

Audyt efektywności energetycznej oświetlenia ulicznego Gminy Goleszów



Inwestor:

Gmina Goleszów
43-440 Goleszów
Ul.1 Maja 5

Wykonawca :

GISMAX Adrian Jurek
05-840 Brwinów
Ul. Leśna 25 B

Spis treści:

1.	Wprowadzenie	3
1.1.	Cel niniejszego opracowania.....	3
1.2.	Charakterystyka projektu	4
2.1.	Podstawowe informacje	4
2.1.1.	Tytuł	4
2.1.2.	Lokalizacja projektu	5
2.2.	Definicja projektu	5
3.	Ocena jakości oświetlenia dróg i terenów użyteczności publicznej oraz wskazanie kierunków działania w celu dostosowania do obowiązujących norm.	6
3.1.	Metodologia wykonania inwentaryzacji	6
3.2.	Inwentaryzacja- Organizacja Bazy Danych Systemu Oświetleniowego.....	7
3.3.	Ogólna ocena	8
3.3.1.	Analiza typów i modeli opraw na terenie Gminy Goleszów.....	9
3.3.2.	Stan systemu oświetlenia drogowego na dzień zakończenia Audytu	10
3.3.3.	Zgodność z Normami	10
3.4.	Wnioski z inwentaryzacji oświetlenia	11
3.4.1	Szafy sterujące.....	12
3.5	Przeciwdziałanie Light Pollution.....	12
4.	Analiza techniczno-technologiczna pod kątem zmniejszenia zużycia energii.....	13
4.1.	Sprzęt oświetleniowy - źródła światła	14
4.1.1.	Półprzewodnikowe źródła światła (SSL - Solid State Lighting)	14
4.1.2.	Źródła światła typu HPS [Sodowe wysokopiętne]	15
4.2.	Sprzęt oświetleniowy -Oprawy	17
4.2.1.	Sprzęt oświetleniowy -Oprawy IZYLUM.....	20
4.2.2	Sprzęt oświetleniowy - Oprawy URBINO.....	22
4.2.2	Sprzęt oświetleniowy -Oprawy SCORPIO.....	23
4.2.4	Szafa oświetlenia ulicznego LED.....	24
4.5.	System sterowania	26
4.5.1.	Inteligentne rozwiązanie OWLET.....	26
4.5.2.	System Intel LUG.....	27
4.5.3	System Green Light	28
4.5.4	CPA NET	30
4.5.5	APC-LED.....	31
4.5.6	APC-LED PROG	32
4.5.7.	Analiza rozwiązań układów sterowania.....	32
5.	Analiza wariantów zamierzenia inwestycyjnego.....	33
5.1.1	Wariant I Prod.I.....	35
5.1.2	Wariant I Prod II.....	39
5.1.3	Wariant I Prod III.....	43
5.2	Wariant II Prod. I.....	44
5.3	Wariant II Prod.II.....	51
5.4	Wariant II Prod.III.....	55
6.	Opis wariantu wybranego do realizacji.....	54
6.1	Sprzęt oświetleniowy	54
7.	Utrzymanie oraz zarządzanie infrastrukturą.....	56
7.1	Procedury administracyjne.....	56
8.	Wnioski	56

1. Wprowadzenie

1.1 Cel niniejszego opracowania

Celem głównym niniejszego Audytu jest zbadanie możliwości zmodernizowania oświetlenia ulicznego, w Gminie Goleiszów oraz przygotowanie wytycznych do projektowania dla wybranych obszarów – sołectw - gminy.

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 13201-2007 oraz jej aktualna wersja PN-EN 13201-2016**.

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.

1.2. Celem niniejszego opracowania w szczególności jest:

1. Zdiagnozowanie stanu, w jakim znajduje się system oświetleniowy, z zastosowaniem różnych rozwiązań technicznych;
2. Zbadanie możliwości ograniczenia kosztów eksploatacji systemu oświetleniowego.
3. Zbadanie zgodności oświetlenia drogowego z Polską Normą przenoszącą normę europejską PN-EN 13201-2016 Oświetlenie Dróg
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 oraz ulic
7. Przekazanie Zamawiającemu ewentualnych ostrzeżeń, co do wykrytych w toku analizy potencjalnych przeszkód w realizacji celu, które mogłyby zakłócić lub przerwać proces zmniejszania kosztów eksploatacji urządzeń energetycznych.
8. Analizy możliwych sposobów finansowania inwestycji,
9. Wskazanie możliwości lub jej braku w procesie ubiegania się o środki finansowe.

2. Charakterystyka projektu

2.1. Podstawowe informacje

2.1.1. Tytuł

Projekt jest opatrzony tytułem:

„Wykonanie audytu energetycznego oświetlenia publicznego na terenie Gminy Goleszów. „

2.1.2. Lokalizacja projektu

Projekt będzie realizowany w Gminie Goleszów, woj. śląskie,

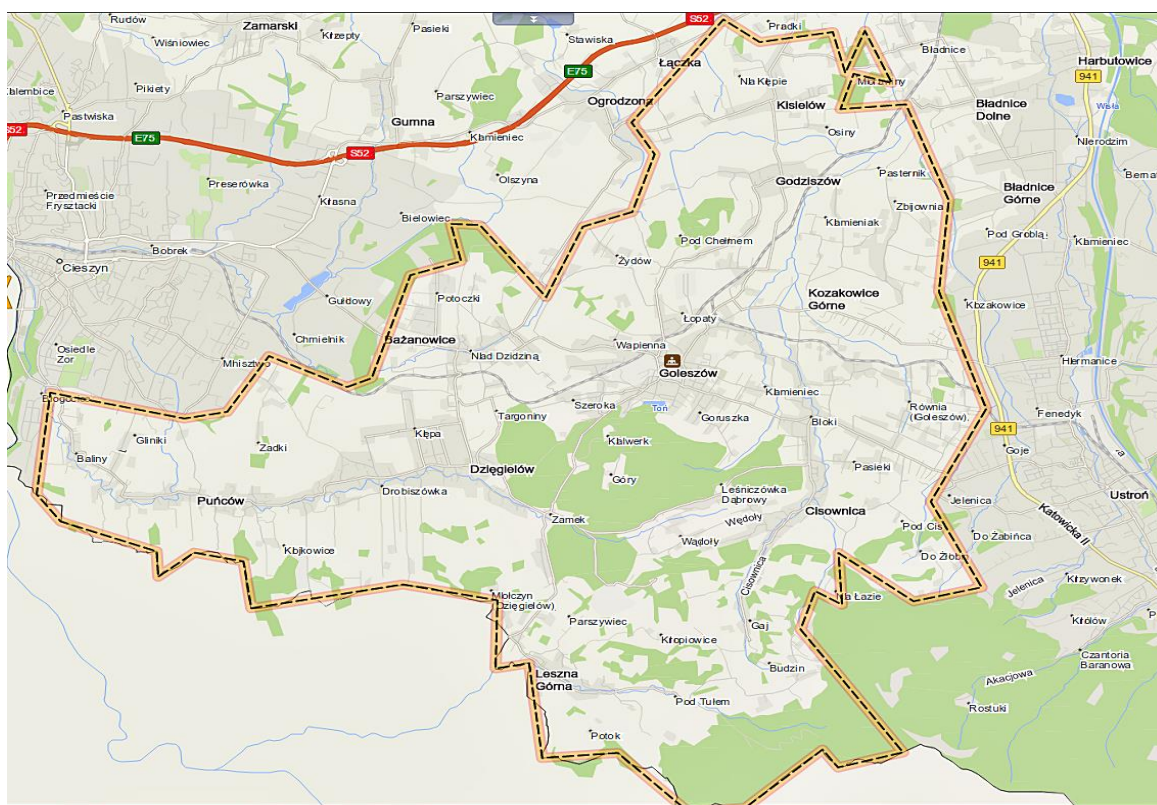
2.2. Definicja projektu

2.2.1. Tło społeczno-gospodarcze i położenie komunikacyjne Miasta Żory

Gmina Goleszów położona jest w południowej części Polski, na terenie urokliwego krajobrazowo Pogórza Cieszyńskiego, będącego przedpoiem Beskidu Śląskiego. Administracyjnie należy do województwa śląskiego i powiatu cieszyńskiego, obejmując jego południowo - zachodnią część. Jest to gmina wiejska, a w jej skład wchodzi miejscowości: Goleszów - siedziba gminy, Bażanowice, Cisownica, Dzięgielów, Godziszów, Kisielów, Kozakowice Górne i Dolne, Leszna Górna oraz Puńców. Jej powierzchnia to około 65,89 km², Ilość ludności 13074 (30.06.2016) Gmina Goleszów graniczy od południa z Czechami, od wschodu z miastem Ustroń, od północy z gminami Skoczów i Dębowice, a od północnego zachodu z miastem Cieszyn. Z Republiką Czeską gmina Goleszów graniczy na długości 19 km.

Położenie Goleszowa przy ruchliwej drodze pomiędzy Cieszynem i Ustroniem oraz obecność znajdującego się na terenie gminy przejścia granicznego w Lesznej Górnej i pobliskiego przejścia granicznego w Cieszynie powoduje, że przez teren gminy przejeżdża wielu turystów.

Podział administracyjny będzie miał istotne znaczenie dla przygotowania wytycznych do projektu dla wybranych obszarów gminy i określenia dla każdej strefy (sołectwa) parametrów modernizacyjnych opisanych w dalszej części opracowania.



2.2.2. Transport i komunikacja

Przez Gminę Goleszów (Bażanowice i Goleszów) przebiega Droga Powiatowa 2607S łącząca Cieszyn z Ustroniem oraz Droga Powiatowa 2613S i 2610S przebiegające z północy na południe gminy do granicy z Czechami

Przez Gminę Goleszów przebiegają następujące drogi:

Drogi Powiatowe :

2605 S	Nierodzim – Kozakowice	3,832 km
2606 S	Goleszów – Hermanice	2,996 km
2607 S	Cieszyn – Ustroń	7,900 km
2608 S	Cieszyn – Dzięgielów - Cisownica	12,204 km

2609 S	Bažanowice - Dzięgielów	1,839 km
2610 S	Goleszów – Dzięgielów - Leszna	4,523 km
2611 S	Leszna – Leszna Górna	2,870 km
2612 S	Droga przez wieś Cisownica	2,600 km
2613 S	Międzyświeć - Goleszów	5,650 km
2614 S	Skoczów – Kisielów - Ogrodzona	3,486 km

RAZEM : 47,900 km

Pozostałe drogi na terenie Gminy Goleszów to drogi gminne G 1 do G 149.2 oraz drogi lokalne.

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. 2015r. 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 22 czerwca 2016 r.- Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2017 r. poz. 1579, 2018) – tekst ujednolicony przez Urząd Zamówień Publicznych.

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, **nie kwalifikujące instalowanie urządzeń oświetlenia drogowego, jako robotę budowlaną.**
Należy kwalifikować ten zakres, zgodnie ze znnowelizowaną 25 lipca 2016 r., Ustawą Prawo Zamówień Publicznych jako dostawę połączoną z instalacją.

Normy:

- PN-EN 13201- 2, 3 i 4 Oświetlenie Dróg wraz z późniejszymi zmianami PN-EN 13201 : 2016
- PN-EN 60598-1 Oprawy oświetleniowe. Wymagania ogólne i badania
- PN-EN 61000-3-2 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część3-2: Dopuszczalne poziomy. Dopuszczalne poziomy emisji harmonicznych prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika < lub = 16 A) (Zmiana A2)

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. Na terenie Gminy Goleszów stwierdzono trzy rodzaje stosunków własnościowych :

Oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem, konstrukcje wsporcze, instalacje oświetleniowe kable lub linie oświetleniowe] są własnością OSD - TAURON Dystrybucja Serwis S.A.

1. Oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem, konstrukcje wsporcze, instalacje oświetleniowe kable lub linie oświetleniowe są własnością Gminy
2. Oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem, należące do Gminy zainstalowane są na konstrukcjach wsporczych OSD - TAURON Dystrybucja Serwis S.A

Ustalenia Stosunków własnościowych dokonano na podstawie Umowy Świadczenia Usług Oświetleniowych nr TDS/NMK/OBB/15/2019 z dn. 02.01.2019 § 1ust i załącznika nr 3 oraz ANEKSU Nr 8 do Umowy Najmu nr 1/RD-2/2006 z dn. 16.10.2018, a także wizji w terenie i konsultacjach z TDS S.A.

Struktura zinwentaryzowanych punktów świetlnych – oprav - przedstawia się w sposób następujący :

1. Zinwentaryzowano **661 szt.** punktów świetlnych
 - a) Gmina Goleszów jest właścicielem **128 szt.** punktów świetlnych – oprav.
 - b) Tauron Dystrybucja Serwis S.A. jest właścicielem **533 szt.** punktów świetlnych – oprav.

Mając powyższe na uwadze zakresem analizy objęto 661 szt. punktów świetlnych – oprav

Tabelaryczne zestawienie punktów światła, z uwzględnieniem parametrów dróg, które zostały zebrane w wyniku pomiarów polowych umieszczone jest formie bazy Danych pliku ESRI Shapefile w programie QGIS, który stanowi materiał źródłowy do Audytu. Ustaleniami wiążącymi w zakresie podziału własności majątku oświetleniowego strony – OSD i JST są stosowne umowy oraz stan opisany w załącznikach

3.2. Inwentaryzacja- Organizacja Bazy Danych Systemu Oświetleniowego

Prawidłowo zorganizowana baza danych oświetlenia ulicznego powinna zawierać, co najmniej parametry, jak niżej :

- a) **parametry infrastruktury oświetleniowej**
 - typ, moc oprawy oświetleniowej aktualna i projektowana,
 - ilość oprav na słupie
 - wysokość zawieszenia oprav
 - 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, YKY)

b) parametry punktów sterowania [SO] oraz punkty poboru energii [ppe]

- wartości zabezpieczeń
- numer skrzynki SO, lokalizacja (X, Y)
- numer licznika
- teoretyczny profil zużycia na ppe w ujęciu rocznym, w rozbiciu na miesiące

c) parametry drogi, ulicy :

- kategoria drogi
- kategoria oświetleniowa drogi

Celem takiej organizacji jest uzyskanie takiej struktury bazy danych, która pozwoli się łatwo analizować i generować Raporty o strukturze, przydatnej w kontrolingu oraz projektowaniu Metodologia ta pozwala na generowanie zestawień GIS [Metodyka]. W pierwszej fazie, przed modernizacją, , zbadanie stanu faktycznego. Po modernizacji, utworzenie wzorca oraz monitorowanie efektów modernizacji, dla celów rozliczenia się z jego rezultatów przez Beneficjenta.

Szczegółowa propozycja organizacji Bazy Danych o punktach świetlnych oraz punktach poboru energii i sterowania podana została w **kolejnym punkcie Audytu**.

Przedstawiona w tabelach organizacja służy uporządkowaniu danych oraz systematycznemu ich uzupełnianiu, w miarę pozyskiwania nowych informacji o systemie.

3.3. Ogólna ocena

Na terenie Gminy Goleszów zainstalowane są oprawy, których właścicielem jest Gmina Goleszów oraz firma Tauron Dystrybucja Serwis SA. Przez miasto przebiegają uczęszczane drogi powiatowe i gminne o średnim i małym natężeniu ruchu. Z tego powodu, zdecydowaną część opraw stanowią oprawy sodowe o mocy 100W na drogach powiatowych i gminnych (75% zinwentaryzowanych opraw), które w większości są w stanie technicznym kwalifikującym je do wymiany ze względu na zużycie- oprawa z zabrudzonym kloszem. Przezroczystość powyżej 70%. Zabrudzona obudowa. Lekko utleniony odbłyśnik. Występujące zanieczyszczenia komory lampy w ograniczonym zakresie. Oprawa na granicy możliwości spełnienia normy oświetleniowej. Pozostałe to oprawy sodowe o mocy 70W które w większości są w stanie technicznym kwalifikującym je do wymiany oraz kilka opraw LED i rtęciowych.



Kilka odcinków dróg w Gminie Goleszów zostało zmodernizowanych np. w sołectwie Kisielów gdzie zamontowano oprawy sodowe Philips SGS. Natomiast montaż opraw na co drugim stanowisku słupowym w dużej mierze budzi zastrzeżenia pod kątem poprawności instalacji i spełnienia norm. Stare wyeksploatowane oprawy rtęciowe i sodowe zostały zastąpione oprawami sodowymi, jak na ówczesne standardy dość dobrej klasy. Zainstalowane zostały oprawy wielu producentów – Philips, Elgo, , EsSystem i Rosa.

Najbardziej zużyte są oprawy montowane przed 2000 r. i wcześniej - dotyczy to w szczególności opraw rtęciowych typu OUR, ORZ czy OUS , ale również opraw parkowych– które ze względu na przestarzałą technologię i stan techniczny kwalifikują się do natychmiastowej wymiany .

3.3.1 Analiza typów i modeli opraw na terenie Gminy Goleszów





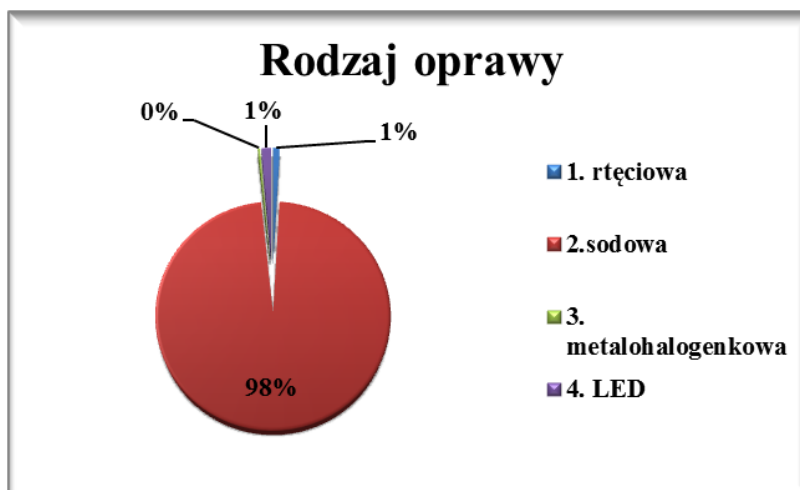
Mając powyższe na uwadze należy zastanowić się nad wyborem rozwiązań technicznych - najtańsze oprawy po kilku latach eksploatacji mogą być uciążliwe w konserwacji, a rozwiązania nieco tylko droższe gwarantują poprawność eksploatacji przez wiele lat.

Oświetlenie było i w dalszym ciągu jest modernizowane. W chwili obecnej stan oświetlenia w wielu miejscach nadal budzi zastrzeżenia pod kątem jakości oświetlenia. Zrealizowane modernizacje, nie pozwalały jednakże na kolejne szybkie, skuteczne i efektywne obniżenie wolumenu energii zużywanej do oświetlenia ulicznego.

Możliwe jest przeprowadzenie modernizacji w oparciu o technologię LED (opis znajduje się w dalszej części opracowania) o zmiennym profilu obciążenia oraz zastosowanie systemu sterowania pozwalające na obniżenie zużycia energii w późnych godzinach nocnych (opis rozwiązania również w dalszej części opracowania)

3.3.2. Stan systemu oświetlenia drogowego na dzień zakończenia Audytu

- a. W wyniku przeprowadzonej geoinformatycznej inwentaryzacji, na obszarze planowanej modernizacji w Gminie Goleszów, zidentyfikowano **661** punktów świetlnych (opraw) z czego :
 - **128** szt. jest własnością Gminy
 - **533** szt. jest własnością Tauron Dystrybucja S.A. (z czego 507 szt. pozostaje w eksploatacji Gminy)
- b. W dużej części są to oprawy HPS - wysokoprężne lampy sodowe, które są w średnim stopniu wyeksploatowane. Ponadto, z powodu ich degradacji technicznej nie zawsze spełniają wymogi obecnej normy oświetleniowej PN-EN 13 201:2007 i 2016
- c. System sterowania oświetleniem ulicznym wymaga modernizacji w celu dostosowania go do wymogów energooszczędności – obecnie stosowane jest sterowanie podstawowe sterowanie oparte na zegarach



3.3.3. Zgodność z Normami

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4. Wnioski z inwentaryzacji oświetlenia

W wyniku przeprowadzonych oględzin i inwentaryzacji zebrano materiał, który pozwolił na analizę. Parametry niespełniające wymagania normy to parametry ilościowe i jakościowe - poziom luminancji i równomierności wzdłużne. Wynika to z tego, iż większość odległości opraw od krawędzi drogi jest dość duża, a instalowane oprawy są dość małej mocy 70 -100W. W takich przypadkach trudno jest spełnić wymagania normy, zwłaszcza ilościowe - czyli zapewnić odpowiednią ilość światła emitowanego z opraw. Zwłaszcza tam gdzie odległości pomiędzy opawami wynoszą pow. 40m

Dzisiejsze konstrukcje opraw LED te same parametry ilościowe spełniają przy kilkukrotnie niższym poborze energii. Brak spełnienia normatywnych parametrów jakościowych przez oprawy typu HPS wynika z nieprzystosowania ich rozsyłów świetlnych do parametrów drogi.

Również fakt, iż układy optyczne opraw były projektowane kilkanaście lat temu, w czasie gdy obowiązywała stara norma oświetleniowa (nie regulująca parametru równomierności wzdłużnej i olśnienia TI) 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 opawami lecz często nie spełniamy

wymogów równomierności. Dla nowych instalacji z zastosowaniem opraw z nowoczesnymi układami optycznymi wszystkie parametry normy będą spełnione.

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

Rekomendacja 1. Istnieje potrzeba opracowania, kompletnej spójnej i jednolitej, projektowej koncepcji oświetlenia – doświetlenia – większej ilości ulic na terenie gminy, na podstawie wymagań oświetleniowych, analizy funkcji komunikacyjno-urbanistycznej każdej ulicy oraz konsultacji z mieszkańcami Gminy Goleszów i poszczególnych sołectw. To z kolei wymaga określenia warunków dobudowy oświetlenia dla poszczególnych ulic – możliwości dobudowy (np. gęste zadrzewienie poboczy wymaga zaplanowanie wycinki) oraz warunków techniczno – ekonomicznych dla jej przeprowadzenia.

Rekomendacja 2. W przypadku wymian, modernizacji, przebudów i dobudów stosować się do ogólnej koncepcji oświetlenia, opracowanej dla całej gminy..

Rekomendacja 3. Zastosować system sterowania i zarządzania oświetleniem który pozwoli wygenerować dodatkowe oszczędności zużycia energii elektrycznej oraz pozwoli nadzorować funkcjonowanie systemu wraz z generowaniem raportów o stanie systemu oświetleniowego gminy, awariach, zużyciu energii etc.

3.4.1. Szafy sterujące

Większość układów sterujących znajdujących się na terenie Gminy Goleszów umieszczone jest w szafkach sterujących wyniesionych poza obszar stacji transformatorowych

Analiza zastosowanych w Gminie Goleszów systemów sterowania oświetleniem oraz analiza prognozowanych wolumenów energii pokazuje, że w gminie nie mamy do czynienia drastycznym 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 gminie zainstalowane są nowe zegary ze zintegrowanym zegarem astronomicznym. Można stwierdzić iż sterowanie oświetleniem w Gminie Goleszów działa w sposób poprawny ale daleki od doskonałości i pełnej efektywności..

W wyniku przeprowadzonej inwentaryzacji geoinformatycznej, na obszarze planowanej modernizacji w Gminie Goleszów, zidentyfikowano 66 szt. SOU (Szaf Oświetlenie Ulicznego) z czego 66 szt. funkcjonuje jako PPE (Punkty Poboru Energii) i jest wyposażone w układy kontrolno - pomiarowe (liczniki).

Struktura własności rozkłada się następująco :

- a) 11 szt. SOU jest własnością Gminy
- b) 55 szt. SOU stanowi własność Tauron Dystrybucja S.A.

Szafy sterujące podzielono na dwa typy SOK (szafy oświetlenia kablowe wolno stojące) wyniesione poza Stacje transformatorowe i SON (szafy oświetlenia napowietrzne) znajdujące się w napowietrznych stacjach transformatorowych i będące własnością Tauron Dystrybucja S.A. oraz na słupach – zaciski na linii nN. Szafy oświetlenia ulicznego zostały wykonane z różnych materiałów i są w różnym stanie technicznym,



Skrzynka So 10-Dzięgielów



Skrzynka So16-Dzięgielów

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 odpadkami dróg czy ulic jest wykroczeniem, karanym mandatem karnym. Zaśmiecanie światłem, w obecnym stanie prawnym w Polsce, nie jest szczególnie traktowane w przeciwieństwie do Włoch, Hiszpanii czy Portugalii, gdzie jest takim samym wykroczeniem, jak śmiecenie odpadkami. Regulacje Unijne w tym zakresie są opracowywane. Zanieczyszczanie światłem, z pewnością nawet w Polsce narusza standardy dobrego projektowania oświetlenia. Problemy ze sztucznym światłem w Polsce stają się coraz bardziej uciążliwe już nie tylko dla mieszkańców dużych aglomeracji, ale również ludzi zamieszkujących nawet małe wsie i miasteczka. Jednocześnie brak norm w prawie polskim regulujących zanieczyszczenie światłem w połączeniu z niewłaściwą polityką oświetlenia ulic (błędne przekonanie, że czym większa strata energii tym większe zyski dla elektrowni) spowodowały, że różne środowiska społeczne postanowiły podjąć kroki w kierunku poprawy stanu naturalnego środowiska nocnego i jakości ciemnego nieba nad Polską. Dotyczy to również – a nawet w szczególności Gminy Goleszów przez którą przebiega wiele szlaków turystycznych oraz w której znajdują się takie atrakcje przyrodniczo turystyczne jak np.: Leszna Górna

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.

W dobie gwałtownego rozwoju technologii LED i coraz szerszego stosowania jej w oświetleniu dróg, parków, ścieżek rowerowych itp., rodzi się szereg pytań o to, jakie warunki powinny spełniać drogowe i parkowe oprawy oświetleniowe LED poza tym, że spełniają one założenia dla danej klasy oświetleniowej lub klasy drogi. Osoby decydujące o zastosowaniu nowej, często mało jeszcze znanej technologii LED napotykają wiele problemów i muszą często podejmować ryzyko wyboru wśród niesprawdzonych rozwiązań. Obecnie na rynku oferowana jest ogromna różnorodność produktów LED. Są wśród nich takie, które opierają się na przebadanych i sprawdzonych rozwiązaniach. Niestety, pewna część rynkowej oferty nie spełnia nawet minimalnych wymagań, pomimo deklaracji wysokich parametrów technicznych składanych przez oferentów. Rozczarowanie klientów, którzy zakupili takie produkty, prowadzi do odrzucenia dobrego, innowacyjnego i przyszłościowego sposobu oświetlania, a w

konsekwencji do niezrealizowania płynących z niego korzyści. Użytkownicy czują się oszukiwani i być może na długie lata odwracają się od oświetlenia LED, a gospodarka kraju traci możliwość poprawy bilansu energetycznego i ochrony środowiska. Dlatego przy wdrażaniu nowej technologii miejskiego oświetlenia LED w odpowiedzialnych za to jednostkach samorządu terytorialnego rodzi się wiele pytań o to, jakie warunki powinny spełniać drogowe i parkowe oprawy LED poza spełnianiem wymagań danej klasy oświetleniowej lub klasy drogi. Pomocą instytucjom i osobom borykającym się z takimi problemami powinni służyć projektanci i specjaliści ds. oświetlenia ze strony producentów. Niestety, na polskim rynku oświetlenia LED spotyka się jeszcze wiele nierzetelnych firm podających się za profesjonalnych producentów, a w rzeczywistości nimi niebędących, oraz importerów zarówno samych diod LED, jak i całych opraw. Firmy te wywodzą się często z branży elektronicznej i mają niewielką wiedzę w dziedzinie oświetlenia. Ich doradztwo polega często jedynie na powtarzaniu sloganów reklamowych. Dlatego też wybór właściwej oprawy drogowej LED nie jest zadaniem łatwym zwłaszcza dla osób, które na co dzień nie mają styczności z techniką oświetleniową oraz technologią LED, a także pracowników, którzy w samorządach lokalnych oświetleniem publicznym zajmowali się tylko okazjonalnie. Warto zatem przybliżyć im najważniejsze aspekty drogowego oświetlenia LED w formie krótkiego poradnika opisującego w kilku krokach, na co należ zwracać szczególną uwagę w związku ze zmianą dotychczasowego oświetlenia w tradycyjnej technologii lamp wyładowczych na oświetlenie LED i jakich błędów wystrzegać się np. podczas formułowania istotnych warunków zamówienia publicznego.

4.1. Sprzęt oświetleniowy - źródła światła

4.1.1. Po pierwsze – źródło światła, czyli dioda LED

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 – $\leq 100\,000$ godzin - (dla utraty strumienia światła 20%),
- nie generują promieniowania ultrafioletowego (UV) i podczerwonego (IR),
- biała barwa światła – możliwość doboru odpowiedniej barwy w zakresie od 2700 do 6500 °K
- dobra jakość światła – możliwość uzyskania wskaźnika oddawania barw $R_a > 75$
- lepsza optymalizacja rozsyłu strumienia świetlnego
- możliwość precyzyjnego dopasowania strumienia świetlnego do potrzeb (nie ma typoszeregu mocy)
- wyeliminowany efekt stroboskopowy,
- nie zawierają rtęci, metali ciężkich lub innych szkodliwych dla środowiska substancji,
- natychmiastowy start - osiągnięcie normalnej jasności bezpośrednio po uruchomieniu, bez opóźnienia
- szybki ponowny zapłon źródła światła.

Jednak oprawy drogowe LED nie są pozbawione wad. Przede wszystkim, nie wszyscy producenci opraw publikują dane fotometryczne opraw LED. Uniemożliwia to wykonanie obliczeń parametrów świetlnych i dostosowanie oświetlenia do normy PN-EN 13201.

- Należy stosować oprawy oświetleniowe wyposażone w diody mocy LED (tzw. Power LED) uznanych światowych producentów, np. firm Cree, Osram, Philips, Bridgelux, Seoul Semiconductor, Samsung itp.
- Zastosowanie opraw z diodami niewiadomego pochodzenia lub pochodzących od mało znanych i niesprawdzonych producentów, głównie z Chin, może powodować problemy z trwałością opraw, polegające na awariach pojedynczych elementów, sekcji lub całych modułów. Będzie to wymagało serwisowania opraw, które szczególnie po okresie gwarancyjnym może być odpłatne, zwłaszcza gdy gwarancja wynosi mniej niż 5 lat. Obecnie czołowi producenci oświetlenia LED oferują długość okresu gwarancyjnego wynoszącą od 5 do 10 lat. Dla porównania oprawy do tzw. konwencjonalnych źródeł światła, np. do wysokoprężnych lamp sodowych, zwykle oferowano z 3-letnią gwarancją producenta.
- Przy niskiej jakości diod LED mogą pojawiać się także inne problemy, m.in z utrzymaniem w czasie strumienia świetlnego deklarowanego przez producenta, a także dużymi różnicami w strumieniu świetlnym i

deklarowanej barwie światła poszczególnych elementów świecących. Zdarza się bowiem, że diody LED z tej samej partii produkcyjnej charakteryzują się różną temperaturą barwową od 4500 K do 6500 K, co bywa spowodowane tym, że niektórzy chińscy producenci diod LED mają problemy z utrzymaniem reżimu technologicznego, a brak dokładnego selekcjonowania powoduje obniżenie lub zafałszowanie parametrów diod LED. Niesolidni importerzy mogą też kupować diody, nie zwracając uwagi na rodzaj partii lub serii, a nawet sprowadzać produkty niespełniające wymagań – w myśl zasady, że liczy się tylko jak najniższa cena.

- Istotny jest również parametr skuteczności świetlnej diod, określanej często jako ich wydajność, podawanej w lm/W, np. 150 lm/W. Niestety, jest on często stosowany jako słowo wytrych, sugerujące, że im wyższa wydajność diod, tym lepsza ma być oprawa oświetleniowa, co nie zawsze jest zgodne z rzeczywistością. Oferenci posługują się często wartością skuteczności świetlnej diod, a nie całych opraw. Oprawa z diodami o deklarowanej wydajności 115 lm/W nie zawsze jest lepsza i wydajniejsza od oprawy 90 lm/W. Na wydajność całej oprawy ma wpływ wiele czynników, np. prąd sterowania, utrzymanie strumienia świetlnego w czasie i, oczywiście, optyka, czyli zastosowanie odpowiednich soczewek oraz ochronnej szyby o wysokim stopniu przepuszczalności światła.
- Według praktyki stosowanej obecnie w USA i Unii Europejskiej, optymalna temperatura barwowa światła białego diod LED stosowanych w oprawach oświetlenia drogowego powinna wynosić od 4000 K do 4200 K i być jednolita dla wszystkich diod w pojedynczej oprawie oraz we wszystkich prawach w serii. Jest to bowiem temperatura barwowa światła białego dziennego.

4.1.2. Źródła światła typu HPS [Sodowe wysokoprężne]

Ze względu na decydujące znaczenie kryterium energooszczędności w opracowaniach często proponuje się oświetlenie całego terenu wysokoprężnymi lampami sodowymi [HPS]. Lampy te charakteryzują się cechami, które sprawiają, że nadawały się one doskonale do oświetlenia drogowego.

Wysokoprężne lampy sodowe, , charakteryzują się następującymi parametrami :

(na podstawie lampy MASTER SON-T PIA Plus 150W E40 1SL/12)

Informacje podstawowe

Trzonek	E40 [E40]	Trwałość do 20% uszkodzeń [Nom]	28000 h
Pozycja robocza	UNIVERSAL [uniwersalna]	Trwałość do 50% uszkodzeń (Nom)	32000 h
Trwałość do 5% uszkodzeń [Nom]	20500 h	Kod ANSI HID	-
Trwałość do 10% uszkodzeń (Nom)	24000 h	Opis systemu	zewnętrzny zapłonnik (E)

Dane techniczne oświetlenia

kod barwy	220 [Tb 2000K]	Współrzędna X chromatyczności (Nom)	535
Strumień świetlny (znamionowy) (Min)	14500 lm	Współrzędna Y chromatyczności (Nom)	420
Strumień świetlny (znamionowy) (Nom)	18000 lm	Skorelowana temperatura barwowa (Nom)	2000 K
Utrzymanie strumienia świetlnego 2000 h (Min)	94 %	Skuteczność świetlna (znamionowa) (Nom)	117 lm/W
Utrzymanie strumienia świetlnego 2000 h (Nom)	97 %	Wskaźnik oddawania barw (Max)	25
Utrzymanie strumienia świetlnego 5000 h (Min)	88 %	Wskaźnik oddawania barw (Nom)	-
Utrzymanie strumienia świetlnego 5000 h (Nom)	95 %		

Eksplotacja i połączenie elektryczne

Napięcie zasilania lampy	110 V [110]	Czas ponownego zapłonu (Min) (Max)	180 s
Power (Rated) (Nom)	154.0 W	Czas zapłonu (Max)	5 s
Prąd lampy (EM) (Nom)	1.8 A	Napięcie (Max)	115 V
Napięcie w momencie zapłonu (Max)	198 V	Napięcie (Min)	85 V
Skok napięcia w momencie zapłonu (Max)	2800 V	Napięcie (Nom)	100 V

Jak widać - w porównaniu z innymi źródłami światła – posiadają :

- stosunkowo wysoką skutecznością świetlną – dwukrotnie wyższą niż lampy rtęciowe w opisywanym przypadku 117 lm/W
- trwałością wyższą niż źródła HPM (metalohalogenkowe) – lecz zdecydowanie niższą niż źródła LED
- stosunkowo niskim spadkiem strumienia świetlnego w całym okresie eksploatacji - przy założeniu grupowej wymiany źródeł co 36 do 48 miesięcy. Spadek strumienia świetlnego do poziomu 70% wartości początkowej powinien kwalifikować lampę do wymiany ze względu na zachowanie zgodności normą PN – EN 13201
- odporność na niskie i wysokie temperatury,
- względną odporność na przepięcia, przeciążenia, zwarcia.
- niższy poziom odczuwalnego olśnienia

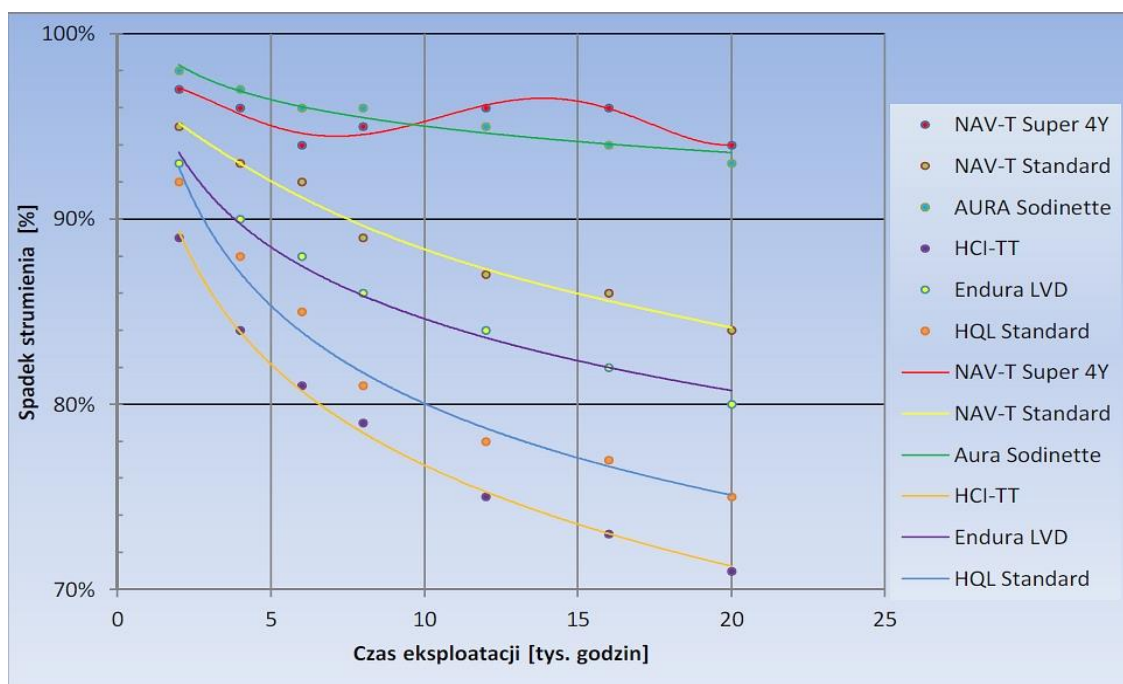
Ponadto światło wysokoprężnych lamp sodowych o barwie 2000 °K powoduje:

- niską kontrastowość obiektów, a co za tym idzie gorszą ostrość widzenia,
- wskaźnik oddawania barw na poziomie Ra 25 – w porównaniu do lamp HPM i LED o wskaźniku > 70 – jest dramatycznie niski.
- Znacznie wyższy od nominalnego pobór mocy – zwłaszcza w przypadku stosowania ... EVG elektromagnetycznych
- Czas uruchomienia i osiągnięcia 90% mocy ok. 4 min
- Brak możliwości płynnej redukcji mocy – w tym redukcji poniżej 50 %

Zatem oczywistym wyborem w przypadku źródeł światła w jakie wyposażone są oprawy oświetleniowe wydają się być diody elektroluminescencyjne czyli źródła LED.

Jednak w przypadku gdy oświetlenie ciągów komunikacyjnych zostało zmodernizowane w na przestrzeni ostatnich 2 - 3 lat w oparciu nowoczesne oprawy oświetleniowe wyposażone w źródła HPS należy rozważyć ich wymianę ze względu na nieoczywisty efekt ekonomiczny takiej inwestycji.

Porównanie źródeł światła ze względu na spadek strumienia świetlnego w czasie:



Źródło katalog Osram

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 HCL-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 (światłówka), zasilanym w sposób indukcyjny. Cechą źródeł jarzeniowych światła (tzw. świetlówek) jest niska odporność na niskie temperatury. W temperaturze otoczenia w okolicy 0°C strata strumienia sięga już około 20% strumienia w stosunku do strumienia w temperaturze 25°C. Stanowi to o praktycznej bezużyteczności tych źródeł dla celu oświetlenia drogowego. Niemniej spotykane są próby zastosowania tych źródeł do oświetlenia ulic, stąd uznaliśmy za zasadne źródła te uwzględnić w analizie.
4. Źródła sodowe NAV-T o trwałości użytkowej gwarantowanej przez producenta na okres 17 tys. godzin, zachowują swoje właściwości świetlne przez cały okres eksploatacji. Tracą zaledwie 14% początkowego strumienia po 20 tys. godzin eksploatacji. Oznacza to, że wcześniej takie źródło ulegnie naturalnemu procesowi destrukcji niż wygaśnięcie strumień.
5. W bardzo interesujący sposób zachowują się źródła światła typu sodowego NAV-T Super 4Y. W całym okresie użytkowania nie jest notowany większy spadek strumienia światła niż 5% początkowego strumienia. Po 10 tys. godzin eksploatacji następuje wzrost strumienia o ok. 3% (wtedy utrata strumienia wynosi zaledwie 2%). W ten sposób źródło utrzymuje się w granicach 5% straty strumienia aż do chwili naturalnego procesu destrukcji.
6. Podobnie zachowuje się źródło światła sodowe, typu Aura Sodinette, o trwałości użytkowej 48 tys. godzin. W połowie czasu użytkowania tj. 20 tys. godzin utrata początkowego strumienia wynosi zaledwie 5 %. Do chwili naturalnej destrukcji, określonej statystycznie na 48 tys. godzin, utrata strumienia nie przekroczy 14%, czyli nie osiągnie krytycznej wartości 20%.

4.2. Sprzęt oświetleniowy – Oprawy

Oprócz źródeł światła, o jakości oświetlenia decyduje także w dużym stopniu, jakość zastosowanej oprawy oświetleniowej. Powinna się ona charakteryzować wysokimi parametrami technicznymi, gwarantującymi wysoką szczelność układu optycznego i elektrycznego oraz ograniczać powstawanie oślnienia.

Zasilanie to najbardziej wrażliwy element oprawy LED

- Podobnie jak w przypadku diod LED, w oświetleniu drogowym należy stosować oprawy wyposażone w zasilacze renomowanych producentów światowych, np. firm Philips, Osram, LG, Mean Well, itp. lub posiadające znakomite parametry techniczne zasilacze sekwencyjne.
- Zasilacz drogowej lub parkowej oprawy oświetleniowej LED powinien posiadać w standardzie zabezpieczenia: przeciwzwarceniowe, przeciążeniowe, nadnapięciowe i termiczne z aktywną funkcją korekcji współczynnika mocy (PFC) oraz ochronę przeciwprzepięciową 10 kV.

- Decydujący wpływ na długość gwarancji udzielanej przez producentów opraw ma trwałość zasilaczy elektronicznych, która jest z reguły niższa od trwałości diod LED. Gwarancja na całą oprawę powinna być jednak udzielana na okres nie krótszy niż 5 lat przy równoczesnym określeniu trwałości diod LED na 50 000 do 100 000 godz.
- Ze względu na prawdopodobieństwo awarii zasilacza w kontekście dalszej przydatności diod LED warto zwrócić uwagę to, aby oprawa miała konstrukcję dwukomorową umożliwiającą łatwą wymianę zasilacza w przypadku jego awarii.
- Warto mieć świadomość, że w Polsce przyjmuje się wartość 4024 godz. jako średni roczny czas pracy oświetlenia drogowego przy pracy 11 godz./dobę. Przy deklarowanej trwałości diod LED równej 100 000 godz. dawałoby to trwałość ponad 24 lat. Wartość ta dotyczy jednak źródeł światła LED, a nie całej oprawy, i nie stanowi podstawy określenia czasu gwarancji.
- Wiodący producenci udzielają gwarancji na co najmniej 5 lat, w niektórych przypadkach nawet do 10 lat, przy uzasadnionym domniemaniu, że przez cały ten okres, a także po jego upływie renomowany producent będzie obecny na rynku, a wysokiej jakości komponenty zastosowane w oprawie uzasadniają udzielenie takiej gwarancji.

Obudowa to trzeci ważny element oprawy LED

- Poza stroną estetyczną obudowa oprawy LED pełni szereg zadań istotnych dla jej funkcjonowania.
- Generalnie oprawy LED powinny mieć konstrukcję dwukomorową, tzn. posiadać niezależne komory źródeł światła i osprzętu elektrycznego. Zapewnia to separację termiczną diod LED wytwarzających dużą ilość energii cieplnej od elektronicznego układu zasilającego wrażliwego na przegrzanie. Pozwala też na zapewnienie bezwzględnej szczelności wnętrza, a zatem np. czystości układu optycznego oprawy w czasie długoletniej eksploatacji.
- Korpus obudowy o wysokiej jakości powinien być wykonany z aluminium odlewane ciśnieniowo, pokrytego malarską powłoką proszkową zabezpieczającą przed wpływami atmosferycznymi. Najlepsze rozwiązania obudów charakteryzują się gładką powierzchnią zewnętrzną przy równoczesnym zapewnieniu diodom LED skutecznego chłodzenia. Dopuszczalne są także konstrukcje z układem samoczyszczących się zewnętrznych radiatorów, odprowadzających skutecznie wodę i brud osadzający się na oprawie, chociaż nie są zalecane do stosowania przy drogach z dużą ilością drzew, których opadające liście mogą skutecznie zanieczyszczać radiatory, wpływając na ilość odprowadzanego ciepła, a tym samym żywotność oprawy.
- Standardem jest szczelność obudowy oprawy nie niższa niż IP66 dla obu komór – optycznej i osprzętu. Szczególnie starannie powinna być uszczelniona komora zawierająca źródła światła LED i układ optyczny, tak aby uniemożliwiać kondensowanie pary wodnej i penetrację zanieczyszczeń, także insektów. Komora ta powinna być zamknięta płaskim kloszem z wandaloodpornego szkła hartowanego o odporności uderzeniowej, co najmniej IK08 i wysokim współczynniku przepuszczania światła, zapewniającym sprawność oprawy na poziomie nie mniejszym niż 85%.
- Nie powinno dopuszczać się do stosowania opraw LED z korpusami, które zostały skonstruowane z myślą o wysokoprężnych wyładowczych źródłach światła, sodowych lub metalohalogenkowych, o ile nie przeszły one stosownych badań termicznych

Poniżej zestawiono wymagane – przykładowe - parametry techniczno-użytkowe, jakim winny się charakteryzować oprawy LED :

- Korpus oprawy wykonany z aluminium odlewane ciśnieniowo z malarską powłoką proszkową zabezpieczającą przed wpływami atmosferycznymi.
- Powierzchnia zewnętrzna płaska lub z układem samoczyszczących się zewnętrznych radiatorów, odprowadzających swobodnie wodę i brud osadzający się na oprawie.

- Oprawa powinna legitymować się stopniem ochrony przed wnikaniem pyłu i wody nie mniejszym niż IP 66 oraz być wyposażona w system regulujący ciśnienie wewnątrz i na zewnątrz oprawy, który minimalizuje zjawisko kondensacji pary wodnej.
- Klosz oprawy powinien być wykonany z płaskiego, hartowanego szkła o podwyższonym współczynniku przepuszczaniu światła. i o odporności na udar IK 09
- Oprawa wyposażona w uniwersalny uchwyt montażowy $\Phi 48-60$ pozwalający na montaż zarówno na wysięgniku jak i bezpośrednio na słupie, a także pozwalający na zmianę kąta nachylenia oprawy w zakresie od 0° do 15° (montaż bezpośredni) lub od 0° do -15° (montaż na wysięgniku),
- uchwyt posiada dodatkowe zabezpieczenie zapobiegające przypadkowemu obróceniu oprawy na wysięgniku.
- zmiana kąta nachylenia lampy nie może być realizowana za pomocą urządzeń dodatkowych, adapterów itp.
- elementy mocujące oprawę na słupie, wysięgniku (śruby, podkładki) powinny być wykonane ze stali nierdzewnej i gwarantować stabilny montaż.
- Oprawa powinna być wyposażona w panel LED wyposażony w diody LED o wydajności $>130\text{lm/W}$ i o emitowanej barwie światła $4000\text{K} \pm 200\text{K}$ i być jednolita dla całej serii produktów o wskaźniku oddawania barw $R_a > 70$
- dla dróg o najniższej klasie oświetleniowej oraz przejść dla pieszych należy zastosować oprawy o emitowanej barwie światła $5500\text{K} \pm 200\text{K}$
- Panel LED powinien być wyposażony w kostkę przyłączeniową, która w razie awarii powinna umożliwiać jego szybką wymianę. Panel LED powinien stanowić integralną całość i nie może być rozcłonkowany na pojedyncze moduły połączone ze sobą połączeniami lutowanymi.
- Oprawa powinna być wyposażona w grupę soczewek kształtujących rozsył światła o charakterze drogowym i parkowym (w zależności od zastosowania). Każda dioda na panelu LED powinna posiadać indywidualny element optyczny o takiej samej charakterystyce, aby w przypadku przepalenia się pojedynczej diody zmienił się jedynie strumień świetlny emitowany przez oprawę a nie jej rozsył światła (powinna być zachowana równomierność oświetlenia na całej powierzchni oświetlanej drogi).
- Układ zasilający wyposażony w CLO (Constans Light Output) umożliwiający utrzymanie stałego strumienia świetlnego oraz wymaganych poziomów parametrów oświetleniowych przez cały założony okres eksploatacji ≥ 20 lat,
- Trwałość L80B10 przy 100 000h
- Oprawa posiada gwarancję producenta na okres min. 10lat
- dostęp do komory osprzętu bez użycia narzędzi
- Oprawa wyposażona w rozłącznik odłączający napięcie po jej otwarciu
- Oprawa musi być wyposażona w zabezpieczenia przeciw przepięciowe 10kV
- Oprawy muszą posiadać dostępne bazy danych fotometrycznych zamieszczonych na stronie producenta i umożliwiających wykonanie obliczeń parametrów oświetleniowych w ogólnodostępnych programach obliczeniowych typu DIALux i karty katalogowe wykazujące zgodność z danymi podanymi na oficjalnej stronie producenta.
- Minimalne znamionowe napięcie pracy $195 - 255\text{V}/50\text{Hz}$
- Prąd wyjściowy układu zasilającego $350 - 700\text{mA}$
- Współczynnik mocy $\cos \phi \geq 0,97$ dla 100% mocy i $\cos \phi \geq 0,93$ dla redukcji 50 % lub tak jak w ustawie Prawo Energetyczne $\text{tg} < \text{lub} = 0,4$ – warto zauważyć że dostępne są oprawy o współczynniku mocy $\cos \phi \geq 0,99$ dla pełnego zakresu mocy
- Zakres temperatur pracy oprawy min. $-35^\circ\text{C} \leq \text{do} \leq +35^\circ\text{C}$
- Zakłócenia sieci elektrycznej THD $< 20\%$ - zgodnie z wymogami lokalnego OSD warto zauważyć że dostępne są oprawy o THD na poziomie 5 – 10%

- System optyczny zgodny z normą i zapewniający pełne ograniczenie światła niepożądanego. Wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem WE nr 245/2009.
- System optyczny spełniający normę o bezpieczeństwie fotobiologicznym. Układ optyczny spełnia wymagania normy EN 62471
- Oprawa wykonana zgodnie z normą EN 60598-1
- Oprawa spełnia standardy dyrektywy niskonapięciowej (LVD) nr 2006/95/WE, dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) nr 2004/108/WE oraz dyrektywy (RoHS) nr 2002/95/WE
- Oprawa posiada deklarację zgodności CE oraz certyfikat akredytowanego ośrodka badawczego na znak ENEC (tj. ogólnoeuropejskie oznakowanie potwierdzające zgodność produktu z europejską normą EN dotyczącą bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego, oraz świadczące o stosowanym w produkcji systemie zarządzania jakością).

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 LED produkowane przez Schreder, Miloo Electronics, LUG, Philips lub równoważne innych producentów.

4.2.1. IZYLUM – Schreder

Wydajna, ekonomiczna i wszechstronna oprawa do oświetlenia dróg oraz innych przestrzeni miejskich



- Izylum to solidnie wykonana kompaktowa oprawa, o łatwym i szybkim montażu oraz o wymaganiach konserwacyjnych. Charakteryzuje się długą żywotnością m.in. dzięki możliwości przyszłych modyfikacji. Składa się z dwóch części, wykonanych z wysokociśnieniowego odlewu aluminiowego oraz z płaskiego klosza wykonanego ze szkła hartowanego. Oprawa posiada wysoki stopień szczelności i odporności na uderzenia.
- Dostępna jest w trzech rozmiarach, z liczbą diod LED od 10 do 120. Zapewnia doświetlenie, dzięki czemu znajduje wiele zastosowań w miejscach, gdzie oprawy są montowane stosunkowo nisko, takich jak parki, ścieżki rowerowe, drogi osiedlowe, ale także bulwary czy główne arterie miejskie.

- Gama opraw Izylum wykorzystuje innowacyjne rozwiązania fotometryczne, LensoFlex® 4 i MidFlex™ 2, opracowane pod kątem wydajności, kompaktowości, wszechstronności i standaryzacji. Oba mają taką samą konstrukcję. W celu uproszczenia instalacji i konserwacji w oprawie Izylum zastosowano opatentowane technologie: kompaktowy beznarzędziowy portal wejściowy IzyHub oraz nowy uniwersalny system mocowania IzyFix, umożliwiający montaż zarówno bezpośrednio na słupie, jak i na wysięgniku.
- Back Light Control
Niektóre wersje oprawy Izylum mogą być wyposażone w system Back Light Control System (kontrola światła wstecznego). Ta dodatkowa funkcja ogranicza rozsył światła do tyłu oprawy, w celu eliminacji światła niepożądanego w kierunku budynków.

OGÓLNE INFORMACJE		INFORMACJE ELEKTRYCZNE	
Sugerowana wysokość montażu	4m do 15m 13' do 49'	Klasa ochronności elektrycznej	Class I EU, Class II EU
Kryteria Circle Light	Wynik >90 – Produkt w pełni spełnia kryteria tzw. gospodarki obiegu zamkniętego (Circular Economy)	Napięcie znamionowe	220-240V – 50-60Hz
Zintegrowany zasilacz	Tak	Współczynnik mocy (przy pełnym obciążeniu)	0.95+
znak CE	Tak	Zabezpieczenie przeciwprzepięciowe (kV)	6 8 10
Certyfikat ENEC	Tak	Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)	EN 55015:2013/A1:2015, EN 61000-3-2:2014, EN 61000-3-3:2013, EN 61547:2009, EN 62493:2015
Certyfikat ENEC +	Tak	Opcje sterowania	Bluetooth, 1-10V, DALI
Zgodny z ROHS	Tak	System sterowania	AmpDim, Bi-power, Profil redukcji mocy, Fotokomórka, Zdalne zarządzanie
Standardy	LM 79-08 (wszystkie pomiary wg ISO17025 wykonane w akredytowanym laboratorium) LM 80 (wszystkie pomiary wg ISO17025 wykonane w akredytowanym laboratorium) EN 60598-1:2015+A1:2018 EN 60598-2-13:2006+A1:2012+A2:2016 EN 62262:2002 IEC TR 62778:2014	Gniazdo	Gniazdo niskiego napięcia (opcjonalnie) 7-pinowe gniazdo NEMA (opcjonalnie)
OBUDOWA I WYKOŃCZENIE		Systemy sterowania	Sirius BLE Owlet Nightshift Owlet IoT
Obudowa	Aluminium	Czujnik	PIR (opcja)
Optyka	PMMA	INFORMACJE OŚWIETLENIOWE	
Klosz	Szkło hartowane	Temperatura barwowa	3000K (Ciepły biały 730) 4000K (Neutralny biały 740)
Obudowa i wykończenie	Poliestrowa farba proszkowa	Wskaźnik oddawania barw (CRI)	>70 (Ciepły biały 730) >70 (Neutralny biały 740)
Kolor	AKZO grey 900 sanded	Wskaźnik udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR)	0%
Szczelność oprawy	IP 66, IP66/IP67	Utrzymanie strumienia świetlnego w czasie @ TQ 25°C	
Odporność na uderzenia	IK 09, IK 10	Wszystkie konfiguracje	60,000h - L80 (średniej mocy LED) 100,000h - L95 (wysokiej mocy LED)
Test na wstrząsy	Zgodny ze standardem ANSI C 136-31, ładowanie 3G zmodyfikowane IEC 68-2-6 (0.5G)	Żywotność oprawy może być różna w zależności od rozmiaru / konfiguracji. Skontaktuj się z nami, aby uzyskać więcej informacji.	
Dostęp do konserwacji	Beznarzędziowy dostęp do komory elektrycznej		
Inne kolory z palety RAL lub AKZO dostępne na zapytanie.			
WARUNKI PRACY			
Zakres temperatury pracy (Ta)	-40 °C do +55 °C / -40 °F do 131 °F		

4.2.2. Urbino (LUG)

Ekonomiczne, precyzyjnie kontrolowane światło LED dla dróg głównych i lokalnych



Wykonanie :

- Obudowa: aluminium wtryskiwane wysokociśnieniowo
- Powierzchnia boczna eksponowana na wiatr: 0.049 m²
- Kolor: szary, grafit
- Efektywność zasilacza: >93%
- Przyłącze elektryczne: przewód max 3x2,5 mm² / 2x2,5 mm²
- Zasilanie: 220-240V 50/60Hz
- Sposób świecenia: bezpośredni
- Typ optyki: O1 - do autostrad, O2 - do dróg ekspresowych, O3 - do dróg gminnych, O4 - do dróg miejskich, O5 - do dróg osiedlowych, O7 - do oświetlenia obszarowego.

Montaż: na słupie, na Wysięgniku

- Regulacja pochylenia co 5°
- Zakres temperatury pracy: -35°C - +40°C / -35°C - +30°C
- Uwagi: montaż na słupach lub wysięgnikach o średnicy 60mm i 76mm, oprawy o strumieniu ponad 22000 lm pracują w zakresie temperaturowym -35°C - +30°C.

- Żywotność (L80B10): 80 000 h
- Żywotność (TM21 L90B10): 60 000 h
- Uszczelka dławika dla kabla o średnicy Ø8 to 12mm.

Opcje sterowania oprawą

LLOC, czujnik zmierzchu, złącze nożowe,
zabezpieczenie przepięciowe 10kV, NTC

4.2.3. SCORPIO – MILOO Electronics



- Innowacyjna oprawa drogowa SCORPIO z autorskim jedno (1F) i trójfazowym (3F) układem zasilania o doskonałych parametrach elektrycznych i użytkowych. Odbłyśnikowy układ optyczny niwelujący olśnienie oraz szyba hartowana z nano-powłoką o właściwościach samo-czyszczących. Do wyboru dziewięć rodzajów optyk, optymalnych pod różne klasy oświetleniowe dróg. Wysokowydajne moduły LED (do 210 lm/W) w najnowszej technologii CSP zapewniające ekstremalnie wysoką żywotność >100 000 godzin. Pełna możliwość sterowania (SMART LIGHTING).
- Spektakularny i innowacyjny design będący wynikiem dbałości o funkcjonalność a nie o modę czy panujące trendy świadczy o tym że projektanci położyli nacisk na parametry i funkcjonalność oprawy – czyli na to czemu ona powinna służyć – efektywnemu oświetlaniu dróg. Co znajduje potwierdzenie w jej parametrach techniczno - użytkowych
- Oprawa SCORPIO 3F nie jest jedną z wielu, lecz stanowi ścisłą czołówkę drogowych opraw LED i bez kompleksów może konkurować z najlepszymi oprawami i producentami na rynku – z takimi markami Philips, Schreder, LUG, Disano, Thorn – zwłaszcza że sam produkt znajduje się jeszcze na etapie rozwoju, co stanowi gwarancję wzrostu jego parametrów oświetleniowych i elastyczności w projektach modernizacyjnych.
- Układ zasilania LED
 - trójfazowy zasilacz sekwencyjny LED
 - współczynnik mocy $PF=0,99$ gwarantuje **brak kosztów związanych z obsługą mocy biernej !**
 - poziom emitowanych zakłóceń harmonicznym $THD \leq 5\%$ nie zakłóca pracy innych urządzeń elektrycznych.
 - sprawność elektryczna $\geq 97\%$ oszczędność do 20% energii w stosunku do tradycyjnego zasilacza impulsowego
 - INRUSH = INOM - brak uderzeniowych prądów rozruchowych, które dla standardowych zasilaczy impulsowych wynoszą 30-100 krotność wartości prądu nominalnego
- Odbłyśnikowy układ optyczny
 - odbłyśnikowy układ optyczny, pozwala uzyskać doskonałą kontrolę nad kształtem bryły fotometrycznej, wysoką sprawność oraz ekstremalnie niski poziom olśnienia.
 - moduły LED współpracują efektywnie z odbłyśnikowym układem optycznym gwarantując wysoki strumień świetlny światła spolaryzowanego 4200lm – 22 400lm
 - źródła LED nie widoczne w szerokim zakresie kąta obserwacji, oprawa świeci światłem odbitym, a zwiększona powierzchnia odbiciowa odbłyśnika praktycznie niweluje zjawisko

olśnienia.

- dwa odbłyśniki pokryte warstwą metaliczną o wysokim współczynniku odbicia z naniesioną mikrostrukturą oraz szyba hartowana z powłoką samoczyszczącą.
- Technologia LED - moduły LED wykonane w technologii WICOP® i CSP Skuteczność świetlna 190 - 210 lm /W
- Skuteczność świetlna całej oprawy SCORPIO 3F po uwzględnieniu wszystkich strat układu optycznego oraz układu zasilania wynosi ≤ 155 lm/W .

PARAMETRY TECHNICZNE :

Sposób montażu: na słupie $\varnothing 60/48$ mm

Obudowa: odlew aluminiowy

Napięcie zasilania: 220-240 V / 50 Hz Współczynnik mocy (PF): 0,99

Klasa ochronności: I

Wskaźnik oddawania barw CRI(Ra): >70

Stopień ochrony: IK09

Stopień szczelności: IP66

EPA (Effective Projective Area): 0,065 m²

Temperatura otoczenia: od -35°C do +45°C

Wilgotność otoczenia: 20-80%

Trwałość (L80B10): 100 000 h

4.2.4. Szafa Oświetlenia Ulicznego LED

Planując modernizację oświetlenia ulicznego na oprawach LED trzeba wziąć pod uwagę wymagania technologii LED. Technologia LED jest dobrą, wysokowydajną technologią, dającą duże oszczędności, oprócz wielu niezaprzeczalnych zalet ma swoje wymagania takie jak: potrzeba kompensacji mocy biernej pojemnościowej, zabezpieczenia przeciwprzepięciowe, układy soft startu i filtry harmonicznych. Takim wymaganiom sprostą odpowiednio zaprojektowana Szafa oświetlenia ulicznego LED – nie wymagana przy zastosowaniu opraw SCORPIO.



Szafa LED to rozwiązanie, które pozwala na pełne wykorzystanie zalet jakie za sobą niesie technologia LED przy jednoczesnym zminimalizowaniu niedogodności jakie są z tą technologią związane. Racjonalnym rozwiązaniem jest uwzględnienie na etapie planowania inwestycji, szaf dostosowanych do technologii LED – w przeciwnym wypadku będą konieczne dostawki, a to jest zawsze rozwiązanie droższe i bardziej kłopotliwe.

W szafie LED zastosowano kompleksowe rozwiązania zapewniające równoczesne połączenie sterowania nowoczesnymi oprawami oświetlenia ulicznego LED z profesjonalną ochroną przeciw

przeciwpięciową oraz kompensacją mocy biernej. Oprawy LED w porównaniu do tradycyjnych opraw oświetlenia ulicznego wymagają całkowicie innego systemu zabezpieczeń. Z tego względu wnętrze szafy LED podzielono na cztery sekcje: zabezpieczeń, kompensacji mocy, pomiarową i rozdzielczą.

SEKCJA ZABEZPIECZEŃ

Zawiera wszelkie elementy niezbędne do ochrony opraw oświetlenia ulicznego LED przed różnego rodzaju przepięciami i udarami prądowymi, które mogą występować w liniach zasilających. W tej sekcji dodatkowo znajduje się ogranicznik prądu rozruchu **soft start LED**, który chroni instalację oświetleniową przed powstaniem dużych udarów prądowych pojawiających się w momencie załączenia oświetlenia.

SEKCJA KOMPENSACJI MOCY BIERNEJ

Oprawy LED w odróżnieniu od opraw sodowych generują moc bierną pojemnościową za którą zakłady energetyczne dzięki inteligentnym licznikom pobierają lub wkrótce będą pobierały dodatkowe opłaty. Sekcja ta mieści odpowiednio dobrany i wykonany **kompensator mocy biernej pojemnościowej LED** o parametrach ustalonych specjalnie dla potrzeb konkretnej instalacji oświetlenia ulicznego LED. Gwarantuje on obniżenie rachunków za energię elektryczną zużywaną przez instalację oświetlenia ulicznego LED eliminując opłaty za moc bierną.

SEKCJA ROZDZIELCZA

Zawiera typowe elementy sterowania: styczniki, zabezpieczenia linii zasilających poszczególne obwody oświetleniowe, układ **sterowania i zdalnego nadzoru CPAnet** oraz filtry harmoniczných. Filtry te znacznie „poprawiają” współczynnik mocy, zmniejszając straty z tytułu harmoniczných generowanych przez zasilacze impulsowe LED, a także poprawiają THD.

Zastosowanie nowoczesnego systemu sterowania opartego na sterowniku CPAnet pozwoliło stworzyć rozwiązanie w pełni odpowiadające europejskim standardom. Sterowanie oświetleniem odbywa się on-line i zapewnia pełen nadzór nad pracą szafy w czasie rzeczywistym. Dzięki zdalnej wymianie oprogramowania jest ono również elastyczne, gdyż daje się dostosowywać do zmieniających się z czasem potrzeb klienta. Na życzenie zamawiającego można wyposażyć szafę w dowolny system sterowania.

SEKCJA POMIAROWA

Zamykana zawsze dodatkowymi drzwiami, mieści zabezpieczenia przed licznikowe i aparaturę pomiarową instalowaną w zależności od potrzeb i wymagań lokalnego zakładu energetycznego.

Szafy LED wykonywane są według wymagań zamawiającego tak, aby w najlepszy sposób uwzględnić specyfikę lokalnej instalacji oświetlenia ulicznego LED. Na etapie kompletowania zamówienia ustala się szczegóły techniczne. Powstaje ostateczny projekt, który po zatwierdzeniu jest realizowany.

Standardowo szafy są montowane w obudowach aluminiowych, malowanego proszkowo, jednak możliwe jest także zastosowanie innych typów obudów. Szafy oferowane są w wersjach jednofazowej lub trójfazowej w zakresie mocy do 120 kVA, w I lub II klasie izolacji.

WŁAŚCIWOŚCI I ZALETY SZAFY LED

Oszczędność – Zamawiając szafę LED można znacznie ograniczyć koszt całego przedsięwzięcia. Właściwie dobrany kompensator LED gwarantuje obniżenie rachunków za energię elektryczną, eliminując opłaty za

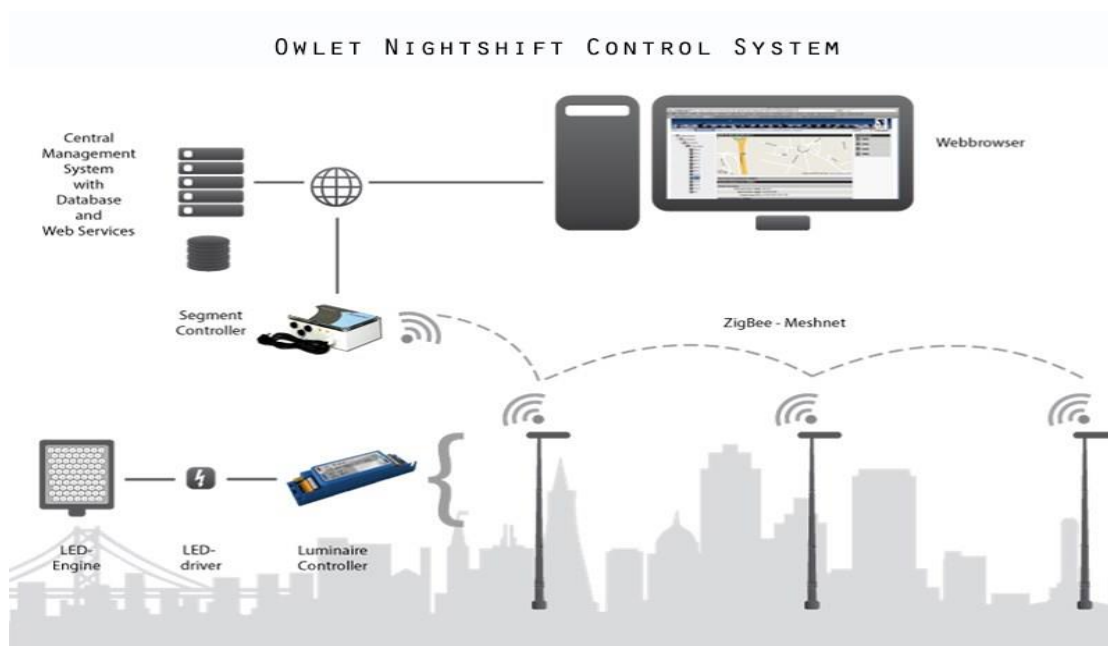
moc bierną. Dodatkowe oszczędności uzyskuje się dzięki dużo niższym kosztom eksploatacji instalacji oświetleniowej.

Zdalne sterowanie – Sterowanie oświetleniem odbywa się „on-line” i zapewnia pełen nadzór nad pracą szafy LED w czasie rzeczywistym

Profesjonalna ochrona instalacji – Oprawy LED w porównaniu do tradycyjnych opraw oświetlenia ulicznego wymagają całkowicie innego systemu zabezpieczeń. Szafa LED zawiera wszelkie elementy niezbędne do ochrony opraw oświetlenia ulicznego LED przed różnego rodzaju przepięciami, które występują w liniach zasilających.

4.5. Systemy sterowania

4.5.1. Inteligentne rozwiązania OWLET Schreder - Inteligentne sterowanie – wydajne oświetlenie



1. W celu zaoszczędzenia do 85% energii elektrycznej
System OWLET 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. W celu zoptymalizowania 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. W celu zapewnienia oświetlenia na żądanie i tylko wtedy gdy jest ono potrzebne
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. W celu zapewnienia 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.

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 wnętrza .
- 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 koncentrator 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 przysyłać 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. System GreenLight

Echelon Smart Server – Apanet

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

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

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



Unijne ustawodawstwo dotyczące oświetlania zewnętrznego daje szereg możliwości oszczędności energii elektrycznej poprzez sterowanie intensywnością oświetlenia w zależności od aktualnej sytuacji (warunków pogodowych, ruchu ulicznego, pory dnia itp.). GreenLight Serwer pozwala na implementację aktualnych unormowań, jak i na łatwą adaptację do przyszłych rozwiązań. Istotną zaletą stosowania opisywanego

rozwiązania jest jego skalowalność – w małych i średnich instalacjach GreenLight Serwer pełni funkcję centralnego kontrolera sieci (samodzielnie lub w zespole kilku innych serwerów). W systemach dużych rzędu kilku tysięcy lamp może dodatkowo odgrywać rolę bramy (gateway) do systemów sterowania globalnego (systemy zarządzania miejskiego itp.). Umożliwia to szereg protokołów komunikacyjnych zaimplementowanych w urządzeniu.

Zalety:

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

GreenLight Controller

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



Sterownik umożliwia pełną kontrolę źródła światła –sterowanie intensywnością światła, pomiar zużycia energii, wykrywanie i raportowanie zdarzeń i awarii. Umożliwia to wdrożenie algorytmów pozwalających na znaczne obniżenie zużycia energii elektrycznej (redukcja kosztów i emisji CO2) oraz obniżenie kosztów obsługi.

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

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

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

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

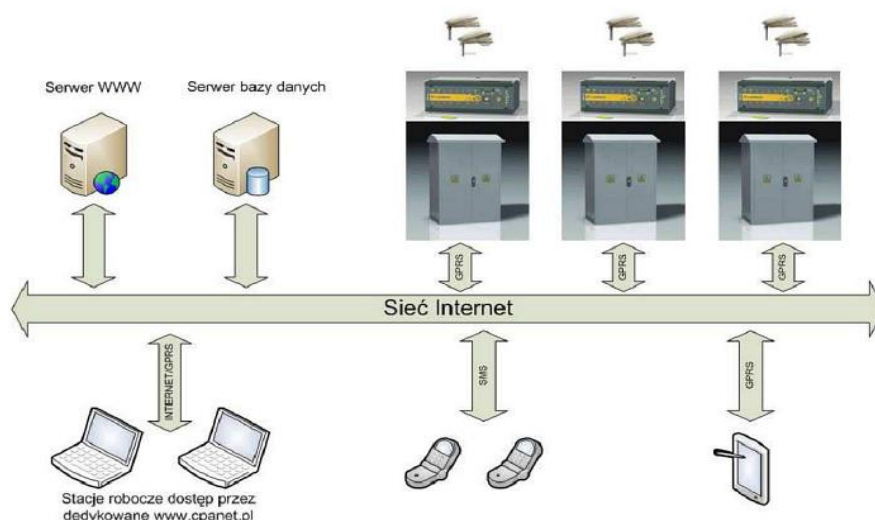
Zalety:

- Współpraca ze statecznikami elektronicznymi i elektromagnetycznymi.
- Ściemnianie płynne (0-100%) jak i dyskretne (dwa lub trzy poziomy jasności).
- Niezależne sterowanie poszczególnymi lampami.
- Niezależny pomiar zużycia energii w każdej lampie –możliwość indywidualnych rozliczeń.

- Rozbudowany moduł pomiarowy (energia i moc bierna i czynna, $\cos \phi$, THD) – optymalne zarządzanie siecią zasilającą.
- Monitorowanie stanu lampy (wykrywanie i raportowanie awarii) – niższe koszty obsługi.
- Elastyczna i rozproszona struktura sieci – większa funkcjonalność i niezawodność.
- Zaawansowane algorytmy routingu – duży zasięg sieci.
- Niskie koszty instalacji – komunikacja za pomocą sieci zasilającej 230VAC.
- Instalacja w oprawie lub w słupie lampy.
- Możliwość aktualizacji oprogramowania poprzez sieć
- Kompatybilny z LonWorks.
- Kompatybilny z LonMark

4.5.4. 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,
- 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 $\cos \phi$ dla poszczególnych faz oraz mocy, czynnej, biernej i pozornej i zużytej energii,
- rejestracja pomierzonych wartości napięcia, prądu, $\cos \phi$, mocy, zużytej energii dla poszczególnych faz

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

Możliwość pracy sterownika w trybach:

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

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

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

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

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

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



Właściwości APC – LED

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

Parametry techniczne APC – LED

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

4.5.6. APC - LED PROG

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

Parametry techniczne APC - LED PROG

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



4.5.7. 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.

1. System **IntelUG** jest typowym systemem monitorującym i zarządzającym pracą opraw oświetleniowych, komunikującym się pomiędzy oprawami i sterownikiem bezprzewodowo drogą radiową.. System składa się ze sterownika segmentowego montowanego w szafie oświetleniowej i sterowników 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 LUG jest swoboda organizowania zarządzanych opraw w dowolne grupy (max. do 150 szt. niezależnie od ich obwodów zasilających. Pozwala to zmniejszyć ilość drogich sterowników segmentowych. Program do zarządzania oprawami jest aplikacją "chmurową" i udostępniany jest bezpłatnie. Dane znajdują się na serwerze producenta, który zapewnia serwis i obsługę. Deklaruje również możliwość instalacji aplikacji na serwerze Zamawiającego.

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

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

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

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. Dla potrzeb niniejszego opracowania przyjęto II Warianty, które dodatkowo podzielono :

1. **Wariant I „LED”** - wymiana istniejących opraw w stosunku 1:1 w oparciu o oprawy LED wybranych 3 producentów z autonomicznym układem redukcji mocy.
2. **Wariant II "LED"** - wymiana istniejących opraw wraz ze wskazanymi dowieszeniami w oparciu o oprawy LED wybranych 3 producentów z autonomicznym układem redukcji mocy.

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

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Modernizacja **660 szt.** punktów świetlnych z **661** zinwentaryzowanych istniejących punktów świetlnych na oprawy LED z autonomiczną redukcją mocy

- Oprawy przy zbiorniku wodnym pozostają.
- Wariant ten zakłada wymianę opraw oraz **brak zastosowania kompensacji mocy biernej**. Należy się liczyć w przypadku tego wariantu z wystąpieniem dodatkowych opłat w z tytułu wystąpienia mocy biernej pojemnościowej
- Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie :
 - Demontaż opraw (634 szt.)
 - Montaż nowych opraw LED (634 szt.)
 - Wymiana i montaż przewodu zasilającego oprawy i wysięgników (634 szt.)

Aktualna całkowita ilość opraw		
	Przed Modernizacją	Po Modernizacji
Calkowita ilość opraw	661	660
W tym oprawy rtęciowe	7	1
W tym oprawy sodowe	636	8
W tym oprawy LED projektowane	0	634
W tym oprawy LED istniejące	14	14
W tym oprawy metalohalogenowe	3	3
Pobór mocy całkowity - kW	72,55 kW	25,57kW

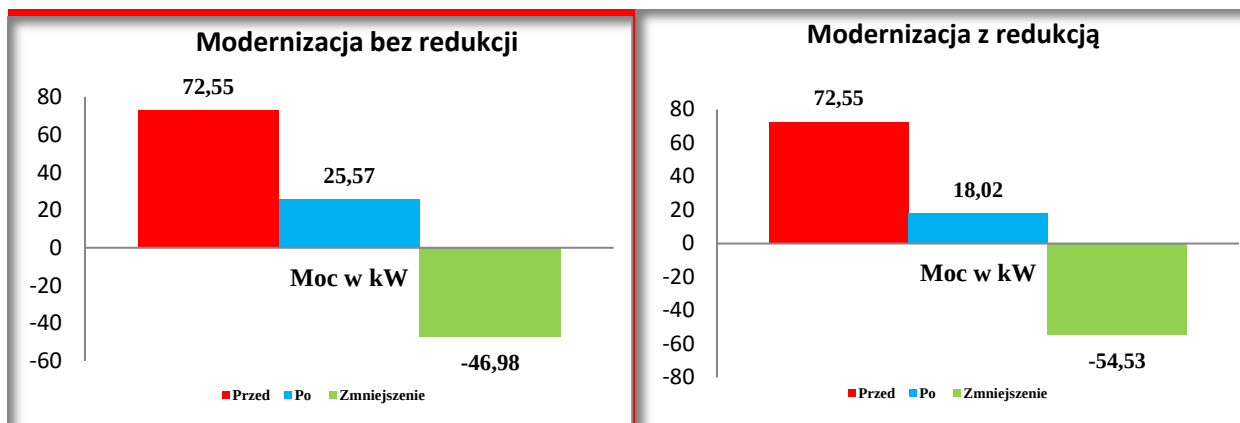
5.1.1 Wariant I – Producent I

Oprawa		Przed modernizacją			Po modernizacji wersja optymalna		
Lp		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa NAV-T 70 W	156	83,00	12,95	0	83,00	0,00
2	Sodowa NAV-T 100 W	463	115,00	53,25	3	115,00	0,35
3	Sodowa NAV-T 150 W	18	173,00	3,11	5	173,00	0,87
4	Metalohalogenkowa 250 W	3	268,00	0,80	3	268,00	0,80
5	Rtęciowa HQL 125 W	4	150,00	0,60	0	150,00	0,00
6	Rtęciowa HQL 250 W	3	295,00	0,89	1	295,00	0,30
7	LED 45 W	1	45,00	0,05	1	45,00	0,05
8	LED 70 W	13	70,00	0,91	13	70,00	0,91
9	LED 7,2 W	0	7,20	0,00	18	7,20	0,13
10	LED 12 W	0	12,00	0,00	174	12,00	2,09
11	LED 16,9 W	0	16,90	0,00	10	16,90	0,17
12	LED 22,4 W	0	22,40	0,00	98	22,40	2,20
13	LED 28,7 W	0	28,70	0,00	172	28,70	4,94
14	LED 29,7 W	0	29,70	0,00	1	29,70	0,03
15	LED 45,5 W	0	45,50	0,00	35	45,50	1,59
16	LED 47 W	0	47,00	0,00	20	47,00	0,94
17	LED 88 W	0	88,00	0,00	70	88,00	6,16
18	LED 113 W	0	113,00	0,00	36	113,00	4,07
	RAZEM:	661		72,55	660		25,57

Zmniejszenie mocy zainstalowanej

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	661	660	660
2	Pobór mocy	kW	72,55	25,57	18,02
3	Redukcja mocy	%		64,76%	75,16%

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **25,57 kW**. Zmniejszenie statyczne mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **46,90 kW**, czyli około **64,76%** a dynamicznie **54,45 kW / 75,16%,**.



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dyst.	Jakość wa Dyst.	Dyst. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abonament	Netto	Brutto
72,55	Dzien C12b	1104	80 095,20	0,2088	0,14110	-	4 411,6	0,00	119,23	1805,76	34 361,89	42 265,12
72,55	Noc C12b	2920	211 846,00	0,1887	0,14110	-	-	-	0,00	-	69 866,81	85 936,18
124,2	umowna	4 024	291 941,20	0,3499	0,330	-	2,96	-	0,08	2,28	104 228,70	128 201,30
124,2	124,2	0,0	291 941,20								104 228,70	128 201,30

Taryfa C12B	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	72,55	80 095,20	0,4290	34 361,89	42 265,12
Ilość h-taryfa nocna	2920	72,55	211 846,00	0,3298	69 866,81	85 936,18
Koszty konserwacji					61 710,00	75 903,30
SUMA	4024		291 941,20		165 938,70	204 104,60

Koszty energii w skali roku po modernizacji

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dyst.	Jakość wa Dyst.	Dyst. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abonament	Netto	Brutto
18,02	Dzien O12	1104	19 894,08	0,2620	0,13650	-	994,7	0,00	25,92	1805,76	10 754,15	13 227,61
18,02	Noc O12	2920	52 618,40	0,2070	0,10830	-	-	-	0,00	-	16 590,58	20 406,42
27	umowna	4 024	72 512,48	0,3985	0,315	-	3,07	-	0,08	2,28	27 344,73	33 634,02
27	40	0,0	72 512,48								27 344,73	33 634,02

Taryfa O12	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	18,02	19 894,08	0,5406	10 754,15	13 227,61
Ilość h-taryfa nocna	2920	18,02	52 618,40	0,3153	16 590,58	20 406,42
Koszty energii biernej	4024				5731,43	7049,66
Koszty konserwacji					35 640,00	43 837,20
SUMA	4024		72 512,48		68 716,16	84 520,88

Uwaga : Uwzględniono wzrost cen energii i zmianę taryfy

Kalkulacja Efektu Ekologicznego

Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - MODERNIZACJA	Wyniki	UWAGI
1	Aktualne zużycie energii	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po modernizacji	122,47	w MWh
3	Roczna oszczędność energii	168,82	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	57,96%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	131,34	w Mg
Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - REDUKCJA MOCY	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii bez redukcji mocy	122,47	w MWh
2	Zużycie energii z redukcją mocy	86,29	w MWh
3	Oszczędność	36,19	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	29,55%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	28,15	w Mg
Lp	POŁĄCZONY EFEKT EKOLOGICZNY (Tylko w przypadku równoczesnej modernizacji i montażu systemów redukcji mocy)	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii początkowe	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po realizacji zadania	86,29	w MWh
3	Oszczędność	205,00	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	70,38%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	159,49	w Mg

W tym wariantcie należy się liczyć z wystąpieniem mocy biernej pojemnościowej i związanymi z tym kosztami i tak przy łącznej mocy zainstalowanych lamp LED 25,57 kW spodziewana moc bierna to 5,114 kvar da to odpowiednio:

- dla taryfy dziennej $1104 \text{ h} \times 5,114 \text{ kVarh} \times 3 \times 0,1365 \text{ PLN/kVarh} = 2\,311,98 \text{ PLN netto}$
- dla taryfy nocnej $2058 \text{ h} \times 5,114 \text{ kVarh} \times 3 \times 0,1083 \text{ PLN/kVarh} = 3\,419,45 \text{ PLN netto}$.

Spodziewane łączne opłaty roczne za energię bierną pojemnościową wynoszą zatem około 5731,43 netto 7049,66 PLN brutto.

Wskaźnik redukcji emisji

Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźniki emisji w kg/MWh	Roczne zużycie energii przed modernizacją w [MWh]	Emisja przed modernizacją [Mg]	Roczne zużycie energii po modernizacji [MWh]	Emisja po modernizacji [Mg]	Wielkość redukcji emisji	% redukcji emisji
CO2	778	291,30	226,63	72,34	56,28	170,35	75,17%
SO2	0,704	291,30	205,08	72,34	50,93	154,15	75,17%
NOx	0,653	291,30	190,22	72,34	47,24	142,98	75,17%
CO	0,285	291,30	83,02	72,34	20,62	62,40	75,17%
Pył całkowity	0,037	291,30	10,78	72,34	2,68	8,10	75,17%

Przed modernizacją moc pobierana (zainstalowana) wynosiła **72,55 kW** i nie podlegała redukcji w czasie całego okresu świecenia więc taką wartość należy przyjąć do obliczeń..

Do obliczeń przyjęto wartość wskaźnika emisji dwutlenku węgla równą **778 kg/MWh**

Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **291,30 MWh** co daje ok.**226,63 Mg CO₂** / rok

Ograniczenie emisji CO₂ wyniesie w omawianym wariantcie ok. **75,17%** co pozwoli na redukcję emisji do **56,28 Mg** w skali roku.

Koszty modernizacji:

Lp.	Zadanie	Ilość	Cena jednostkowa	Wartość
1	Wartość opraw LED z montażem	634	979,05 zł	620 718,08 zł
2	Wymiana i montaż przewodu zasilającego oprawy i wyścięgników	634	120,52 zł	76 411,00 zł
3	Demontaż i utylizacja opraw	634	110,18 zł	69 854,30 zł
	System sterowania i zarządzania oświetleniem	Kpl.		376 787,00 zł
	Sprawdzenie i pomiar 3-fazowego obwodu elektrycznego niskiego napięcia	634	40,49 zł	25 670,66 zł
	Badania i pomiary instalacji skuteczności zerowania	634	12,66 zł	8 026,44 zł
	Razem netto [PLN]			1 177 467,48 zł
	Razem brutto [PLN]			1 448 285,00 zł

Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	204 104,60			
Emisja CO2 przed modernizacją		226,6		
Koszty po modernizacji	84 520,88		119583,72	
Emisja CO2 po modernizacji		56,28		170,35
Koszt wykonania modernizacji	1 448 285,00			
Zwrot inwestycji w latach				12

Obliczając koszty materiałów oparto się na aktualnych ofertach producentów.

W wypadku realizacji remontu w terminie późniejszym niż luty 2020 należy się liczyć z możliwością zmiany cen.

Koszt robocizny i inne koszty przyjęto kierując się aktualnie proponowanymi cenami dla tego rodzaju usług w województwie śląskim. Koszty wskazane w opracowaniu należy oczywiście przyjąć jako koszty szacunkowe i wynoszące: 1 448 285,00 zł brutto

W tym wariancie aby obniżyć koszty eksploatacji po modernizacji oraz opłat za energię należy dodatkowo zastosować kompensację mocy biernej w 66 szafach oświetlenia, co przy szacunkowym koszcie kompensatorów ok. 850,00zł brutto zwiększy koszt wykonania modernizacji o ok. 56 100,00 zł co wydatnie obniży koszty opłat za energię. Czas zwrotu z inwestycji w kompensację mocy biernej wyniesie ok 9 lat, a przy trwałości opraw LED L80B10/ 100000h czyli 25 latach eksploatacji da ok. 180 tys. zł oszczędności w opłatach za energię.

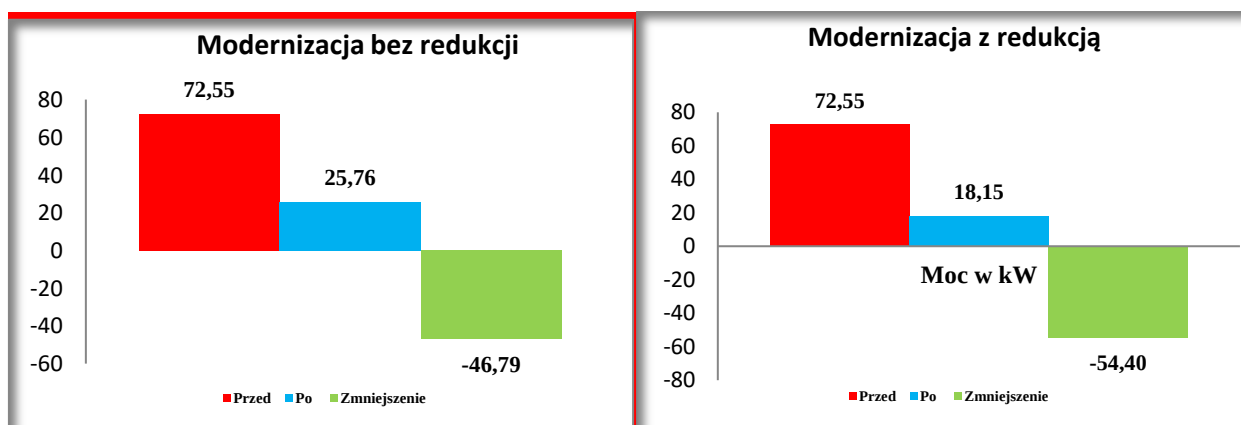
5.1.2. Wariant I – Producent II

Oprawa		Przed modernizacją			Po modernizacji wersja optymalna		
Lp		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa NAV-T 70 W	156	83,00	12,95	0	83,00	0,00
2	Sodowa NAV-T 100 W	463	115,00	53,25	3	115,00	0,35
3	Sodowa NAV-T 150 W	18	173,00	3,11	5	173,00	0,87
4	Metalohalogenkowa 250 W	3	268,00	0,80	3	268,00	0,80
5	Rtęciowa HQL 125 W	4	150,00	0,60	0	150,00	0,00
6	Rtęciowa HQL 250 W	3	295,00	0,89	1	295,00	0,30
7	LED 45W	1	45,00	0,05	1	45,00	0,05
8	LED 70 W	13	70,00	0,91	13	70,00	0,91
9	LED 18 W	0	7,20	0,00	18	18,00	0,32
10	LED 23 W	0	12,00	0,00	220	23,00	5,06
11	LED 27 W	0	16,90	0,00	139	27,00	3,75
12	LED 35 W	0	22,40	0,00	109	35,00	3,82
13	LED 51 W	0	28,70	0,00	27	51,00	1,38
14	LED 52 W	0	29,70	0,00	7	52,00	0,36
15	LED 58 W	0	45,00	0,00	29	58,00	1,68
16	LED 68 W	0	45,50	0,00	42	68,00	2,86
17	LED 76 W	0	47,00	0,00	43	76,00	3,27
	RAZEM:	661		72,55	660		25,76

Zmniejszenie Mocy Zainstalowanej

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	661	660	660
2	Pobór mocy	kW	72,50	25,76	18,15
3	Redukcja mocy	%		64,47%	74,97%

- moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **25,76 kW**. Zmniejszenie statyczne mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **46,71 kW**, czyli około **64,72%** a dynamicznie **54,32 kW / 74,96%,**.



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dyst.	Jakość wa Dyst.	Dyst. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
72,55	Dzien C12b	1104	80 095,20	0,2088	0,14110	-	4 411,6	0,00	119,23	1805,76	34 361,89	42 265,12
72,55	Noc C12b	2920	211 846,00	0,1887	0,14110	-	-	-	0,00	-	69 866,81	85 936,18
124,2	umowna	4 024	291 941,20	0,3499	0,330	-	2,96	-	0,08	2,28	104 228,70	128 201,30
124,2	124,2	0,0	291 941,20								104 228,70	128 201,30

Taryfa C12B	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	72,55	80 095,20	0,4290	34 361,89	42 265,12
Ilość h-taryfa nocna	2920	72,55	211 846,00	0,3298	69 866,81	85 936,18
Koszty konserwacji					61 710,00	75 903,30
SUMA	4024		291 941,20		165 938,70	204 104,60

Koszty energii w skali roku po modernizacji

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dyst.	Jakość wa Dyst.	Dyst. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
18,15	Dzien O12	1104	20 037,60	0,2620	0,13650	-	994,7	0,00	25,92	1805,76	10 811,34	13 297,95
18,15	Noc O12	2920	52 998,00	0,2070	0,10830	-	-	-	0,00	-	16 710,27	20 553,63
27	umowna	4 024	73 035,60	0,3985	0,315	-	3,07	-	0,08	2,28	27 521,61	33 851,58
27	40	0,0	73 035,60								27 521,61	33 851,58

Taryfa O12	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	18,15	20 037,60	0,5405	10 811,34	13 297,95
Ilość h-taryfa nocna	2920	18,15	52 998,00	0,3153	16 710,27	20 553,63
Koszty energii biernej	4024				5774,02	7102,04
Koszty konserwacji					35 640,00	43 837,20
SUMA	4024		72 512,48		68 935,63	84 790,83

W tym wariantcie należy się liczyć z wystąpieniem mocy biernej pojemnościowej i związanymi z tym kosztami i tak przy łącznej mocy zainstalowanych lamp LED 25,76 kW spodziewana moc bierna to 5,152 kVar da to odpowiednio:

- dla taryfy dziennej 1104 h x 5,152 kVarh x 3 x 0,1365 PLN/kVarh = 2 329,16 PLN netto
- dla taryfy nocnej 2058 h x 5,152 kVarh x 3 x 0,1083 PLN/kVarh = 3 444,86 PLN netto .

Spodziewane łączne opłaty roczne za energię bierną pojemnościową wynoszą zatem około 5774,02 netto 7102,04 PLN brutto.

Kalkulacja Efektu Ekologicznego

Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - MODERNIZACJA	Wyniki	UWAGI
1	Aktualne zużycie energii	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po modernizacji	103,44	w MWh
3	Roczna oszczędność energii	187,85	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	64,49%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	146,15	w Mg
Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - REDUKCJA MOCY	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii bez redukcji mocy	103,44	w MWh
2	Zużycie energii z redukcją mocy	64,80	w MWh
3	Oszczędność	38,64	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	37,36%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	30,06	w Mg
Lp	POŁĄCZONY EFEKT EKOLOGICZNY (Tylko w przypadku równoczesnej modernizacji i montażu systemów redukcji mocy)	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii początkowe	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po realizacji zadania	64,80	w MWh
3	Oszczędność	226,49	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	77,75%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	176,21	w Mg

- W tym wariantcie należy się liczyć z wystąpieniem mocy bierniej pojemnościowej i związanymi z tym kosztami i tak przy łącznej mocy zainstalowanych lamp LED 25,76 kW spodziewana moc bierna to 5,152 kVar da to odpowiednio:
 - dla taryfy dziennej $1104 \text{ h} \times 5,152 \text{ kVarh} \times 3 \times 0,1365 \text{ PLN/kVarh} = 2\,329,16 \text{ PLN netto}$
 - dla taryfy nocnej $2058 \text{ h} \times 5,152 \text{ kVarh} \times 3 \times 0,1083 \text{ PLN/kVarh} = 3\,444,86 \text{ PLN netto}$
 Spodziewane łączne opłaty roczne za energię bierną pojemnościową wynoszą zatem około 5774,02 netto 7102,04 PLN brutto.

Wskaźnik redukcji emisji

Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźniki emisji w kg/MWh	Roczne zużycie energii przed modernizacją w [MWh]	Emisja przed modernizacją [Mg]	Roczne zużycie energii po modernizacji [MWh]	Emisja po modernizacji [Mg]	Wielkość redukcji emisji	% redukcji emisji
CO2	778	291,30	226,63	64,80	50,41	176,22	77,75%
SO2	0,704	291,30	205,08	64,80	45,62	159,46	77,75%
NOx	0,653	291,30	190,22	64,80	42,31	147,90	77,75%
CO	0,285	291,30	83,02	64,80	18,47	64,55	77,75%
Pył całkowity	0,037	291,30	10,78	64,80	2,40	8,38	77,75%

Koszty modernizacji:

Lp.	Zadanie	Ilość	Cena jednostkowa	Wartość
1	Wartość opraw LED z montażem	634	979,05 zł	551 639,08 zł
2	Wymiana i montaż przewodu zasilającego oprawy i wysięgników	634	120,52 zł	76 411,00 zł
3	Demontaż i utylizacja opraw	634	100,00 zł	69 854,30 zł
4	System sterowania i zarządzania oświetleniem	Kpl.		376 787,00 zł
5	Sprawdzenie i pomiar 3-fazowego obwodu elektrycznego niskiego napięcia	634	40,49 zł	25 670,66 zł
6	Badania i pomiary instalacji skuteczności zerowania	634	12,66 zł	8 026,44 zł
	Razem netto [PLN]			1 108 388,48 zł
	Razem brutto [PLN]			1 363 317,83 zł

Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	204 104,60			
Emisja CO2 przed modernizacją		226,60		
Koszty po modernizacji	84 790,83		119 313,77	
Emisja CO2 po modernizacji		51,32		175,28
Koszt wykonania modernizacji	1 363 317,83			
Zwrot inwestycji w latach				12

Obliczając koszty materiałów oparto się na aktualnych cennikach producenckich.

W wypadku realizacji remontu w terminie późniejszym niż luty 2020 należy się liczyć z możliwością zmiany cen.

Koszt robocizny i inne koszty przyjęto kierując się aktualnie proponowanymi cenami dla tego rodzaju usług w województwie śląskim. Koszty wskazane w opracowaniu należy oczywiście przyjąć jako koszty szacunkowe i wynoszą one: **1 363 317,83 zł** brutto.

W tym wariancie aby obniżyć koszty eksploatacji po modernizacji oraz opłat za energię należy dodatkowo zastosować kompensację mocy biernej w 66 szafach oświetlenia, co przy szacunkowym koszcie kompensatorów ok. 850,00zł brutto zwiększy koszt wykonania modernizacji o ok. 56 100,00 zł co wydatnie obniży koszty opłat za energię. Czas zwrotu z inwestycji w kompensację mocy biernej wyniesie ok 9 lat, a przy trwałości opraw LED L80B10/ 100000h czyli 25 latach eksploatacji da ok. 180 tys. zł oszczędności w opłatach za energię.

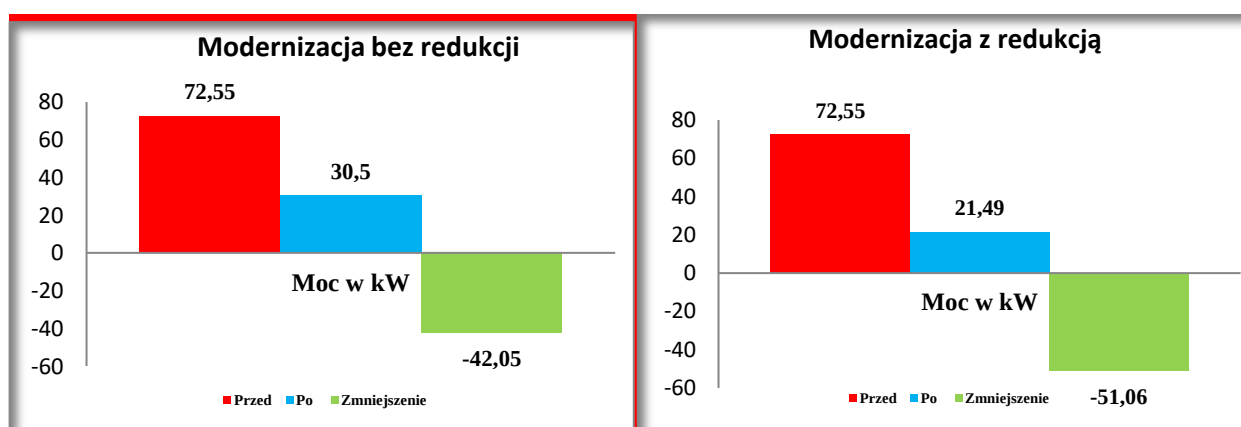
5.1.3. Wariant I – Producent III

Oprawa		Przed modernizacją			Po modernizacji wersja optymalna		
Lp		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa NAV.T 70 W	156	83,00	12,95	0	83,00	0,00
2	Sodowa NAV.T 100 W	463	115,00	53,25	3	115,00	0,35
3	Sodowa NAV.T 150 W	18	173,00	3,11	5	173,00	0,87
4	Metalohalogenowa 250 W	3	268,00	0,80	3	268,00	0,80
5	Rtęciowa HQL 125 W	4	150,00	0,60	0	150,00	0,00
6	Rtęciowa HQL 250 W	3	295,00	0,89	1	295,00	0,30
7	LED 45W	1	45,00	0,05	1	45,00	0,05
8	LED 70 W	13	70,00	0,91	13	70,00	0,91
9	LED 30 W	0	30,00	0,00	211	30,00	6,33
10	LED 40 W	0	40,00	0,00	148	40,00	5,92
11	LED 50 W	0	50,00	0,00	213	50,00	10,65
12	LED 70 W	0	70,00	0,00	62	70,00	4,34
RAZEM:		661		72,55	660		30,50

Zmniejszenie Mocy Zainstalowanej

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	661	660	660
2	Pobór mocy	kW	72,46	30,50	21,49
3	Redukcja mocy	%		57,90%	70,34%

- moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **30,50 kW**. Zmniejszenie statycznej mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **41,97 kW**, czyli około **57,91%** a dynamicznie **50,98 kW / 70,35%**.



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dystr.	Jakość wa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
72,55	Dzien C12b	1104	80 095,20	0,2088	0,14110	-	4 411,6	0,00	119,23	1805,76	34 361,89	42 265,12
72,55	Noc C12b	2920	211 846,00	0,1887	0,14110	-	-	-	0,00	-	69 866,81	85 936,18
124,2	umowna	4 024	291 941,20	0,3499	0,330	-	2,96	-	0,08	2,28	104 228,70	128 201,30
124,2	124,2	0,0	291 941,20								104 228,70	128 201,30

Taryfa C12B	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	72,55	80 095,20	0,4290	34 361,89	42 265,12
Ilość h-taryfa nocna	2920	72,55	211 846,00	0,3298	69 866,81	85 936,18
Koszty konserwacji					61 710,00	75 903,30
SUMA	4024		291 941,20		165 938,70	204 104,60

Koszty energii w skali roku po modernizacji

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dystr.	Jakość wa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
21,49	Dzien O12	1104	23 724,96	0,2620	0,13650	-	1178,9	0,00	30,72	1805,76	12 469,76	15 337,80
21,49	Noc O12	2920	62 750,80	0,2070	0,10830	-	-	-	0,00	-	19 785,33	24 335,95
32	umowna	4 024	86 475,76	0,3985	0,315	-	3,07	-	0,08	2,28	32 255,08	39 673,75
32	40	0,0	86 475,76								32 255,08	39 673,75

Taryfa O12	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	21,49	23 724,96	0,5405	12 469,76	15 337,80
Ilość h-taryfa nocna	2920	21,49	62 750,80	0,3153	19 785,33	24 335,95
Koszty energii biernej	4024				0,00	0,00
Koszty konserwacji					35 640,00	43 837,20
SUMA	4024		86 475,76		63 161,61	77 688,78

Kalkulacja Efektu Ekologicznego

Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - MODERNIZACJA	Wyniki	UWAGI
1	Aktualne zużycie energii	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po modernizacji	122,47	w MWh
3	Roczna oszczędność energii	168,82	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	57,96%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	131,34	w Mg
Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - REDUKCJA MOCY	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii bez redukcji mocy	122,47	w MWh
2	Zużycie energii z redukcją mocy	86,29	w MWh
3	Oszczędność	36,19	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	29,55%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	28,15	w Mg
Lp	POŁĄCZONY EFEKT EKOLOGICZNY (Tylko w przypadku równoczesnej modernizacji i montażu systemów redukcji mocy)	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii początkowe	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po realizacji zadania	86,29	w MWh
3	Oszczędność	205,00	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	70,38%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	159,49	w Mg

W tym wariancie opłaty z tyt. energii biernej pojemnościowej nie występują ze względu na wysokie parametry techniczne zasilaczy sekwencyjnych zastosowanych w oprawach

Wskaźnik redukcji emisji

Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźnik i emisji w kg/MWh	Roczne zużycie energii przed modernizacją w [MWh]	Emisja przed modernizacją [Mg]	Roczne zużycie energii po modernizacji [MWh]	Emisja po modernizacji [Mg]	Wielkość redukcji emisji	% redukcji i emisji
CO2	778	291,30	226,63	86,29	67,13	159,50	70,38%
SO2	0,704	291,30	205,08	86,29	60,75	144,33	70,38%
NOx	0,653	291,30	190,22	86,29	56,35	133,87	70,38%
CO	0,285	291,30	83,02	86,29	24,59	58,43	70,38%
Pył całkowity	0,037	291,30	10,78	86,29	3,19	7,59	70,38%

Koszty modernizacji:

Lp.	Zadanie	Ilość	Cena jednostkowa	Wartość
1	Wartość opraw LED z montażem	634	884,89 zł	561 021,33 zł
2	Wymiana i montaż przewodu zasilającego oprawy i wysięgników	634	120,52 zł	76 411,00 zł
3	Demontaż i utylizacja opraw	634	100,00 zł	69 854,30 zł
4	System sterowania i zarządzania oświetleniem	Kpl.		376 787,00 zł
5	Sprawdzenie i pomiar 3-fazowego obwodu elektrycznego niskiego napięcia	634		25 670,66 zł
6	Badania i pomiary instalacji skuteczności zerowania	634		8 026,44 zł
	Razem netto [PLN]			1 117 770,73 zł
	Razem brutto [PLN]			1 374 858,00 zł

Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	204 104,60			
Emisja CO2 przed modernizacją		226,60		
Koszty po modernizacji	77 688,78		126 415,82	
Emisja CO2 po modernizacji		67,13		159,47
Koszt wykonania modernizacji	1 374 858,00			
Zwrot inwestycji w latach				11

Wariant I Producent III jest wariantem rekomendowanym ze względu na optymalny stosunek cena/ jakość. Pozwala uzyskać wymagane oszczędności w zużyciu energii elektrycznej i emisji CO2 generując dodatkowe oszczędności z tytułu opłat za energię bierną – w cyklu trwałości opraw – bez konieczności ponoszenia dodatkowych nakładów.

5.2. Wariant II Producent I

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie.

- Modernizacja 634 szt. punktów świetlnych z 661 zinwentaryzowanych istniejących punktów świetlnych na oprawy LED z autonomiczną redukcją mocy
- Dowieszenie 331 szt. opraw na części istniejących słupów
- Oprawy przy zbiorniku wodnym pozostają.
- Wariant ten zakłada wymianę opraw oraz brak zastosowania kompensacji mocy biernej. Należy się liczyć w przypadku tego wariantu z wystąpieniem dodatkowych opłat w z tytułu wystąpienia mocy biernej pojemnościowej
- Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie :
 - Demontaż opraw (634 szt.)
 - Montaż nowych opraw LED (991) szt.
 - Wymiana i montaż przewodu zasilającego oprawy i wysięgników (491 szt.)

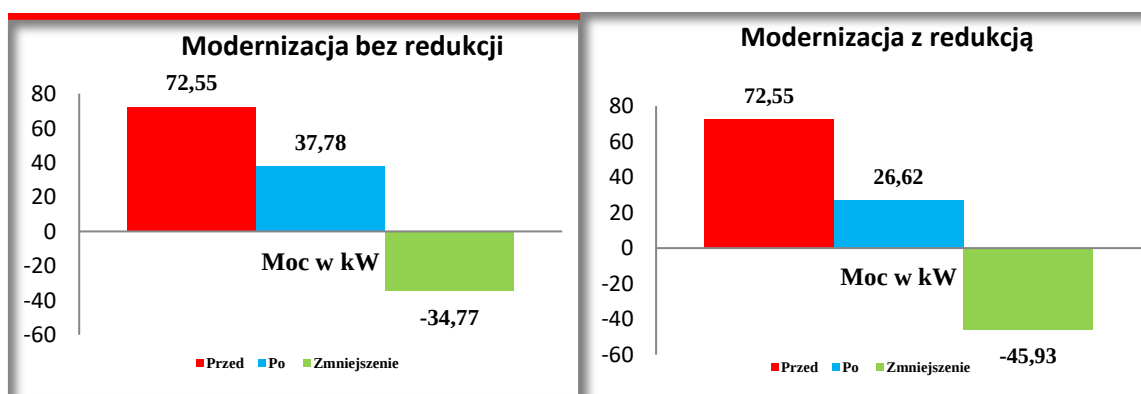
Wariant II – Producent I

	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja optymalna		
Lp		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa NAV-T 70 W	156	83,00	12,95	0	83,00	0,00
2	Sodowa NAV-T 100 W	463	115,00	53,25	3	115,00	0,35
3	Sodowa NAV-T 150 W	18	173,00	3,11	5	173,00	0,87
4	Metalohalogenowa 250 W	3	268,00	0,80	3	268,00	0,80
5	Ręczna HQL 125 W	4	150,00	0,60	0	150,00	0,00
6	Ręczna HQL 250 W	3	295,00	0,89	1	295,00	0,30
7	LED 45 W	1	45,00	0,05	1	45,00	0,05
8	LED 70 W	13	70,00	0,91	13	70,00	0,91
9	LED 7,2 W	0	7,20	0,00	18	7,20	0,13
10	LED 12 W	0	12,00	0,00	174	12,00	2,09
11	LED 16,9 W	0	16,90	0,00	10	16,90	0,17
12	LED 22,4 W	0	22,40	0,00	178	22,40	3,99
13	LED 28,7 W	0	28,70	0,00	313	28,70	8,98
14	LED 29,7 W	0	29,70	0,00	1	29,70	0,03
15	LED 45,5 W	0	45,50	0,00	113	45,50	5,14
16	LED 47 W	0	47,00	0,00	20	47,00	0,94
17	LED 88 W	0	88,00	0,00	102	88,00	8,98
18	LED 113 W	0	113,00	0,00	36	113,00	4,07
	RAZEM:	661		72,55	991		37,78

Zmniejszenie Mocy Zainstalowanej

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	661	991	991
2	Pobór mocy	kW	72,55	37,78	26,62
3	Redukcja mocy	%		47,93%	63,31%

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **37,78 kW**. Zmniejszenie statyczne mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **34,77 kW**, czyli około **47,93% a dynamicznie 45,93 kW / 63,31%,.**



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dyst.	Jakość w Dyst.	Dyst. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
72,55	Dzien C12b	1104	80 095,20	0,2088	0,14110	-	4 411,6	0,00	119,23	1805,76	34 361,89	42 265,12
72,55	Noc C12b	2920	211 846,00	0,1887	0,14110	-	-	-	0,00	-	69 866,81	85 936,18
124,2	umowna	4 024	291 941,20	0,3499	0,330	-	2,96	-	0,08	2,28	104 228,70	128 201,30
124,2	124,2	0,0	291 941,20								104 228,70	128 201,30

Taryfa C12B	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	72,55	80 095,20	0,4290	34 361,89	42 265,12
Ilość h-taryfa nocna	2920	72,55	211 846,00	0,3298	69 866,81	85 936,18
Koszty konserwacji					61 710,00	75 903,30
SUMA	4024		291 941,20		165 938,70	204 104,60

Koszty energii w skali roku po modernizacji

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dyst.	Jakość w Dyst.	Dyst. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
26,62	Dzien O12	1104	29 388,48	0,2620	0,13650	-	1 473,6	0,00	38,40	1805,76	15 029,07	18 485,76
26,62	Noc O12	2920	77 730,40	0,2070	0,10830	-	-	-	0,00	-	24 508,40	30 145,33
40	umowna	4 024	107 118,88	0,3985	0,315	-	3,07	-	0,08	2,28	39 537,46	48 631,08
40	40	0,0	107 118,88								39 537,46	48 631,08

Taryfa O12	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	26,62	29 388,48	0,5114	15 029,07	18 485,76
Ilość h-taryfa nocna	2920	26,62	77 730,40	0,3153	24 508,40	30 145,33
Koszty energii biernej	4024				8 468,26	12 363,66
Koszty konserwacji					53 514,00	65 822,22
SUMA	4024		107 118,88		101 519,73	124 869,27

W tym wariantcie należy się liczyć z wystąpieniem mocy biernej pojemnościowej i związanymi z tym kosztami i tak przy łącznej mocy zainstalowanych lamp LED 37,78 kW spodziewana moc bierna to 7,556 kvar da to odpowiednio:

- dla taryfy dziennej 1104 h x 7,556 kvarh x 3 x 0,1365 PLN/kvarh = 3 415,98 PLN netto
- dla taryfy nocnej 2058 h x 7,556 kvarh x 3 x 0,1083 PLN/kvarh = 5 052,28 PLN netto .

Spodziewane łączne opłaty roczne za energię bierną pojemnościową wynoszą zatem około 8464,26 netto 12 363,66 PLN brutto

Kalkulacja Efektu Ekologicznego

Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - MODERNIZACJA	Wyniki	UWAGI
1	Aktualne zużycie energii	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po modernizacji	151,67	w MWh
3	Roczna oszczędność energii	139,62	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	47,93%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	108,63	w Mg
Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - REDUKCJA MOCY	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii bez redukcji mocy	151,67	w MWh
2	Zużycie energii z redukcją mocy	106,86	w MWh
3	Oszczędność	44,81	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	29,55%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	34,86	w Mg
Lp	POŁĄCZONY EFEKT EKOLOGICZNY (Tylko w przypadku równoczesnej modernizacji i montażu systemów redukcji mocy)	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii początkowe	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po realizacji zadania	106,86	w MWh
3	Oszczędność	184,43	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	63,32%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	143,49	w Mg

Wskaźnik redukcji emisji

Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźniki emisji w kg/MWh	Roczne zużycie energii przed modernizacją w [MWh]	Emisja przed modernizacją [Mg]	Roczne zużycie energii po modernizacji [MWh]	Emisja po modernizacji [Mg]	Wielkość redukcji emisji	% redukcji emisji
CO2	778	291,30	226,63	106,86	83,14	143,49	63,32%
SO2	0,704	291,30	205,08	106,86	75,23	129,85	63,32%
NOx	0,653	291,30	190,22	106,86	69,78	120,44	63,32%
CO	0,285	291,30	83,02	106,86	30,46	52,57	63,32%
Pył całkowity	0,037	291,30	10,78	106,86	3,95	6,82	63,32%

Przed modernizacją moc pobierana (zainstalowana) wynosiła **72,55 kW** i nie podlegała redukcji w czasie całego okresu świecenia więc taką wartość należy przyjąć do obliczeń.

Do obliczeń przyjęto wartość wskaźnika emisji dwutlenku węgla równą **778 kg/MWh**

Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **291,30 MWh** co daje ok. **226,63 Mg CO₂/rok**

Ograniczenie emisji CO₂ wyniesie w omawianym wariancie ok. **63,32%** co pozwoli na redukcję emisji o **143,49 Mg** w skali roku.

Koszty modernizacji:

Lp.	Zadanie	Ilość	Cena jednostkowa	Wartość
1	Wartość opraw LED z montażem	991	944,95 zł	936 447,80 zł
2	Wymiana i montaż przewodu zasilającego oprawy i wyścięgników	991	120,52 zł	119 435,32 zł
3	Demontaż i utylizacja opraw	634	110,18 zł	69 854,30 zł
	System sterowania i zarządzania oświetleniem	Kpl.		376 787,00 zł
	Sprawdzenie i pomiar 3-fazowego obwodu elektrycznego niskiego napięcia	991	40,49 zł	40 125,59 zł
	Badania i pomiary instalacji skuteczności zerowania	991	12,66 zł	12 546,06 zł
	Razem netto [PLN]			1 555 196,09 zł
	Razem brutto [PLN]			1 912 891,17 zł

Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	204104,60			
Emisja CO2 przed modernizacją		226,6		
Koszty po modernizacji	124869,27		79235,33	
Emisja CO2 po modernizacji		83,14		143,49
Koszt wykonania modernizacji	1912891,17			
Zwrot inwestycji w latach				24

Obliczając koszty materiałów oparto się na aktualnych ofertach producentów.

W wypadku realizacji remontu w terminie późniejszym niż luty 2020 należy się liczyć z możliwością zmiany cen.

Koszt robocizny i inne koszty przyjęto kierując się aktualnie proponowanymi cenami dla tego rodzaju usług w województwie śląskim. Koszty wskazane w opracowaniu należy oczywiście przyjąć jako koszty szacunkowe i wynoszą one: **1 912 891,17 zł brutto**

W tym wariantcie aby obniżyć koszty eksploatacji po modernizacji oraz opłat za energię należy dodatkowo zastosować kompensację mocy biernej w 66 szafach oświetlenia, co przy szacunkowym koszcie kompensatorów ok. 850,00zł brutto zwiększy koszt wykonania modernizacji o ok. 56 100,00 zł

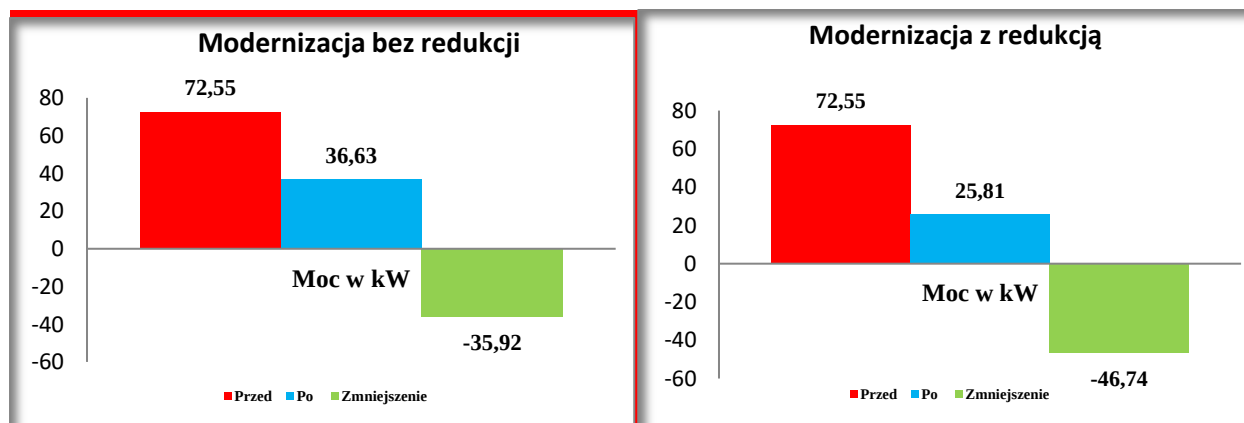
5.3 Wariant II – Producent II

	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja optymalna		
Lp		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sadawa NAV-T 70 W	156	83,00	12,95	0	83,00	0,00
2	Sadawa NAV-T 100 W	463	115,00	53,25	3	115,00	0,35
3	Sadawa NAV-T 150 W	18	173,00	3,11	5	173,00	0,87
4	Metalohalogenkowa 350 W	3	268,00	0,80	3	268,00	0,80
5	Ręczna HQL 115 W	4	150,00	0,60	0	150,00	0,00
6	Ręczna HQL 250 W	3	295,00	0,89	1	295,00	0,30
7	LED 45W	1	45,00	0,05	1	45,00	0,05
8	LED 70 W	13	70,00	0,91	13	70,00	0,91
9	LED 18 W	0	7,20	0,00	18	18,00	0,32
10	LED 23 W	0	12,00	0,00	299	23,00	6,88
11	LED 27 W	0	16,90	0,00	278	27,00	7,51
12	LED 35 W	0	22,40	0,00	152	35,00	5,32
13	LED 51 W	0	28,70	0,00	70	51,00	3,57
14	LED 52 W	0	29,70	0,00	7	52,00	0,36
15	LED 58 W	0	45,00	0,00	53	58,00	3,07
16	LED 68 W	0	45,50	0,00	45	68,00	3,06
17	LED 76 W	0	47,00	0,00	43	76,00	3,27
	RAZEM:	661		72,55	991		36,63

Zmniejszenie Mocy Zainstalowanej

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	661	991	991
2	Pobór mocy	kW	72,55	36,63	25,81
3	Redukcja mocy	%		49,51%	64,42%

- moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **36,63 kW**. Zmniejszenie statyczne mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. 35,92 kW, czyli około 49,51% a dynamicznie 46,74 kW / 64,42%,.



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakość wa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
72,55	Dzien C12b	1104	80 095,20	0,2088	0,14110	-	4 411,6	0,00	119,23	1805,76	34 361,89	42 265,12
72,55	Noc C12b	2920	211 846,00	0,1887	0,14110	-	-	-	0,00	-	69 866,81	85 936,18
124,2	umowna	4 024	291 941,20	0,3499	0,330	-	2,96	-	0,08	2,28	104 228,70	128 201,30
124,2	124,2	0,0	291 941,20								104 228,70	128 201,30

Taryfa C12B	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	72,55	80 095,20	0,4290	34 361,89	42 265,12
Ilość h-taryfa nocna	2920	72,55	211 846,00	0,3298	69 866,81	85 936,18
Koszty konserwacji					61 710,00	75 903,30
SUMA	4024		291 941,20		165 938,70	204 104,60

Koszty energii w skali roku po modernizacji

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usl. Dystr.	Jakość wa Dystr.	Dystr. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
25,81	Dzien C12b	1104	28 494,24	0,2088	0,13650	-	1 420,8	0,00	38,40	1805,76	13 104,02	16 117,95
25,81	Noc C12b	2920	75 365,20	0,1887	0,10830	-	-	-	0,00	-	22 383,46	27 531,66
40	umowna	4 024	103 859,44	0,3453	0,297	-	2,96	-	0,08	2,28	35 487,49	43 649,61
40	124,2	0,0	103 859,44								35 487,49	43 649,61

Taryfa O12	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	25,81	28 494,24	0,4632	13 104,42	16 117,95
Ilość h-taryfa nocna	2920	25,81	75 365,20	0,3431	22 383,46	27 531,66
Koszty energii biernej	4024				8 468,26	12 363,66
Koszty konserwacji					53 514,00	65 822,22
SUMA	4024		103 859,44		97 469,75	119 887,79

W tym wariantcie należy się liczyć z wystąpieniem mocy biernej pojemnościowej i związanymi z tym kosztami i tak przy łącznej mocy zainstalowanych lamp LED 36,63 kW spodziewana moc bierna to 7,556 kvar da to odpowiednio:

- dla taryfy dziennej 1104 h x 7,556 kVarh x 3 x 0,1365 PLN/kVarh = 3 415,98 PLN netto
- dla taryfy nocnej 2058 h x 7,556 kVarh x 3 x 0,1083 PLN/kVarh = 5 052,28 PLN netto .

Spodziewane łączne opłaty roczne za energię bierną pojemnościową wynoszą zatem około 8468,26 netto 12363,66 PLN brutto

Kalkulacja Efektu Ekologicznego

Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - MODERNIZACJA	Wyniki	UWAGI
1	Aktualne zużycie energii	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po modernizacji	147,06	w MWh
3	Roczna oszczędność energii	144,23	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	49,52%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO ₂	112,21	w Mg
Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - REDUKCJA MOCY	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii bez redukcji mocy	147,06	w MWh
2	Zużycie energii z redukcją mocy	103,61	w MWh
3	Oszczędność	43,45	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	29,55%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO ₂	33,80	w Mg
Lp	POŁĄCZONY EFEKT EKOLOGICZNY (Tylko w przypadku równoczesnej modernizacji i montażu systemów redukcji mocy)	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii początkowe	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po realizacji zadania	103,61	w MWh
3	Oszczędność	187,68	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	64,43%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO ₂	146,02	w Mg

Wskaźnik redukcji emisji

Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźniki emisji w kg/MWh	Roczne zużycie energii przed modernizacją w [MWh]	Emisja przed modernizacją [Mg]	Roczne zużycie energii po modernizacji [MWh]	Emisja po modernizacji [Mg]	Wielkość redukcji emisji	% redukcji emisji
CO ₂	778	291,30	226,63	108,61	84,50	142,13	62,72%
SO ₂	0,704	291,30	205,08	108,61	76,46	128,61	62,72%
NO _x	0,653	291,30	190,22	108,61	70,92	119,30	62,72%
CO	0,285	291,30	83,02	108,61	30,95	52,07	62,72%
Pył całkowity	0,037	291,30	10,78	108,61	4,02	6,76	62,72%

Przed modernizacją moc pobierana (zainstalowana) wynosiła **72,55 kW** i nie podlegała redukcji w czasie całego okresu świecenia więc taką wartość należy przyjąć do obliczeń.

Do obliczeń przyjęto wartość wskaźnika emisji dwutlenku węgla równą **778 kg/MWh**

Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **291,30 MWh** co daje ok. **226,63 Mg CO₂/rok**

Ograniczenie emisji CO₂ wyniesie w omawianym wariancie ok. **62,72%** co pozwoli na redukcję emisji o **142,13 Mg** w skali roku.

Koszty modernizacji:

Lp.	Zadanie	Ilość	Cena jednostkowa	Wartość
1	Wartość opraw LED z montażem	991	846,26 zł	838 645,80 zł
2	Wymiana i montaż przewodu zasilającego oprawy i wyścięgników	991	120,52 zł	119 435,32 zł
3	Demontaż i utylizacja opraw	634	110,18 zł	69 854,30 zł
	System sterowania i zarządzania oświetleniem	Kpl.		376 787,00 zł
	Sprawdzenie i pomiar 3-fazowego obwodu elektrycznego niskiego napięcia	991	40,49 zł	40 125,59 zł
	Badania i pomiary instalacji skuteczności zerowania	991	12,66 zł	12 546,06 zł
	Razem netto [PLN]			1 456 934,07 zł
	Razem brutto [PLN]			1 791 364,71 zł

Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	204104,60			
Emisja CO2 przed modernizacją		226,6		
Koszty po modernizacji	119887,79		84216,81	
Emisja CO2 po modernizacji		84,5		142,13
Koszt wykonania modernizacji	1448285,00			
Zwrot inwestycji w latach				17

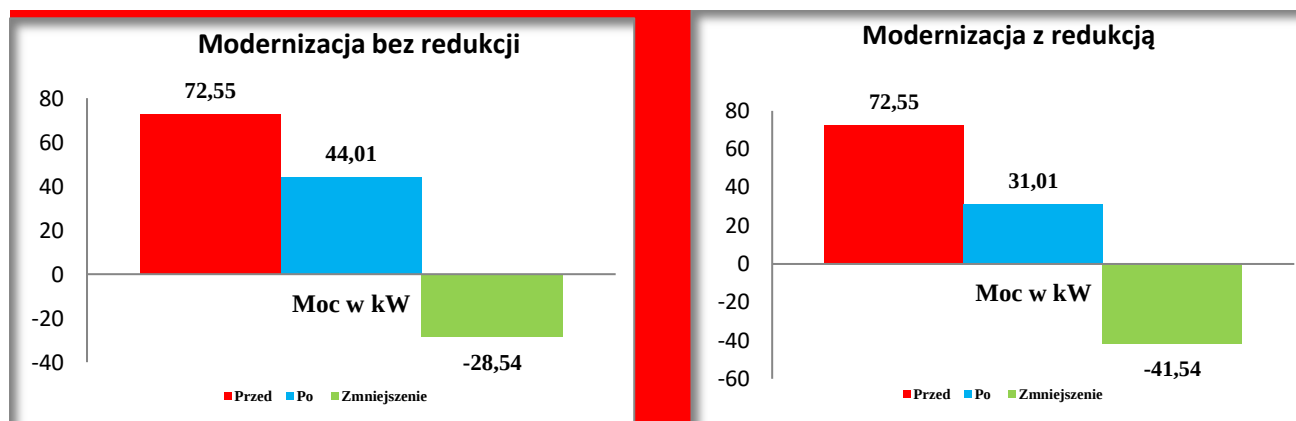
5.4 Wariant II – Producent III

	Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji wersja optymalna		
Lp		ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]	ilość	Moc jedn. [W]	Moc razem [kW]
1	Sodowa NAV-T 70 W	156	83,00	12,95	0	83,00	0,00
2	Sodowa NAV-T 100 W	463	115,00	53,25	3	115,00	0,35
3	Sodowa NAV-T 150 W	18	173,00	3,11	5	173,00	0,87
4	Metalohalogenowa 250 W	3	268,00	0,80	3	268,00	0,80
5	Rzeczowa HQL 125 W	4	150,00	0,60	0	150,00	0,00
6	Rzeczowa HQL 250 W	3	295,00	0,89	1	295,00	0,30
7	LED 45W	1	45,00	0,05	1	45,00	0,05
8	LED 70 W	13	70,00	0,91	13	70,00	0,91
9	LED 30 W	0	30,00	0,00	401	30,00	12,03
10	LED 40 W	0	40,00	0,00	194	40,00	7,76
11	LED 50 W	0	50,00	0,00	247	50,00	12,35
12	LED 70 W	0	70,00	0,00	123	70,00	8,61
	RAZEM:	661		72,55	991		44,01

Zmniejszenie Mocy Zainstalowanej

Lp		ilość	Stan istniejący	Wersja LED	Wersja LED z redukcją
1	ilość punktów świetlnych	szt.	661	991	991
2	Pobór mocy	kW	72,55	44,01	31,01
3	Redukcja mocy	%		39,34%	57,26%

- moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **44,01 kW**. Zmniejszenie statyczne mocy zainstalowanej będzie wynosiło ok. **28,54 kW**, czyli około **39,34%** a dynamicznie **41,54 kW / 57,26%**.



Wykres słupkowy zmniejszenia mocy zainstalowanej w przypadku wykonania modernizacji

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dyst.	Jakość wa Dyst.	Dyst. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
72,55	Dzien C12b	1104	80 095,20	0,2088	0,14110	-	4 411,6	0,00	119,23	1805,76	34 361,89	42 265,12
72,55	Noc C12b	2920	211 846,00	0,1887	0,14110	-	-	-	0,00	-	69 866,81	85 936,18
124,2	umowna	4 024	291 941,20	0,3499	0,330	-	2,96	-	0,08	2,28	104 228,70	128 201,30
124,2	124,2	0,0	291 941,20								104 228,70	128 201,30

Taryfa C12B	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	72,55	80 095,20	0,4290	34 361,89	42 265,12
Ilość h-taryfa nocna	2920	72,55	211 846,00	0,3298	69 866,81	85 936,18
Koszty konserwacji					61 710,00	75 903,30
SUMA	4024		291 941,20		165 938,70	204 104,60

Koszty energii w skali roku po modernizacji

Moc [kW]	Taryfa	Czas [h]	Energia [kWh]	Energia	Usł. Dyst.	Jakość wa Dyst.	Dyst. Stała	Handlowa	Opłata przejściowa	Abona-ment	Netto	Brutto
31,01	Dzien C12b	1104	34 235,04	0,2088	0,13650	-	1 633,9	0,00	44,16	1805,76	15 305,20	18 825,40
31,01	Noc C12b	2920	90 549,20	0,1887	0,10830	-	-	-	0,00	-	26 893,11	33 078,53
46	umowna	4 024	124 784,24	0,3453	0,297	-	2,96	-	0,08	2,28	42 198,31	51 903,92
46	124,2	0,0	124 784,24								42 198,31	51 903,92

Taryfa O12	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia + Dystrybucja PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1104	31,01	34235,04	0,4632	15 305,20	18 825,40
Ilość h-taryfa nocna	2920	31,01	90 549,20	0,3431	26 893,11	33 078,53
Koszty energii biernej	4024				0	0
Koszty konserwacji					53 514,00	65 822,22
SUMA	4024		124 784,24		95 712,31	117 726,14

Kalkulacja Efektu Ekologicznego

Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - MODERNIZACJA	Wyniki	UWAGI
1	Aktualne zużycie energii	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po modernizacji	176,72	w MWh
3	Roczna oszczędność energii	114,58	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	39,33%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	89,14	w Mg
Lp	EFEKT EKOLOGICZNY - REDUKCJA MOCY	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii bez redukcji mocy	176,72	w MWh
2	Zużycie energii z redukcją mocy	124,50	w MWh
3	Oszczędność	52,21	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	29,55%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	40,62	w Mg
Lp	POŁĄCZONY EFEKT EKOLOGICZNY (Tylko w przypadku równoczesnej modernizacji i montażu systemów redukcji mocy)	Wyniki	UWAGI
1	Zużycie energii początkowe	291,29	w MWh
2	Zużycie energii po realizacji zadania	124,50	w MWh
3	Oszczędność	166,79	w MWh
4	Wskaźnik oszczędności	57,26%	w stosunku do stanu aktualnego
5	Współczynnik Emisji	0,778	na podstawie NFOŚiGW
6	Oszczędność CO2	129,76	w Mg

Wskaźnik redukcji emisji

Rodzaj zanieczyszczenia	Wskaźniki emisji w kg/MWh	Roczne zużycie energii przed modernizacją w [MWh]	Emisja przed modernizacją [Mg]	Roczne zużycie energii po modernizacji [MWh]	Emisja po modernizacji [Mg]	Wielkość redukcji emisji	% redukcji emisji
CO2	778	291,30	226,63	124,50	96,86	129,77	57,26%
SO2	0,704	291,30	205,08	124,50	87,65	117,43	57,26%
NOx	0,653	291,30	190,22	124,50	81,30	108,92	57,26%
CO	0,285	291,30	83,02	124,50	35,48	47,54	57,26%
Pył całkowity	0,037	291,30	10,78	124,50	4,61	6,17	57,26%

Przed modernizacją moc pobierana (zainstalowana) wynosiła **72,55 kW** i nie podlegała redukcji w czasie całego okresu świecenia więc taką wartość należy przyjąć do obliczeń.

Do obliczeń przyjęto wartość wskaźnika emisji dwutlenku węgla równą **778 kg/MWh**

Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **291,30 MWh** co daje ok. **226,63 Mg CO₂** / rok

Ograniczenie emisji CO₂ wyniesie w omawianym wariancie ok. **57,26%** co pozwoli na redukcję emisji o **129,77 Mg** w skali roku.

Koszty modernizacji:

Lp.	Zadanie	Ilość	Cena jednostkowa	Wartość
1	Wartość opraw LED z montażem	991	846,26 zł	876 925,99 zł
2	Wymiana i montaż przewodu zasilającego oprawy i wysięgników	991	120,52 zł	119 435,32 zł
3	Demontaż i utylizacja opraw	634	110,18 zł	69 854,30 zł
	System sterowania i zarządzania oświetleniem	Kpl.		376 787,00 zł
	Sprawdzenie i pomiar 3-fazowego obwodu elektrycznego niskiego napięcia	991	40,49 zł	40 125,59 zł
	Badania i pomiary instalacji skuteczności zerowania	991	12,66 zł	12 546,06 zł
	Razem netto [PLN]			1 495 674,26 zł
	Razem brutto [PLN]			1 839 679,34 zł

Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	204104,60			
Emisja CO2 przed modernizacją		226,6		
Koszty po modernizacji	117726,14		86378,46	
Emisja CO2 po modernizacji		96,86		129,77
Koszt wykonania modernizacji	1839679,34			
Zwrot inwestycji w latach				21

6. OPIS WARIANTU WYBRANEGO DO REALIZACJI

Za **optymalny wariant** autor opracowania uznał **wariant I Producent III**, który jest kompromisem pomiędzy kosztami inwestycji, a jej wynikami w zakresie poprawienia efektywności energetycznej. Biorąc pod uwagę powyższe, sporządzono założenia do wariantu wybranego dostosowując go do możliwości budżetowych Gminy. Jak wskazują wyliczenia zawarte w niniejszym audycie wariant ten pozwala na znaczne obniżenie zużycia energii, a także kosztów konserwacji. Zastosowanie opraw najnowszej generacji w technologii LED pozwala uzyskać zdecydowaną poprawę jakości oświetlenia oraz pełną kontrolę nad wydatkami ze względu na nowoczesny system sterowania oświetleniem. Zestawienie wszystkich wariantów od każdego producenta pozwala nam stwierdzić, iż Wariant I realizowany na oprawach Producenta III, daje największe oszczędności przy relatywnie najniższych kosztach modernizacji. Wszystkie warianty uwzględniają zastosowanie nowoczesnych opraw LED z zasilaczami elektronicznymi o **cos fi > 0,98**. Wariant I Producenta III nie wymaga układów do kompensacji mocy biernej

6.1 Sprzęt oświetleniowy

- oprawy drogowe

Proponujemy spełniające zakładane wymagania:

W związku z tym do wykonania niniejszego zamówienia rekomendujemy oprawy oświetlenia ulicznego o parametrach technicznych, użytkowych i fotometrycznych nie gorszych niż opisane poniżej:

Oprawa oświetleniowa spełnia następujące wymagania:

1) Oprawa oświetleniowa

- a) musi posiadać znak CE
- b) musi posiadać certyfikat potwierdzający wykonanie jej zgodnie z normami europejskimi nadany przez niezależne laboratorium badawcze, posiadające akredytację na terenie Unii Europejskiej, np. certyfikat ENEC.
- c) przy ustawieniu 0° w stosunku do podłoża, nie może emitować światła w górną półprzestrzeń zgodnie z Rozporządzeniem Komisji Europejskiej nr 245/2009 z dnia 18 marca 2009 (DZ Urzędowy UE z dnia 24.03.2009r.)
- d) musi spełniać wymogi bezpieczeństwa fotobiologicznego lamp i systemów lampowych IEC 62471
- e) Musi umożliwiać zasilanie napięciem sieciowym oraz musi spełniać wymogi II klasy ochronności.
- f) musi zapewniać drogowy rozsył światła – zgodny z obliczeniami wzorcowymi
- g) Stopień szczelności oprawy nie może być mniejszy niż IP 66,
- h) Zakres temperatur pracy od -30° do +35°
- i) Ma być zabezpieczona przed przepięciami pochodzącymi z sieci zasilającej na poziomie 10kV/5kA

2) Korpus oprawy wykonany ma spełniać następujące wymagania

- a) ma być wykonany z ciśnieniowego odlewu aluminium stanowiącym jednocześnie radiator oprawy
- b) ma być pomalowana proszkowo w kolorze RAL 7035.
- c) źródło światła - panel LED ma być osłonięty płaską szybą ze szkła hartowanego o IK nie gorszym jak 08.

3) Zintegrowany z oprawą uchwyt montażowy musi umożliwiać

- a) montaż oprawy zarówno na wysięgniku jak i na słupie 48-60 mm
- b) regulację położenia oprawy na wysięgniku w zakresie -90° do +10° ze skokiem 5°
- c)

4) Oprawa ma być wyposażona w panel LED o następujących cechach:

- a) Temperatura barwowa- naturalna biel 4000K+/- 300K
- b) Co najmniej 100 000 h pracy do L70B10 (po upływie 100 000 godzin świecenia co najmniej 90% populacji opraw musi emitować strumień świetlny nie mniejszy 90% strumienia nominalnego oprawy)
- c) Każda dioda na panelu led musi być wyposażona w indywidualną soczewkę pozwalającą emitować światło równomiernie na całą oświetlaną przez oprawę powierzchnię
- d) Soczewki mają być wykonane z materiału o wysokiej przepuszczalności – PMMA lub PC odpornego na promieniowanie UV
- e) Deklarowany strumień świetlny oprawy ma być mierzony w temperaturze otoczenia oprawy nie mniejszej niż 25°C
- f) Panel LED musi umożliwiać jego wymianę bez wykonywania połączeń lutowanych

5) Oprawa ma być wyposażona w układ zasilający o następujących cechach:

- a) układ zasilający ma posiadać trwałość nie gorszą niż zasilany z niego panel LED.
- b) układ zasilający ma zabezpieczać źródło światła przed przepięciami o napięciu, co najmniej 6kV
- c) układ zasilający musi w obszarze pracy (zarówno przy 100% jak i planowanej redukcji) utrzymać cos fi większy od 0,93
- d) układ zasilający wyposażony w interfejs DALI

- e) *układ zasilający ma być wyposażony w zewnętrzny bezprzewodowy interfejs służący do połączenia oprawy (nawet w stanie beznapięciowym) z zewnętrznym komputerem w celu zmian parametrów oświetlenia oraz czynności serwisowych*

1) oprawy mają być wyposażone w sterowniki realizujące następujące funkcje:

- a) *Autonomiczny układ do redukcji strumienia oprawy (5 -stopniowy) w godzinach późnonocnych*

Poniżej zdjęcie proponowanej oprawy:



Dobrane w audycie urządzenia oprawy ze wskazaniem konkretnych typów lub producentów zostały przyjęte celem rzetelnego opracowania projektu umożliwiające jego jednoznaczne odczytanie (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego. Dz. U. z dnia 20 lipca 2003r.) Celem podania nazw producentów i typów nie jest wyeliminowanie konkurencji, lecz jednoznaczne określenie parametrów urządzeń. Aby potwierdzić, że oferowane oprawy oświetlenia ulicznego będą spełniać wymagania oświetleniowe zawarte w załączonych obliczeniach fotometrycznych i **będą zgodne z normą PN-EN 13201**, do oferty równoważnej zaleca się załączyć obliczenia fotometryczne dla proponowanych opraw wykonane dla wszystkich charakterystycznych odcinków dróg zgodnie z załączonymi przykładowymi obliczeniami. Obliczenia takie winny potwierdzać, że proponowane oprawy zapewniają nie gorsze parametry oświetleniowe niż te zaproponowane w audycie. Wyliczenia takie, aby były porównywalne, muszą zawierać wszystkie parametry, które zawierają obliczenia przykładowe, wykonane na podstawie tych samych danych, tj. szerokość drogi, wysokość zawieszenia oprawy, wysunięcie oprawy nad jezdnię, odstęp między oprawami, strumień źródła światła itd.

Aby móc stwierdzić, iż oprawy spełniają minimalne założenia fotometryczne należy udostępnić dane techniczne właściwości opraw – rozsyłu światła opraw oświetleniowych – całej bryły światłości w formie elektronicznej bazy danych (np. plików LDT) umożliwiających na ich podstawie dokonanie wyliczeń parametrów oświetleniowych drogi w ogólnie dostępnym programie komputerowym do wspomagania obliczeń (np. RELUX lub DIALUX).

7. Utrzymanie oraz zarządzanie powstałą w wyniku realizacji przedsięwzięcia infrastrukturą

Utrzymanie nowo powstałej infrastruktury opiera się przede wszystkim na zabezpieczeniu środków na utrzymanie systemu w corocznych uchwałach podejmowanych przez JST dotyczących zakupu energii elektrycznej i konserwacji (zgodnie z aktualnymi cenami).

Monitorowanie i zarządzanie prawidłowością pracy urządzeń opartych na systemie zdalnego starowania i zarządzania oświetleniem sprowadza się do analizy raportów o zdarzeniach występujących w sieci oświetlenia przekazywanych drogą mailową na stanowisko komputerowe osoby (wskazanego pracownika JST) odpowiedzialnej za obsługę systemu i reagowanie na wszelkie odstępstwa od wcześniej zaplanowanych parametrów pracy systemu. Inteligentne kontrolery sterujące systemem oświetleniowym rejestrują faktyczne interwencje serwisanta, prądy, napięcia, $\cos \varphi$, czas pracy systemu oraz wielkość zużytej energii. Łatwiej jest zdalnie diagnozować pracę systemu, a zlecone serwisantowi działania są monitorowane przez system komputerowy.

7.1 Procedury administracyjne niezbędne do przeprowadzenia inwestycji

Dokumenty dla Wariantu wybranego do realizacji

- Intencyjna Uchwała Rady w sprawie podjęcia zadania energooszczędnej inwestycji.
- Wykazanie się prawem do dysponowania nieruchomością na cele budowlane.
- Wystąpienie do ZE o wydanie warunków technicznych modernizacji, w przypadku woli korzystania z konstrukcji wsporczych ZE.
- Tam gdzie będzie to konieczne zawarcie Umowy z ZE o dzierżawę konstrukcji wsporczych w celu zainstalowania oświetlenia ulicznego.

8. WNIOSKI

Wnioski z inwentaryzacji oświetlenia

Przeprowadzona analiza pozwala na określenie zakresu modernizacji wraz z systemem sterowania. Modernizację należy bezwzględnie przeprowadzić na podstawie wymagań oświetleniowych, analizy funkcji komunikacyjno-urbanistycznej każdej ulicy oraz określenia głównych tras i szlaków przejazdów tranzytowych i lokalnych, zgodnej z aktualnie obowiązującą od 2004 roku normą oświetleniową 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.

Do modernizacji zakwalifikowano **634 oprawy**. Projekt fotometryczny został umieszczony w załączniku do modernizacji należy stosować wyłącznie oprawy z obudową aluminiową, o szczelności nie mniejszej niż - IP 66.

Świadczenie usługi konserwacji zmodernizowanego systemu oświetleniowego przez 5 letni okres obowiązywania rękojmi na wykonane roboty za kosztorysową cenę ofertową uzależnioną od ilości oprav objętych konserwacją zgodnie z poniższym opisem:

- 1) wymiana niesprawnych lub uszkodzonych elementów oprav ulicznych tj.: klosza, statecznika, kondensatora, zapłonika, źródła światła, (w ciągu 24 godz. od momentu zgłoszenia awarii)
- 2) wymiana elementów linii tj.: bezpieczników, zacisków (w ciągu 24 godz. od momentu zgłoszenia awarii)
- 3) czyszczenie kloszy oprav świetlnych z zewnątrz a w uzasadnionych wypadkach wewnątrz, (2 razy w okresie 5 lat).
- 4) przeglądy elementów sterujących oświetleniem lub ich wymiana, (raz w roku i w przypadku zgłoszenia awarii - w ciągu 24 godz. od jej zgłoszenia)
- 5) usuwanie zwarć w liniach oświetleniowych należących do zamawiającego i opravach, (w ciągu 24 godz. od momentu zgłoszenia awarii)
- 6) wykonanie pomiarów ochrony przeciwporażeniowej wraz z protokołami, (raz na 3 lata)
- 7) uzupełnianie i wymiana należących do zamawiającego oprav zniszczonych lub zdewastowanych.

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

Zastosować nowoczesne urządzenia redukcji mocy w godzinach mniejszego natężenia ruchu oraz najnowocześniejsze systemy sterowania i zarządzania oświetleniem.

Data sporządzenia opracowania : luty 2020

Sporządził:

GISMAX Adrian Jurek
05-840 Brwinów, ul. Leśna 25B
NIP: 5342532375, REGON: 365871120
tel. +48 798 729 859
biurogismax@gmail.com

WŁAŚCICIEL
[Signature]
Adrian Jurek