wynikami poprawienia efektywności energetycznej. Czym innym jest, wariant optymalny z punktu widzenia inwestora, uwzględniający takie kryteria jak możliwości budżetowe, wizerunek Gminy, kwestie własnościowe i szereg innych parametrów. Najbardziej optymalny, z punktu widzenia inwestora jest wariant III LED, pozwalający na znaczne obniżenie zużycia energii, poprawę wizerunku Gminy, mieszcząc się w kwocie dofinansowania RPO. Autonomiczne układy redukcji mocy w oprawach pozwalają na skuteczne obniżenie zużywanej mocy o dodatkowe 30-40 %.

Analizując korzyści i koszty związane z obniżeniem mocy opraw zaklasyfikowanych do modernizacji, wnioskujemy, że racjonalnymi i efektywnymi rozwiązaniami są jedynie warianty LED. Ze względu na zupełnie odmienną charakterystykę lamp sodowych i LED, skłaniamy się ku wymianie jak największej części infrastruktury na oprawy LED. Technologia sodowa jest w tej chwili wypierana przez LED i dlatego jest przez nas zalecana. Dodatkowym elementem jest łatwość sterowania i monitorowania opraw. Ze względu na poprawę wizerunku i wymianę nieefektywnych oświetleniowo opraw oraz efekty ekonomiczne rozważany był również wariant II polegający na wymianie opraw sodowych na oprawy LED na wybranych głównych drogach Gminy.

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

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

Ze względów ekonomicznych należy rozważyć wariant II polegający na modernizacji wyeksploatowanych opraw sodowych na głównych drogach Gminy. Wariant ten jest najbardziej ekonomiczny, pozwoli zmodernizować około 60% oświetlenia Gminy i może być traktowany, jako I etap całkowitej modernizacji.

Dla zalecanego wariantu III modernizacja przyniesie wysokie wskaźniki oszczędności energii i redukcji CO2. Dla całego obszaru 1486 opraw, zakładając czas eksploatacji systemu oświetleniowego - 4150 godziny rocznie - oszczędności energii wyniosą ponad 73%, zaś redukcja emisji CO2 ponad 746 ton rocznie.

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

7.2.1. Analiza porównawcza kosztów eksploatacyjnych przed i po modernizacji dla Wariantu III

Koszty konserwacji i energii: porównanie przed i po modernizacji

Umowa z PGE Dystrybucja przewiduje, że opłaty za energię będą ustalane na poziomie cen, po których energię kupuje Gmina od dostawców wybranych w postępowaniu na dostawę energii w przetargu nieograniczonym. Taka też wartość została przyjęta do analizy.

Tabela 12

Tytuł	Przed modernizacją		Po modernizacji
Opłata za energię	543 420,51	-73%	147 050,37
RAZEM	**543 420,51**	**-73%**	**147 050,37**
Konserwacja	60 000,00		60 000,00
Statystyczny koszt konserwacji pkt. św.	3,36		3,15
RAZEM	**603 420,51**	**-66%**	**207 050,37**
Liczba opraw	**1 486**	**7%**	**1 586**
Oszczędność			**- 396 370**

Wnioski:

1. W przypadku wykonania modernizacji, koszty energii dla oświetlenia ulicznego będą niższe o ok. **396 370** zł rocznie, w stosunku do prognozy roku 2016, która obejmuje cały obszar Gminy objęty inwentaryzacją.
2. Koszt oświetlenia dróg Gminy Miedziana Góra może zostać obniżony o ok. **66%**
3. Inteligentne kontrolery sterujące systemem oświetleniowym rejestrują faktyczne interwencje konserwatora, prądy, napięcia, cos φ, czas pracy systemu oraz energię. Łatwiej zdalnie diagnozować pracę systemu. Działania konserwatora są monitorowane przez system komputerowy. Można zmienić system rozliczania z konserwatorem z ryczałtowego od punktu świetlnego na kosztorysowy od faktycznie wykonanych czynności plus kwota za gotowość.

8. Analiza oddziaływania na środowisko

8.1. Wyliczenie wskaźnika ekologicznego dla modernizowanego obszaru

Modernizacja oświetlenia ma na celu oszczędność zużycia energii elektrycznej. W wyniku tych oszczędności zmniejszają się wielkości emisji do atmosfery i ilości popiołów produkowanych przez elektrownie węglowe. Do wyprodukowania 1 MWh energii elektrycznej zużywa się ok. **500** kg węgla. W związku z tym do atmosfery wyemitowane zostają następujące ilości związków chemicznych i pyłów lotnych - na podstawie publikacji KOBIZE "Wskaźniki emisyjności SO2, NOx, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2014 rok": **CO_2 – 0,812 kg, CO – 0,224 kg, SOx – 1,572 kg, NOx – 1,049 kg, pyły lotne – 0,064 kg.** Emitowane pyły lotne zawierają nie wymienione wyżej pierwiastki promieniotwórcze oraz ołów, kadm i arsen. Dla celu rozliczenia emisji **CO_2** wskaźnik emisji, średnioważony dla całego kraju ma być przyjęty w wysokości **0,812**. W skali roku, do atmosfery zostaną wyemitowane następujące ilości CO_2 wyliczone wg algorytmu:

$$\Delta E * h * 0{,}812$$

gdzie:

Δ E - oszczędność mocy zainstalowanej w kW (różnica między mocą przed i po modernizacji dla badanego obszaru)

h - normatywny czas świecenia - 4150h

0,812 - współczynnik emisji CO_2

Tabela 13 Efekt ekologiczny dla wariantu III

Efekt ekologiczny dla wariantu I- wybranego LED optymalny			
1	Moc przed modernizacją [kW]	290,72	76,2%
2	Moc po modernizacji [kWh]	69,25	-221,47
3	Czas świecenia [h]	4150	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	919,10	
Lp	Zanieczyszczenia [kg]	Zanieczyszczenia [Mg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO2	746,31	0,812
2	Dwutlenek siarki SO2	1 444,83	1,572
3	Tlenek węgla CO	205,88	0,224
4	Tlenki azotu Nox	964,14	1,049
5	Pyły całkowite	58,82	0,064

Koncepcja kompleksowej modernizacji oświetlenia drogowego na Gminy Miedziana Góra zakłada zastąpienie, istniejącego, wyeksploatowanego oświetlenia sodowego na oświetlenie lampami LED o mniejszej mocy i trwałości użytkowej min. 100 000 h. Zatem wymiana i utylizacja źródeł będzie zachodziła trzy razy rzadziej niż obecnie.

8.2. Zanieczyszczenie powietrza w trakcie modernizacji

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

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

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

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

9. Analiza instytucjonalna

9.1. Wykonalność instytucjonalna projektu

9.1.1. Status prawny inwestora

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

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

9.1.2. Stabilność ekonomiczna i zdolność kredytowa inwestora

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

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

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

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

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

a. RIO w Opolu – uchwała RIO w formie decyzji administracyjnej 2009 r.

b. RIO Dolnośląskie - w sprawie budowy drogi przez związek gmin - 2009 r. zaskarżone przez związek do WSA w styczniu 2010 r.

c. RIO w Kielcach listopad 2009

d. RIO w Lublinie luty 2010

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

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

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

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

Art. 217.

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

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

Art. 72.

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

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

Reasumując, wszystkie dozwolone ustawą sposoby finansowania JST są zaliczane do długu publicznego. Zobowiązania niewymagalne, wierzytelności niewymagalne, kredyt kupiecki niewymagalny oraz leasing finansowy nie są zaliczane do długu publicznego, ale nie są również dozwolone art. 217 Ustawy o finansach publicznych, jako sposoby finansowania deficytu JST, który wyniknie z podjęcia uchwały o realizacji inwestycji.
Ewentualne wątpliwości, co jest zaliczane do długu publicznego ostatecznie rozwiązał Minister Finansów w rozporządzeniu z dnia 23 grudnia 2010 r., w którym de facto uznał, że wszystkie zapisy paragrafu zobowiązania, są długiem publicznym podlegającym wykazaniu w sprawozdaniu o zadłużeniu publicznym JST.
Na uwagę zasługuje również bardzo istotny fakt, że w związku z ostatnią nowelizacją prawa o finansach publicznych podane wcześniej wskaźniki zadłużenia [15%, 60%] przestają obowiązywać z dniem 31 grudnia 2013 roku. Nowe zaś, będą wyliczane w oparciu o wyniki JST liczone od stycznia 2011 r.

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

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

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

Porównanie stanu prawego 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**
Art. 169. 1. Łączna kwota przypadających w danym roku budżetowym:	**Art. 243.** 1. Organ stanowiący jednostki samorządu terytorialnego nie może uchwalić budżetu, którego realizacja spowoduje, że w roku budżetowym oraz w każdym roku następującym

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, 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, 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. 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. 3. Ograniczeń określonych w ust. 1 nie stosuje się do: 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 2) poręczeń i gwarancji udzielonych samorządowym osobom prawnym realizującym zadania jednostki samorządu terytorialnego z wykorzystaniem środków, o których mowa w art. 5 ust. 3. **Art. 170.** 1. Łączna kwota długu jednostki samorządu terytorialnego na koniec roku budżetowego nie może przekroczyć 60% wykonanych dochodów ogółem tej jednostki w tym roku budżetowym. 2. W trakcie roku budżetowego łączna kwota długu jednostki samorządu terytorialnego na koniec kwartału nie może przekraczać 60% planowanych w danym roku budżetowym dochodów tej jednostki.	po roku budżetowym relacja łącznej kwoty przypadających w danym roku budżetowym: 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, 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, 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: $\frac{(R+O)}{D} \leq \frac{1}{3} * \left(\frac{Db_{n-1}+Sm_{n-1}-Wb_{n-1}}{D_{n-1}} + \frac{Db_{n-2}+Sm_{n-2}-Wb_{n-2}}{D_{n-2}} + \frac{Db_{n-3}+Sm_{n-3}-W}{D_{n-3}} \right.$ gdzie poszczególne symbole oznaczają: **R** - 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, **O** - 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, **D** - dochody ogółem budżetu w danym roku budżetowym, Db - dochody bieżące, Sm - dochody ze sprzedaży majątku, **Wb - wydatki bieżące,** n - rok budżetowy, na który ustalana jest relacja, n-1 - rok poprzedzający rok budżetowy, na który ustalana jest relacja, n-2 - rok poprzedzający rok budżetowy o dwa lata, n-3 - rok poprzedzający rok budżetowy o trzy lata. 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.

9.2. Stosunki własnościowe

Występują w mieście następujące tytułu do dysponowania systemem oświetleniowym:

a) Konstrukcje wsporcze, instalacje oświetleniowe [kable lub linie oświetleniowe] należą do lokalnego OSD.

b) Konstrukcje wsporcze, instalacje oświetleniowe [kable lub linie oświetleniowe] należą do Gminy.

c) Oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem, należące do Gminy zainstalowane są na konstrukcjach wsporczych OSD

d) Oprawy należące do OSD zainstalowane na konstrukcjach wsporczych, stanowiące sieć przesyłową należą do OSD

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

W przypadku:

a) wymagana będzie umowa dzierżawy, zawarta, na co najmniej okres trwałości inwestycji, zawierająca ewentualną opcję wykupu. O ile kc pozwala dowolnie układając relacje pomiędzy stronami, to utrwalone stanowisko RIO, oparte na Ustawie o finansach publicznych, zabrania inwestowania środków publicznych w obcy majątek trwały. W takiej sytuacji fakultatywność umowna opcji zakupu zmodernizowanego majątku staje się w faktycznie obligatoryjna.

b) W tym przypadku, nie ma żadnych przeszkód do swobodnego dysponowania nieruchomością do celów inwestycyjnych

c) Ruchomości, tj. oprawy wraz z osprzętem zainstalowane są na nieruchomości OSD. W takiej sytuacje wymagane będzie współdziałanie osób prawnych, w celu wykonania inwestycji. Powoduje to konieczność uzyskania zgody OSD na zainstalowanie ruchomości Gminy, na nieruchomości OSD, poprzez otrzymanie tzw. Warunków Technicznych Modernizacji oraz zawarcie umowy o udostępnieniu nieruchomości do wykonania instalacji.

d) Podobnie jak w puncie c), wymagane będzie współdziałanie osób prawnych, w celu wykonania inwestycji. Powoduje to konieczność uzyskania zgody OSD na zainstalowanie ruchomości Gminy na nieruchomości OSD, poprzez otrzymanie tzw. Warunków Technicznych Modernizacji oraz zawarcie umowy o udostępnieniu nieruchomości do wykonania instalacji. Również uregulowanie sposobu zarządzanie zdemontowanym majątkiem OSD.

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

9.2.1. Plan wdrożenia projektu

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

9.2.2. Przybliżony harmonogram inwestycji w przypadku wariantu maksymalnego oraz optymalnego

Tabela 14

Lata:	2017				2018				2019			
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 przeznaczonej do oświetlenia.

Wychodząc naprzeciw wymaganiom, należałoby:

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

Koncepcja kontrolingu nie była objęta zamówieniem i Gmina powinna wdrożyć te 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 $n \subset\langle 1; N \rangle$

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 wynikająca z wzorca. W sytuacji, kiedy ten czas będzie większy, będzie ponad wzorcem, co będzie informacją wskazująca na konieczność interwencji.

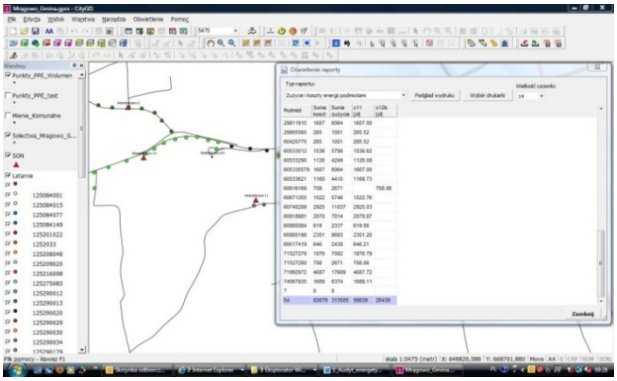
Model powyższy będzie zaszyty w oprogramowaniu bazodanowym. Po wprowadzeniu okresu rozliczeniowego, oprogramowanie automatycznie wyliczy czas rozliczeniowy wzorcowy $T_{RW}=\sum_{t=1}^{t=30} t_i$ - dla 30 dniowego okresu rozliczeniowego, a wtedy $W_{RW} = p_n * T_{RW}$ gdzie W_{RW}- to wolumen wzorcowy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

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

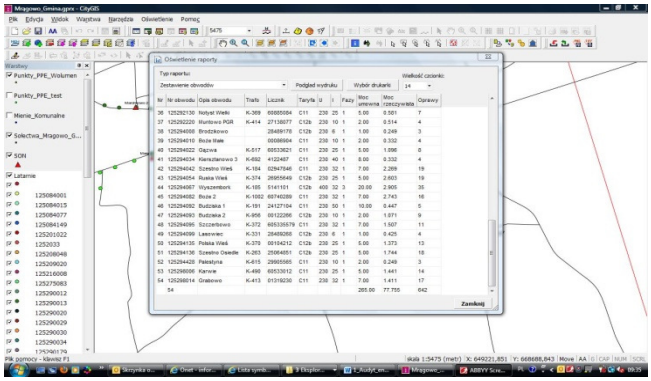
$$\Delta_{RW} = W_{RW} - W_{OW}$$

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

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



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.

10.1.4. Porównanie kosztów sposobów finansowania zamierzenia inwestycyjnego

W kolejnych punktach zostaną poddane parametry procesu inwestycyjnego jak poniżej:

a. Wartość inwestycji

b. Koszty finansowe

c. Koszty eksploatacyjne

d. Możliwości sfinansowania inwestycji

10.2. Analiza wrażliwości spłaty inwestycji z oszczędności

10.2.1. Inwestycja realizowana bezpośrednio przez JST, finansowana kredytem bankowym

Tabela15 Spłata inwestycji kwotą oszczędności w wysokości 396 730 zł rocznie

Inwestycja finasowana kredytem do 10 lat				
Lp				
1	Wartość inwestycji brutto (z VAT)	2 720 570,16	WIBOR 3M	4,50%
2	Kwota oszczędności	229 255,00	Marża Banku	1,00%
3	Budżet na energię	590 000,00	Oprocentowanie	5,50%
4	Budżet na konserwację	60 000,00	Miesięczna rata	29 537,92
5	Pierwszy miesiąc spłaty	**1 styczeń 2018**	**Czas spłaty [lata]**	**10 lat**
6	Miesięczna rata spłaty	**29 537,92**	**Data ost. Raty**	**2027-12-31**
7	Dopłata rocznie	**125 200,00**	**10 433,33**	**28 126,67**
8	Razem na spłaty	**354 455,00**		
9	Kapitał	Odsetki	Razem	
10	2 720 570,16	822 568,60	3 543 138,76	

Dane finansowe procesu: - okres spłaty 10 lat, miesięczna płatność 29 537,92 zł, dopłata do oszczędności 125200zł rocznie/ 10433,33 zł miesięcznie. Rocznie płatności 354 455,00 zł

10.2.2. Inwestycja finansowana z pomocą np. WFOŚ

Spłata inwestycji kwotą oszczędności 396 730 zł.

Tabela 19 Spłata z pomocą 30% kredytu umorzalnego z WFOŚ

Inwestycja finasowana z oszczędnosci oraz 30% umarzalnej pożyczki z WFOŚiGW dla JST -10 lat				
Lp				
0	Wartość inwestycji brutto (z VAT)	2 720 570,16	Suma rat kap. 120M	2 720 570,16
1	Wartość dotacji	816 171,05	Środki własne	0
2	Wartość rozliczeniowa [po dotacji]	1 904 399,11	WIBOR 3M	3%
3	Oszczędność [zł]	396 730,00	Marża Banku	0%
4	Wartość pożyczki [zł]	2 720 570,16	Oprocentowanie	3%
5	Udział pożyczki w finansowaniu [%]	100,00%	Kwartalna rata	26 311
6	Pierwszy miesiąc spłaty	**1 styczeń 2018**	**Czas spłaty [lata]**	**10 lat**
7	Miesięczna płatność	**26 311**	**Data ost. Raty**	**31 grudzień 2027**
8	Dopłata rocznie do oszczędności	**- 81 000**	**- 20 250**	**20 878**
9	Dotacja rocznie	**81 617**	**6 801**	**19 509**
10	Płatność roczna netto / z uwzgl. Dot./	**234 113**	**19 509**	
11	Razem budżet na spłaty rocznie 3+10	**315 730**		
12	Faktyczna dopłata	**- 162 617**		
13	Kapitał	Odsetki	Razem	
14	1 904 399	431 296,70	2 335 696	

Dane finansowe procesu: - okres spłaty 10 lat, miesięczna płatność 26 311 zł z uwzględnieniem dotacji wobec 29537,92 zł bez dotacji, zwrot z oszczędności 81 000 zł rocznie wobec dopłaty 125200 zł bez dotacji.

10.2.3. Inwestycja finansowana z pomocą dotacji RPO

Spłata inwestycji kwotą oszczędności 396 730 zł.

Tabela 16 Dotacja bezpośrednia do inwestycji 85%, spłata 15% kredytu komercyjnego

Inwestycja finasowana z dotacji 85% oraz pożyczki 15% dla JST spłacanej 10 lat				
Lp				
0	Wartość inwestycji brutto (z VAT)	2 720 570,16	Suma rat kap. 120M	408 085,52
1	Wartość dotacji	2 312 484,64	Środki własne	2 312 485
2	Wartość rozliczeniowa [po dotacji]	408 085,52	WIBOR 3M	3%
3	Oszczędność [zł]	396 730,00	Marża Banku	0%
4	Wartość pożyczki [zł]	408 085,52	Oprocentowanie	3%
5	Udział pożyczki w finansowaniu [%]	15,00%	Kwartalna rata	3 944
6	Pierwszy miesiąc spłaty	**1 styczeń 2018**	**Czas spłaty [lata]**	**10 lat**
7	Miesięczna płatność	**3 944**	**Data ost. Raty**	**31 grudzień 2027**
8	Dopłata rocznie do oszczędności	**- 349 400**	**- 87 350**	**3 473**
13	Kapitał	Odsetki	Razem	
14	408 086	64 743,07	472 829	

Dane finansowe procesu: - okres spłaty 10 lat, miesięczna płatność 3 944 zł z uwzględnieniem dotacji wobec 29537,92 zł bez dotacji. Zwrot z oszczędności na energii -349 400 zł rocznie wobec dopłaty 125 200,00 zł bez dotacji. Inwestycja z samej oszczędności zwraca się w ok. 1,2 roku.

10.2.4. Porównanie sposobów finansowania

Tabela 17 Porównanie sposobów finansowania

Porównianie sposobów finansowania inwestycji				
Lp		kredyt JST	Dotacja WFOŚiGW	Dotacja RPO
1	wartość brutto	2 720 570,16	2 720 570,16	2 720 570,16
2	wartość netto	2 211 845,66	2 211 845,66	2 211 845,66
3	odsetki	822 568,60	431 296,70	64 743,07
4	Opłaty dodatkowe(+)/dotacja z (-)		- 816 171,05	- 2 312 484,64
5	Razem brutto	3 543 138,76	2 335 695,81	472 828,59
6	Oszczędnosci w okresie spłaty	3 967 300,00	3 967 300,00	3 967 300,00
7	Różnice	424 161,24	1 631 604,19	3 494 471,41
8	Porównanie		- 1 207 442,95	- 1 862 867,22

Komentarz do tabeli nr 22.

1. Najtańszym sposobem finansowania jest finasowanie z dotacją celową RPO w 85% wielkości inwestycji oraz pożyczki komercyjnej udzielonej bezpośrednio dla JST na 3% rocznie. Łączny koszt to kwota **472 828,59zł**. Wydatki inwestycyjne nie tylko bilansują się z oszczędnością, ale przewyższają koszty o kwotę **1862 867,22 zł**. Inwestycja jest w tym sensie rentowna.

2. Kolejnym najtańszym sposobem finansowania jest finasowanie z pożyczki celowej WFOŚiGW umarzalnej w 30% kapitału pożyczki udzielonej bezpośrednio dla JST. Łączny koszt to kwota **2 335 695,81 zł**. Wydatki inwestycyjne bilansują się z oszczędnością o kwotę **+1 207 442,95 zł**. Inwestycja jest rentowna.

3. Inwestycja realizowana za pomocą kredytu bankowego, w okresie 10 letnim wykazuje nadwyżkę oszczędności nad kosztami o kwotę **424 161,24** zł

10.3. Źródła finansowania projektu

Zakładany jest wariant finansowania inwestycji w ramach Regionalnego programu operacyjnego, którego kluczowe parametry zostały przywołane we wstępnie opracowania.

10.4. Nakłady inwestycyjne na realizację projektu

Analizę finansową przeprowadzono w oparciu o metodologię zdyskontowanych przepływów środków pieniężnych (DCF). W związku z faktem, iż na potrzeby dyskontowania pierwszy rok okresu odniesienia (tj. 2018 r.) traktowany jest, jako „rok zerowy" (t=0; współczynnik dyskontowy =1) prognoza przepływów pieniężnych powinna obejmować okres od roku zerowego do roku n, gdzie n oznacza liczbę lat okresu odniesienia przyjętego do analizy pomniejszoną o 1.
Analiza finansowa została przeprowadzona w cenach stałych. Stopa dyskontowa dla modelu w cenach stałych wynosi 4%. Analizę finansową przeprowadzono w PLN. Przyjęto okres odniesienia 10 lat.
Amortyzację określono w sposób uproszczony, jako amortyzację liniową przy założeniu tożsamości żywotności ekonomicznej projektu z okresem analizy - 10 lat, przy faktycznej wartości wynikającej z Katalogu Środków Trwałych wynoszącej 22,5 roku. Wnioskodawcą projektu jest jednostka samorządu terytorialnego - Gmina Miedziana Góra, które nie ma możliwości odzyskania naliczonego podatku VAT, a zatem został on uwzględniony przy podawaniu cen w analizie. Podatek VAT tym samym będzie wydatkiem kwalifikującym się do dofinansowania.
Beneficjentem projektu jest Gmina Miedziana Góra. Utrzymanie i rewitalizacja obszaru należącego do Gminy jest podstawowym zadaniem własnym tej jednostki.
Całkowity koszt kwalifikowany niniejszego projektu przekracza 1 mln EUR. Projekt nie generuje dochodu. Dla projektów niegenerujących dochodu nie oblicza się luki finansowej.

Z uwagi na zakładane współfinansowanie projektu bezpośrednio z środków własnych Gminy, projekt nie generuje kosztów finansowych.
Nakłady inwestycyjne zaplanowano w sposób oszczędny, tzn. w oparciu o zasadę dążenia do uzyskania założonych efektów ekonomicznych, przy jak najniższej kwocie wydatku.
Projekt ubiega się o dofinansowanie w kwocie do 85% wartości środków kwalifikowanych.
Nie dokonano wyliczeń zapotrzebowania na kapitał obrotowy. Beneficjent nie prowadzi działalności komercyjnej nastawionej na zysk, a jedynie ma na celu zaspokajanie potrzeb społeczeństwa. Wyliczenie i uwzględnienie cykli rotacji poszczególnych składników majątku w celu ustalenia zapotrzebowania na kapitał obrotowy nie jest zasadne, gdyż wskaźniki te stosuje się dla podmiotów prowadzących działalność gospodarczą nastawioną na zysk.
Obecnie beneficjent z tytułu obiektu będącego przedmiotem projektu ponosi koszty eksploatacyjne na jego utrzymanie, które w wyniku realizacji projektu powinny zostać zmniejszone, o co najmniej 30%.
Koszty operacyjne zostały ujęty w sposób różnicowy, poprzez odjęcie wartości pozycji kosztów operacyjnych nieuwzględniających realizacji projektu (scenariusz bez projektu) od pozycji ją uwzględniających (scenariusz z projektem). Projekt nie generuje dochodu, a wszystkie koszty operacyjne pokrywane będą przez Wnioskodawcę, z budżetu Gminy Miedziana Góra. Po zakończeniu realizacji inwestycji zmienią się koszty operacyjne związane z kosztami usług obcych (remonty bieżące) oraz wzrośnie wartość amortyzacji o roczne raty umorzeniowe powstałego w ramach projektu majątku. Porównując w poszczególnych latach koszty usług obcych w wariantach WI i W0, zaobserwować można, że Gmina będzie ponosiła niższe koszty eksploatacji infrastruktury po przebudowie, niż gdyby opisywanej inwestycji nie przeprowadziła. Dodatkowo zmniejszone koszty operacyjne Projektu, w okresie jego realizacji, dotyczą tych zadań, które nie zostaną przyjęte do ewidencji środków trwałych i zostaną zaliczone w koszty w roku ich poniesienia, tj. koszt promocji Projektu (pozycja pozostałe koszty rodzajowe). Realizacja projektu będzie generować nadwyżki środków pieniężnych, w stosunku do ponoszonych przed jego realizacją. W latach eksploatacji ujemne salda operacyjne tytułem kosztów utrzymania („usługi obce") są rekompensowane dodatnimi saldami finansowymi tytułem środków własnych na pokrycie straty w danym roku. Tym samym zapewniona zostaje płynność finansowa projektu.

10.5. Analiza - rachunek zysków i strat dla projektu

Założenia analizy finansowej:

Założenia	Jednostka	
Stopa dyskontowa	%	4,00%
Okres odniesienia	lat	20
Stawka podatku VAT	%	23,00%
Stawka Amortyzacji	%	4,50%
Moc zainstalowana przed	kW	290,72
Moc rzeczywista średnioważona po	kW	69,25
Zmniejszenie mocy	**kW**	**-221,47**
Czas eksploatacji	rok	4150,00
Zużycie energi przed	MWh	1206,49
Zużycie energii po	MWh	287,39
Zmniejszenie zużycia energii	**MWh**	**-919,10**
Zmniejszenie emisji CO2	**ton**	**-746,31**
Cena średnioważona /dzien/noc/ za MWh zł przed	zł/MWh	450,42
Cena średnioważona /dzien/noc/ za MWh zł po	zł/MWh	511,68

Rachunek zysków i strat dla zmian w strukturze kosztów

Rachunek zysków i strat, z powodu braku przychodów, wykazuje w kolejnych okresach rozliczeniowych ujemny zysk netto (stratę).

Wyszczególnienie	2018	2019	2036	Narastająco
Rachunek zysków i strat				
Przychody netto ze sprzedaży i zrównane z nimi	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszty działalności	-342 093,66	-342 093,66	-342 093,66	-6 499 779,54
Zysk na sprzedaży	-342 093,66	-342 093,66	-342 093,66	-6 499 779,54
Pozostałe przychody operacyjne	119 559,73	118 514,23	118 514,23	2 252 815,91
Dotacje do kosztów nie inwestycyjnych	1 045,50			1 045,50
Inne przychody operacyjne /dotacja/	118 514,23	118 514,23	118 514,23	2 251 770,41
Pozostałe koszty operacyjne	0,00	0,00	0,00	0,00
Zysk na działalności operacyjnej	-222 533,93	-223 579,43	-223 579,43	-4 246 963,63
Przychody finansowe	0,00	0,00	0,00	0,00
Koszty finansowe	0,00	0,00	0,00	0,00
Zysk z działalności gospodarczej	-222 533,93	-223 579,43	-223 579,43	-4 246 963,63
Wynik zdarzeń nadzwyczajnych	0,00	0,00	0,00	0,00
Zysk brutto	-222 533,93	-223 579,43	-223 579,43	-4 246 963,63
Podatek dochodowy	0,00	0,00	0,00	0,00
Pozostałe obowiązkowe zmniejszenia zysku	0,00	0,00	0,00	0,00
Zysk netto	-222 533,93	-223 579,43	-223 579,43	-4 246 963,63

W kolejnych latach do końca projekcji strata netto to -223 579,43 zł rocznie. Projekt nie jest rentowny i nie przynosi dochodu. Szczegółowa analiza, łącznie z rachunkiem przepływów pieniężnych znajduje się w załączniku w postaci tabeli Excel.

11. Analiza ekonomiczna

Dla projektów niebędących „dużymi projektami" (zgodnie z art. 100 Rozporządzenia 1303/2013) analiza ekonomiczna powinna zostać przeprowadzona metodą analizy uproszczonej.

W przypadku przedmiotowego projektu wachlarz potencjalnych korzyści społecznych jest szeroki. W szczególności, główna korzyść to istotne zmniejszenie wydatków na energię elektryczną. Ponadto, uporządkowanie przestrzeni publicznych, tj. efektywne jej wykorzystanie, poprawa jakości i funkcjonalności. Korzyścią, jaką Gmina Miedziana Góra odniesie w wyniku realizacji projektu będzie niewątpliwie jej lepsze postrzeganie przez mieszkańców, turystów, gości, ale też i inwestorów, których łatwiej przyciągnąć do regionu zadbanego i atrakcyjnego, również, jako miejsca zamieszkania.

Od tego jak postrzegana jest gmina „na zewnątrz" zależy poziom życia jej mieszkańców. Modernizacja podnosi standard życia i pracy mieszkańców. Wzrośnie bezpieczeństwo i komfort korzystania z ulic i terenów otwartych. Odpowiednia wydajność energetyczno-oświetleniowa gwarantuje utrzymanie zgodnego z normą oświetlenia przy znacząco niższych kosztach. Poczucie wartości mieszkańców -życie i praca w lepszym otoczeniu przekładają się na zwiększone poczucie wartości w stosunku do siebie i gminy a to przekłada się na lepszy rozwój Gminy. Inwestowanie w przyszłość mieszkańców może być gwarantem prawidłowego - zrównoważonego rozwoju. Tworzenie warunków stymulujących wzrost jakości życia społeczności lokalnej oraz zapobieganie problemom społecznym (przestępczość, zagrożenia na drodze powoduje wzrost kosztów na przeciwdziałanie tym zjawiskom).

Bardzo istotne jest realizowanie inwestycji, które uatrakcyjnią wizerunek i poprawią wrażenia estetyczne regionu. Estetyka dla Gminy, które swój rozwój opiera na turystyce jest sprawą bardzo ważną. Realizacja przedmiotowego projektu generuje istotny efekt dodany w postaci wzrostu atrakcyjności turystycznej Gminy. Gmina zadbana, z obiektami utrzymywanymi w odpowiednim stanie jest bardziej atrakcyjna dla turystów. Choć przedmiotowy projekt nie generuje bezpośrednio nowych miejsc pracy, to trzeba podkreślić, że generalnie cały proces modernizacji przyczynia się do istotnego podnoszenia walorów Gminy. Inwestycja stanowiąca przedmiot

projektu przyczyni się do poprawy otoczenia zewnętrznego, likwidacji zaśmiecania środowiska światłem, poprawy, jakości oświetlenia, oddawania kolorów otoczenia. Każda interwencja Gminy pozwalająca na poprawę warunków życia mieszkańców, która nie wiąże się z koniecznością ponoszenia przez nich wydatków finansowych jest szczególnie ważna dla tej części społeczności. Inwestycja wpłynie, więc w sposób istotny zarówno na sferę społeczną jak i ekonomiczną Gminy. Podjęte działanie zmieni postrzeganie na wizerunek Gminy. Trzeba wytłumaczyć np. mieszkańcom czy przyszłym inwestorom, że Gmina im sprzyja. Projekt uatrakcyjni obszar dla mieszkańców i okolicznych terenów (miejsce spotkań towarzyskich, alternatywa dla innych form i miejsc spędzania czasu wolnego itp.) . Realizacja niniejszego projektu na podstawie analizy uproszczonej, jest efektywna ekonomicznie. Projekt jest warty dofinansowania, gdyż jest korzystny dla społeczeństwa.