

AUDYT ENERGETYCZNY
OŚWIETLENIA ULICZNEGO



*Przygotowany dla
Gminy Bodzechów*



Opracowanie:

ECO ENERGY POLAND MARIUSZ STANIEK

Siedziba:

Ul. Górna 29B
43-400 CIESZYN

Biuro:

UL. HETMAŃSKA 44/215
15-727 Białystok

Tel: 33 444 73 23

E-mail: biuro@ecoenergypoland.pl

Michał Kupryciuk

Michał Halama

Cel Opracowania	4
Podstawy Opracowania	6
Charakterystyka projektu.....	6
Warunki społeczno-gospodarcze	6
Regulacje prawne dla oświetlenia ulicznego.....	7
Ocena jakości oświetlenia dróg oraz wskazanie kierunków działania w celu dostosowania do obowiązujących norm.....	8
Sposób wykonania inwentaryzacji	8
Analiza Stanu Aktualnego	8
Wnioski z inwentaryzacji opraw, słupów, wysięgników.....	16
Wnioski z inwentaryzacji szafek oświetleniowych	18
Wnioski z inwentaryzacji punktów rozliczania energii.....	24
Zgodność oświetlenia z normami.....	24
Szczegółowa analiza wyników pomiarów oświetlenia, dróg i ulic w odniesieniu do wykonanych obliczeń fotometrycznych metodą komputerową.....	24
Analiza typów oraz modeli opraw na terenie Gminy Bodzechów	26
Analiza prawidłowości działania układów sterowania oświetleniem ulicznym	28
Analiza techniczno-technologiczna.....	29
Soda wysokoprężna	30
Źródła LED.....	31
Parametry techniczne wymagane dla nowych opraw oświetleniowych	32
Zjawisko Light Pollution.....	32
Parametry techniczne jakie powinien spełniać system sterowania.	33
Mocne strony systemu sterowania.....	35
Słabe strony systemu sterowania	35
Analiza modernizacji oświetlenia dla trzech wariantów	36
WARIANT I	36
WARIANT II	38
WARIANT III.....	40
Analiza zmniejszenia emisji CO2 wraz z analizą kosztów przed i po modernizacji	42
Wnioski.....	45

Cel Opracowania

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. Niniejszy Raport dotyczy zakresu zatytułowanego:

„Inwentaryzacja i audyt oświetlenia ulicznego na terenie gminy Bodzechów”

Celem Analizy Studialnej jest przebadanie systemu i określenie sposobów zmniejszenia kosztów eksploatacji oraz wskazanie zasadności (lub - braku zasadności) podjęcia inwestycji usprawniającej system odbiorników energii, jak również efektywnego sposobu jej realizacji. Zidentyfikowanych zostało, przez autorów opracowania, osiem celów Projektu, określonego w tytule opracowania. Niniejsza Analiza jest opracowywana na etapie, kiedy: nie istnieje jeszcze projekt techniczny, szczegółowy kosztorys, ani pełny program funkcjonalno-użytkowy dotyczący całości ewentualnej inwestycji. Istnieje jedynie ogólnie zarysowana potrzeba ograniczenia kosztów energii ogółem, kosztów eksploatacji oświetlenia ulicznego i drogowego oraz wstępne założenia sformułowane przez Zlecającego. Zlecający upatruje główne możliwości w ograniczeniu kosztów utrzymania oświetlenia oraz energii w uzyskaniu bardziej atrakcyjnych warunków dostawy energii w wyniku przeprowadzenia przetargu publicznego. 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.

Analizowana jest też, koncepcja kompleksowej modernizacji całości systemu sterowania oświetleniem oraz modernizacji zasilania energią elektryczną, w celu osiągnięcia zgodności z aktualnie obowiązującą ustawą o efektywności energetycznej .

Autorzy Analizy Studialnej musieli wobec tego przyjąć pewne założenia dotyczące ewentualnej inwestycji w jeden spójny program funkcjonalno-użytkowy i następnie rekomendować je Zamawiającemu. Opracowywanie Analizy na tym etapie pozwala przeprowadzić skomplikowaną inwestycję, w sprawny sposób, w stosunkowo krótkim czasie, przy znacznym ograniczeniu kosztów w porównaniu ze sposobem realizacji inwestycji częściami. Pozwala to znacząco zredukować koszty przeprowadzenia systemu.



Celem niniejszego opracowania w szczególności jest:

1. Zdiagnozowanie stanu, w jakim znajduje się system odbiorników energii, jak również oświetleniowy, przebudowywany, rozbudowywany i modernizowany częściowo z zastosowaniem różnych rozwiązań technicznych;
2. Zbadanie możliwości ograniczenia kosztów eksploatacji systemu oświetleniowego, w tym korzyści uzyskanych poprzez zmianę dostawcy energii elektrycznej ;
3. Zbadanie zgodności oświetlenia drogowego z Polską Normą przenoszącą normę europejską PN-EN 13201;
4. Potwierdzenie lub zakwestionowanie społeczno-gospodarczej sensu realizacji projektu według koncepcyjnych założeń Zamawiającego (a więc — odpowiedź na pytanie: czy taki projekt jest sensowny i potrzebny?);
5. Potwierdzenie lub zakwestionowanie instytucjonalnych, prawnych, technologicznych i ekonomicznych założeń koncepcyjnych Zamawiającego (a więc — odpowiedź na pytanie: czy taki projekt jest możliwy do zrealizowania?);
6. Przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do:
 - Zorganizowania systemu kontrolingu finansowego kosztów utrzymania oświetlenia,
 - Zorganizowania systemu zarządzania infrastrukturą odbiorników energii,
 - Wyboru optymalnego rozwiązania technicznego, podnoszącego znacząco sprawność systemu,
 - Warunków zamawiania projektów technicznych i wykonawstwa,
 - Sposobu uwzględnienia w projekcie technicznym i wykonawstwie specyficznych -wymogów dotyczących sposobów organizowania efektywnego oświetlania dróg, ulic oraz obiektów kubaturowych,
 - Analizy możliwych sposobów finansowania inwestycji.
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. Przekazanie Zamawiającemu informacji o możliwości skorzystania z Pomocy Publicznej.



Podstawy Opracowania

Charakterystyka projektu

Audyty sporządzone zostały zgodnie z metodyką określoną w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

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

Zgodnie z Art. 30. Ustawy z dnia 29 stycznia 2004 r. Prawo zamówień publicznych (Dz.U.2015.2164 t.j. z dnia 2015.12.22) „Zamawiający opisuje przedmiot zamówienia za pomocą cech technicznych i jakościowych, z zachowaniem Polskich Norm przenoszących normy europejskie lub norm innych państw członkowskich Europejskiego Obszaru Gospodarczego przenoszących te normy.”

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

Warunki społeczno-gospodarcze

Warunki społeczno-gospodarcze i szlaki komunikacyjne w Gminie Bodzechów.

Bodzechów jest gminą o powierzchni 122,3 km² położoną w województwie świętokrzyskim. Gminę zamieszkuje w 27 sołectwach ponad 13 tysięcy mieszkańców, a największe powierzchniowo sołectwa to Sudół i Bodzechów.

Gmina ma dobre połączenie komunikacyjne z innymi ośrodkami jak Skarżysko-Kamienna, Sandomierz, Ożarów. Najważniejsze arterie komunikacyjne przebiegające przez teren gminy stanowią:

- droga krajowa Nr 9 Radom - Rzeszów
- droga wojewódzka Nr 751 Suchedniów - Ostrowiec
- droga wojewódzka Nr 755 Ostrowiec - Zawichost
- droga wojewódzka Nr 754 Ostrowiec - Bałtów

Regulacje prawne dla oświetlenia ulicznego

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

Ustawy:

- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U.2016 poz. 1440, tekst jednolity z dnia 2016.09.09)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U.2016 poz. 290, tekst jednolity z dnia 2016.03.08)
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r.- Prawo zamówień publicznych (Dz. U.2015 poz. 2164, tekst jednolity z dnia 2015.12.22)

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.2016 poz. 124, tekst jednolity, z dnia 2016.01.29)
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie. (Dz.U.2000.63.753 z dnia 2000.08.03)

Normy:

- PN-EN 13201- 2, 3 i 4 Oświetlenie Dróg
- CEN/TR 13201-1:2014-ROAD
- CIE 115:2010Light of Road for Motor and Pedestrian Traffic.
- CIE 13201-1:2014 – Road lighting-PART 1: Guideline on selection of lighting classes

Analiza normy 13201-1:2014 na bazie opracowania Pani Małgorzaty Górczewskiej z Politechniki Poznańskiej - Zasady doboru klas oświetlenia drogowego.

Obecnie obowiązująca norma PN-EN 13201 – Oświetlenie dróg, stanowiąca podstawę projektowania i oceny oświetlenia drogowego, została opracowana 10 lat temu, w wyniku czego nie uwzględnia ona dynamicznie rozwijającego się rynku oświetleniowego oraz zmiany technologii z jaką mamy na chwile obecną do czynienia. W wyniku tego podjęto prace nad aktualizacją normy oświetleniowej do wykorzystywanych technologii. Normy dotyczące oświetlenia drogowego są w stadium prac końcowych, namacalne efekty są już widoczne. W grudniu 2014 roku opublikowano Raport Techniczny [2] zastępujący wersję z 2004 roku: CEN/TR 13201-1:2014-Road lighting-Part 1: Guideline on selection of lighting classes. Raport ten w praktyce nowelizuje, omawia pierwszą część normy, przedstawia propozycje doboru klas oświetleniowych. Raport jednak nie określa ani zaleceń odnośnie konieczności stosowania oświetlenia ani odnośnie sposobów realizacji oświetlenia drogowego na danym obszarze. Raport ten z całą pewnością daje większą elastyczność w wyznaczaniu zalecanych poziomów oświetlenia w różnych strefach ruchu.

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

Sposób wykonania inwentaryzacji

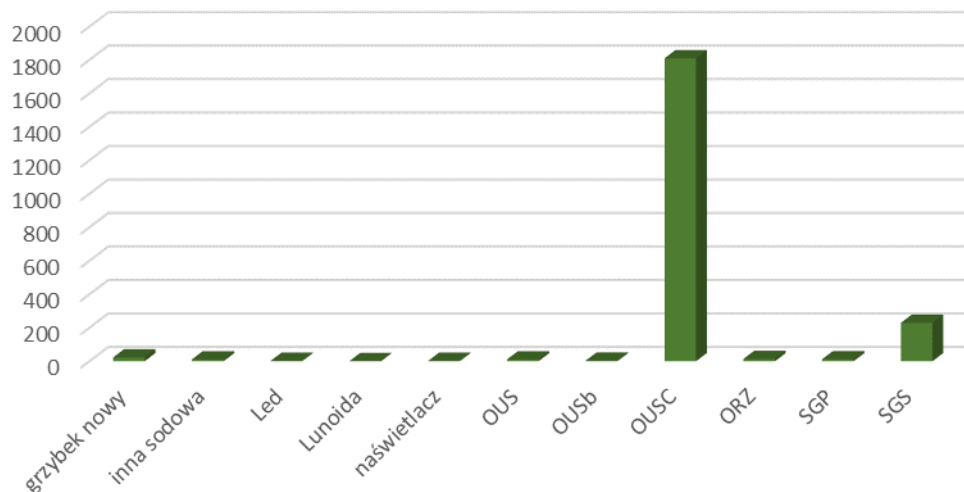
Stan aktualny został określony na podstawie wizji lokalnych. Na podkłady mapowe metodą geoinformatyczną zostały zinwentaryzowane punkty oświetlenia ulicznego wraz z szafkami oświetleniowymi oraz obwodami zasilającymi, stacjami transformatorowymi. Opracowaniu podlegał cały teren Gminy Bodzechów. Podczas prac terenowych zinwentaryzowano 2122 punkty świetlne na 2087 konstrukcjach wsporczych. Wszystkie konstrukcje wsporcze jak i oprawy podlegały ocenie w sposób oględzin wizualnych. Pełne zestawienie wyników znajduje się w tabelarycznym zestawieniu z podziałem na atrybuty. Wynik zostały również przedstawione na podkładzie mapowym z określonymi współrzędnymi GPS.

Analiza Stanu Aktualnego

Na terenie miasta zainstalowane są oprawy których właścicielem w większości jest Gmina. Zgodnie ze sporządzoną inwentaryzacją oświetlenie obejmuje:

Oprawa \ Moc	50W	70W	100W	125W	150W	250W	łącznie
grzybek nowy		23					23
inna sodowa			6		5		11
Led	3						3
Lunoida			1				1
naświetlacz						3	3
OUS		8	2		1		11
OUSb		3	1				4
OUSC		785	817		208		1810
ORZ				5		9	14
SGP		5	7				12
SGS		15	11		204		230
łącznie	3	839	845	5	418	12	2122

Wykres obrazujący ilościowe zestawienie istniejących opraw na terenie gminy



Procentowy udział źródeł światła w całości opraw przedstawia poniższe zestawienie:

Źródło	Sodowe	Metalohalogenkowe	Rtęciowe	Ledowe
Ilość	2102	3	14	3
%	99,06%	0,14%	0,66%	0,14%

Głównym typem źródła światła występującym na terenie miasta jest źródło sodowe. Nieefektywne źródła rtęciowe stanowią niewielki procent całości, zaś nowoczesne źródła oparte na diodach led wykorzystywane są tylko w 3 sztukach. Oprawy Metalohalogenkowe zastosowane są tylko w 3 oprawach, przy zastosowaniu jako naświetlacz.

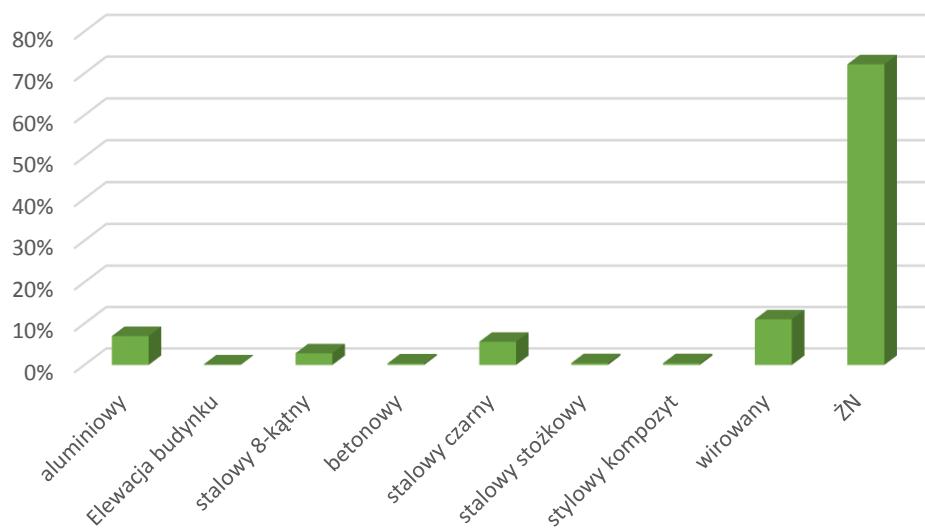
Mankamentem wielu opraw oświetleniowych, jest jednak zabrudzenie kloszy oraz odbłyśników. W szczególności dotyczy to opraw typu OUS. Powoduje, to utratę znacznej części strumienia świetlnego co w efekcie końcowym sprawia iż obowiązująca norma oświetleniowa nie jest spełniona.

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

Zinwentaryzowano również istniejące konstrukcje wsporcze, a ich zestawienie przedstawia poniższa tabela.

Rodzaj	Ilość
aluminiowy	146
Elewacja budynku	3
stalowy 8-kątny	59
betonowy	8
stalowy czarny	117
stalowy stożkowy	9
styłowy kompozyt	9
wirowany	230
ŻN	1506
łącznie	2087

Wykres przedstawiający procentowy udział danego typu słupa na terenie gminy.



Wszystkie słupy podłączone są do sieci oświetleniowej, z czego 1735 konstrukcji podłączono linią napowietrzną, a 352 kablowo. Dominującym typem konstrukcji wsporczej jest słup typu ŻN, główny rodzaj dla sieci napowietrznej. Dla sieci kablowej zastosowano słupy aluminiowe i stalowe.

Poniższa tabela przedstawia zestawienie ilości słupów za względu na konkretny typ linii napowietrznej oraz kablowej.

Typ lini	Ilość
2*AL	8
4*AL+AsXSn 2*25	52
5*AL	1201
AsXSn 2*25	33
AsXSn 4*50+2*25	230
AsXSn 4*50+25mm ²	211
YKY/YAKY (kablowo)	352
łącznie	2087

Pełna lista zinwentaryzowanych słupów znajduje się w zestawieniu dołączonym do Audytu. Wyznaczono podział na podstawie istniejących szafek sterowania oświetlenia ulicznego. Istniejące lokalizacje poszczególnych punktów sterujących, oraz przypisana do nich liczba punktów świetlnych nie wymaga głębszej optymalizacji. Na terenie Gminy szafki oświetleniowe montowane są głównie przy stacji transformatorowej. Ewentualna próba połączenie sąsiednich obwodów oświetlenia ulicznego wiązać się z sprzeciwem zakładu energetycznego, co wynika z polityki dostawcy energii.

Dodatkowo, mając na uwadze towarzyszące działania na rzecz redukcji emisji CO₂, na dołączonym załączniku graficznym zaznaczono wstępną propozycję lokalizacji stacji ładowania pojazdów elektrycznych. Gmina Bodzechów może skorzystać z propozycji przy realizacji wymogów Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/94/UE z dnia 22 października 2014 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych.

Na kolejnych stronach przedstawiamy fotografie obrazujące charakterystyczne cechy oświetlenia Gminy Bodzechów wykonane podczas inwentaryzacji opraw oświetleniowych.



Przykład rozstawienia kablowej sieci oświetlenia (Chmielów)
ECO ENERGY POLAND Mariusz Staniek Cieszyn 43-400 ul. Górna 29B
Tel. 33 444 73 23 Tel. kom. 663 285 231



Przykład oświetlenia drogi linią napowietrzną (Szewna)



Przykład słupa z oprawą na nowo wybudowanej linii kablowej oświetlenia ulicznego (Świrna)



Przykład napowietrznej linii oświetlenia na sieci skojarzonej zakładu energetycznego.

Wnioski z inwentaryzacji opraw, słupów, wysięgników

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji stwierdzono, iż na terenie Gminy Bodzechów znajduje się 2122 punkty świetlne stanowiących w większości element majątku Gminy. Dane zebrane w trakcie inwentaryzacji dostępne są w formie bazy danych w formacie Excel.

Poniższa tabela przedstawia strukturę oceny stanu opraw i przejrzystości klosza

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

Poniższa tabela przedstawia strukturę oceny jakości słupów oraz wysięgników oświetleniowych

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

Poniższa tabela przedstawia strukturę oceny stanu technicznego słupów

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

Inwentaryzacja wykazała iż ogólny stan opraw zastosowanych na terenie Gminy jest przeciętny, oraz w kilku elementach należałoby wykonać niezbędne inwestycje, które znacznie poprawią istniejący stan. W pierwszym etapie należało by wymienić oświetlenie rtęciowe które jest najbardziej energochłonne. Oświetlenie sodowe zastosowane na terenie gminy również wymaga w znacznej części modernizacji. Część oświetlenia na terenie Gminy znajduje się na sieci skojarzonej, co utrudnia prace konserwacyjne, dlatego też na etapie modernizacji należy zwrócić szczególną uwagę na okresy gwarancyjne poszczególnych produktów, co w efekcie końcowym rozwiąże problem konserwacji z punktu technicznego jak i zarazem pozwoli ograniczyć nakłady finansowe w tym zakresie.

Stan słupów oświetleniowych w Gminie Bodzechów zależy od typu linii oświetlenia. Dla napowietrznej sieci skojarzonej słupy należące do zakładu energetycznego wykazują cechy zaniedbania lub zniszczenia. Regularne czynności konserwacyjne są w stanie znacząco wydłużyć żywotność infrastruktury technicznej. Wysięgniki wykorzystywane na sieci skojarzonej podlegają obowiązkowej wymianie, powodem jest stan techniczny jak również dostosowanie montażu nowych opraw w celu osiągnięcia jak najlepszego efektu ekologicznego. Największe wątpliwości budzą słupy typu ŻN, w których widoczny jest zaawansowany proces kruszenia się.

W kablowych sieciach oświetlenia ulicznego zastosowano głównie słupy aluminiowe, lub stalowe. Ich stan należy ocenić jako dobry na bazie oględzin wizualnych, jednakże na niewielkiej części z nich zauważalna jest korozja na styku gruntu ze słupem takowa penetracja doprowadza do znacznego osłabienia konstrukcji nośnej słupa. Niestety na bazie oględzin wizualnych nie byliśmy w stanie wskazać słupów gdzie to zjawisko postępuje w stopniu znacznym. W celu jednoznacznej weryfikacji tego parametru słupy należy poddać testom obciążeniowym. Znaczna część wysięgników ulega postępującej korozji.

Na większości urządzeń oświetleniowych brak jest jakichkolwiek oznaczeń, które pozwoliły by jednoznacznie stwierdzić stan własnościowy istniejącej infrastruktury oraz kierunku zasilania.

Wykaz słupów pod względem oceny ich stanu.

Rodzaj \ Stan	2	3	4	5	łącznie
alumiowy			8	138	146
Elewacja budynku		3			3
stalowy 8-kątny				59	59
betonowy		8			8
stalowy czarny		106	11		117
stalowy stożkowy				9	9
styłowy kompozyt				9	9
wirowany		4	3	223	230
ŻN	1	1408	55	42	1506
łącznie	1	1529	77	480	2087

Wnioski z inwentaryzacji szafek oświetleniowych

Szafki dzielimy na SOK – SZAFKA OŚWIETLENIOWA LINI KABLOWEJ (UMIEJSCOWIONA NA GRUNCIE) SON – SZAFKI OSWIETLENIA LINI NAPOWIETRZNEJ (UMIESZCZONA NA SŁUPIE). Stan techniczny można określić jako przeciętny. Szafki których obudowa jest wykonana z metalu należałoby wymienić na wykonane z tworzywa sztucznego. Nie wszystkie szafki znajdują się na terenie miejskim, przez co, gdy jednocześnie działki te zostają odgródzone płotem, dostęp do szafek bywa utrudniony. Część punktów pomiarowych znajduje się wewnątrz stacji transformatorowych, należałoby je wynieść poza stację. Pełna lista szafek do modernizacji i wyniesienia znajduje się w dołączonym zestawieniu punktów sterowania.

Obwody oświetleniowe w zmodernizowanych szafkach przeważnie są opisane poprawnie. Podczas inwentaryzacji urządzeń oraz dokonywania pomiarów określaliśmy numer licznika. Sukcesywnie należy budować bazę danych skrzynek sterujących według poniższej topologii

Lp.	Atrybut	Parametry atrybutu	Typ zmiennej
1	ID	Niepowtarzalny numer skrzynki sterującej	Numeryczny
2	Nr_Obwodu	Numer Umowy o dostawę energii elektrycznej	Tekst
3	Opis	Nazwa obwodów, ulic zasilanych z skrzynki,	Tekst
4	Linia	Kablowa, Napowietrzna	Menu
5	Typ	Rodzaj skrzynki (napowietrzna SON,SOK, zabudowana w stacji)	Menu



7	Lopraw	Całkowita liczba oprav w obwodzie	Numeryczny
8	Moc_Rzec_Opraw	Całkowita moc rzeczywista oprav	Numeryczny
9	Moc_Umowna	Moc umowna skrzynki	Numeryczny
10	I	Wartość zabezpieczeń przed licznikowych	Tekst
11	U	Napięcie znamionowe	Tekst
12	Fazy	Ilość faz	Tekst
13	Własciciel	Właściciel punktu sterowania: Gmina, ZE	Tekst
14	Trafo	Numer transformatora, nazwa, lokalizacja	Tekst

Baczej uwagi wymaga jednakże system sterowania poszczególnymi punktami sterowania, ta kwestia wymaga modernizacji i ujednolicenia. Na terenie Gminy do sterowania oświetleniem ulicznym wykorzystywane są zegary astronomiczne firmy Rabbit CPA (głównie wersje 3.1 oraz kilka 4.1) , jak również firmy F&F Pabianice model PCZ-525.2. W sześciu przypadkach zastosowano sterowanie zmierzchowe. Szafki oświetleniowe sterowane zegarami w wersji niższej niż 4.0 oraz czujnikami zmierzchowymi należy zmodernizować.

Pozostałe układy sterowania to zegary astronomiczne niewymagające modernizacji.

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



Przykład kablowej szafki oświetleniowej SOK (Bodzechów stadion)



Przykład skorodowanej stacji transformatorowej z szafką zakwalifikowaną do wyniesienia
(Kosowice 4)



Przykład wyniesionej szafki oświetleniowej ze stacji trafo (Szewna Dolna 3)



Przykład stacji transformatorowej budynkowej (Szewna hydrofornia)



Przykład skorodowanej metalowej szafki oświetleniowej (Mirkowice Gromadzice 3)

Wnioski z inwentaryzacji punktów rozliczania energii

Przeprowadzona inwentaryzacja wykazała, iż wszystkie układy pomiarowe są układami pomiarowymi bezpośrednimi, nie ma, więc konieczności dostosowywania ich do wymogów prawnych związanych z uwolnieniem rynku energii. Odczytów zapisów z liczników dokonuje zakład energetyczny PGE Obrót S.A.

Każdy licznik zinwentaryzowany w terenie posiada zdjęcie z geolokalizacją dzięki której można zweryfikować jego położenie.

Zgodność oświetlenia z normami

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

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

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

W ramach analizy pomiarów oraz zgodności ze standardami przyjęto rozwiązanie polegające na dokonywaniu obliczeń fotometrycznych w programie DiaLUX. W ramach infrastruktury przewidzianej do modernizacji, wyszczególniono 38 wariantów oświetleniowych z podziałem na oświetlenie uliczne oraz oświetlenie zewnętrzne. Warianty dla oświetlenia ulicznego zakładają dobór opraw umożliwiających spełnienie normy oświetleniowej, warianty dla oświetlenia zewnętrznego nie wymagają spełnienia normy oświetleniowej. Poszczególne warianty przyporządkowano do ciągów oświetleniowych wskazując tym samym możliwość spełnienia normy oświetleniowej po przeprowadzonej modernizacji.

Wyniki obliczeń fotometrycznych wskazują, iż celem osiągnięcia parametrów luminacji wymaganych przez normę oświetleniową, nie jest konieczna zmiana rozmieszczenia punktów świetlnych (odległości od krawędzi drogi, czy odległości między punktami świetlnymi). Dokonane obliczenia fotometryczne opierają się o dane oficjalnie udostępnione przez producentów opraw. Zastrzeżenia i zapytania dotyczące parametrów opraw (w szczególności strumienia świetlnego, czy mocy oprawy) należy kierować

bezpośrednio do producentów, bądź dystrybutorów opraw odpowiadających za udostępnione dane. Równocześnie należy zaznaczyć, iż przedstawione dane mają charakter jedynie poglądowy i nie oznaczają automatycznej rekomendacji określonego typu opraw. Stanowią one jedynie wyznacznik pozwalający na dobór mocy opraw oraz sformułowanie wytycznych technicznych w zakresie specyfikacji technicznych. Nie istnieje, bowiem „modelowa oprawa”, dla której dokonywano by wszystkich obliczeń, jedyną możliwością przeprowadzenia analiz fotometrycznych jest zastosowanie konkretnych typów opraw proponowanych przez producentów, z których to wariantów należy wybrać ten, który pozwoli na zastosowanie rozwiązań o najkorzystniejszych parametrach, ale z drugiej umożliwi w ramach postępowania przetargowego start jak największej grupy podmiotów, dzięki czemu możliwe będzie obniżenie kosztów inwestycji w drodze konkurencji cenowej.

Ostatecznie należy, zatem stwierdzić, iż przyjęte na bazie pomiarów rozwiązania powinny spełniać normę oraz standardy oświetleniowe. Dla każdego z przewidzianych rozwiązań dopuszczalne jest zastosowanie opraw o mniejszej mocy, lub opraw o tej samej mocy, ale większej luminacji. W żadnym z wariantów nie jest dopuszczalne zastosowanie opraw o większej mocy, parametr ten jest o tyle istotny, że cała modernizacja ma przynieść założone oszczędności energii a co z tym jest związane redukcję, CO₂. Warunkiem koniecznym jest spełnienie obowiązujących norm w momencie modernizacji infrastruktury oświetleniowej.



Analiza typów oraz modeli opraw na terenie Gminy Bodzechów

Oprawa	łącznie Istniejące	Oprawy Do wymiany
grzybek nowy	23	0
inna sodowa	11	11
Led	3	3
Lunoida	1	1
naświetlacz	3	0
OUS	11	11
OUSb	4	4
OUSC	1810	1810
ORZ	14	14
SGP	12	12
SGS	230	19
łącznie	2122	1885

W celu ujednolicenia typów opraw w ciągu drogi a przez to ułatwienia w konserwacji a także sterowaniu w zestawieniu przewidziano także wymianę istniejących opraw wykonanych w technologii LED. Oprawy te po demontażu można wykorzystać do doświetlenia np. uliczek osiedlowych lub parkingów.

Propozycję wymiany opraw, według trzech wariantów, przedstawiono w dalszej części audytu. W każdej propozycji (wariancie) wzięto pod uwagę wymianę całej oprawy. Wymiana jedynie źródła światła nie spełnia standardów prawidłowej modernizacji oświetlenia ulicznego. Ze względu na pozostawienie starej obudowy, nie ma możliwości zapewnienie trwałości modernizacji. Wymiana jedynie źródeł uniemożliwia dokonanie analizy rozsyłu światła, oraz wygenerowanie bryły fotometrycznej. Pozbawia to możliwości oświetlenia drogi zgodnie z normą.

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

OPRAWA	TYP
	<p>TYP: LUNOIDA</p> <p>Producent: Rosa Lata produkcji: obecnie Modele: S-7-, S-100, S-150, S-250, S-400 Źródło Światła wysokoprężna lampa sodowa Moc: 70W, 100W, 150W, 250W, 400W Ilość źródeł światła: 1 Rodzaj: zamknięta Zastosowanie drogi, ulice, autostrady, parkingi, osiedla mieszkaniowe, tereny przemysłowe</p>
	<p>TYP: OPA-1</p> <p>Producent: Rosa Lata produkcji: obecnie Modele: brak danych Źródło sodowa i metalohalogenkowa Moc: 70w Ilość źródeł światła: 1 Rodzaj: Zamknięta Zastosowanie drogi, ulice, tereny otwarte</p>
	<p>TYP: Leda</p> <p>Producent: Elgo Modele: OUSE, OUSc, OUSE/t, OUSc/t, OUSE/S, OUSc/S, OUShe, OUShc Źródło Światła wysokoprężna lampa rtęciowa, wysokoprężna lampa sodowa Moc: 80W, 125W (R), 50W, 70W, 100W, 150W (S) Ilość źródeł światła: 1 Rodzaj: zamknięta Zastosowanie drogi, ulice, parkingi, place, tereny otwarte PDF: brak</p>

	<p>TYP: SGS</p> <p>Producent: Philips Lata produkcji: 1995-2007 Modele: HGS101 SGS101, HGS102, SGS102 Źródło Światła wysokoprężna lampa rtęciowa, wysokoprężna lampa sodowa Moc: HGS101: 80W, 125W HGS102: 250W [R], SGS101: 50W, 70W, SGS102: 100W, 150W, 250W [S] Ilość źródeł światła: 1 Rodzaj: zamknięta Zastosowanie drogi, ulice, autostrady, parkingi, osiedla mieszkaniowe, tereny przemysłowe</p>
	<p>TYP: OUR-125</p> <p>Producent: Mesko Lata produkcji: 70-te Modele: brak danych Źródło Światła wysokoprężna lampa rtęciowa Moc: 125W Ilość źródeł światła: 1 Rodzaj: zamknięta Zastosowanie ulice, place, parki, skwery, ciągi piesz</p>

Analiza prawidłowości działania układów sterowania oświetleniem ulicznym

Na inwentaryzowanym obszarze w znacznej większości stosowane są zegary astronomiczne. Do sterowania oświetleniem tylko w 6 punktach zapalania stosuje się czujki zmierzchowe. Wobec tego należy poddać je modernizacji w celu dostosowania do stosujących standardów. Należy też bezzwłocznie wymienić jeden punkt pomiarowy w miejscowości Jędrzejowice (Jędrzejowice-sklep) , ponieważ istniejąca lokalizacja szafki utrudnia obsługę i konserwację.

Zastosowanie autonomicznego systemu sterowania oświetleniem ulicznym wyklucza potrzebę modernizacji układów zapalania.

Taryfy sprzedażowe oraz dystrybucyjne są dobrane poprawnie. Wykorzystywana jest w większości liczników taryfa C12b charakteryzująca się tańszą energią w godzinach 22-6. W 9 przypadkach zastosowano taryfę C11, która charakteryzuje się stałymi stawkami w ciągu doby. Zakład energetyczny pobiera opłaty za emisję energii biernej pojemnościowej. W przypadku zastosowania opraw oświetleniowych typu Led emisja energii biernej ulega zwiększeniu w stosunku do stosowanych opraw sodowych. W przypadku spotęgowaniu problemu emisji energii biernej po modernizacji należy zmienić taryfę na C11o, w której zakład energetyczny ustawowo nie jest upoważniony do poboru opłat z tego tytułu. W sytuacji w której koszty emisji energii biernej pojemnościowej będą znacząco niewielkie w stosunku do całkowitych kosztów oświetlenia zaleca się zastosować taryfę C12b. Nie stwierdzono aktualnego niedopasowania mocy umownej do taryf.

W momencie przeprowadzania modernizacji oświetlenia ulicznego należy dokonać weryfikacji mocy umownej w stosunku do realnego zapotrzebowania, zwracając uwagę czy zamówiona moc umowna jest odpowiednio dobrana w stosunku do ilości oraz rodzaju lamp oświetleniowych w danym obwodzie.

Analiza techniczno-technologiczna

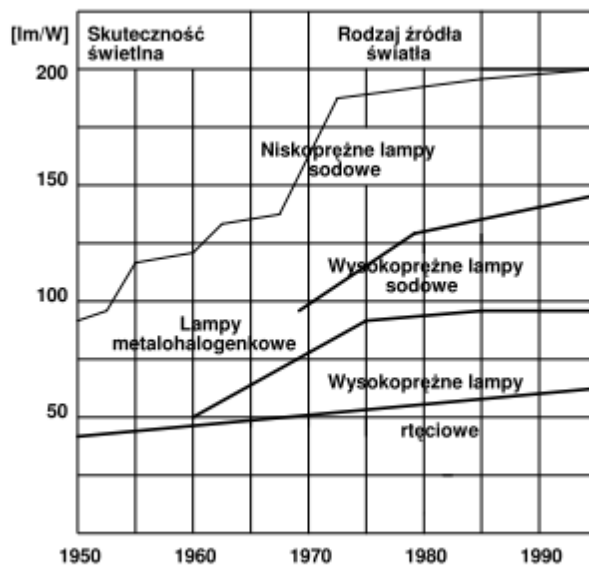
Źródła światła

Zgodnie z raportem Departamentu Energetyki Ministerstwa Gospodarki pn. „Analizy i ekspertyzy dotyczące źródeł światła”, oświetlenie drogowe i uliczne w Polsce.

Autorzy opracowania wskazują na zbliżający się zmierzch tradycyjnych źródeł świetlnych i pojawiającą się świadomość w zakresie korzyści płynących ze źródeł Lendowych.

Na tej podstawie roboczo można wyróżnić klasyczne źródła światła (źródła rtęciowe, sodowe, świetlówki), oraz źródła nowej generacji (LED, OLED)

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



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

Soda wysokoprężna



Źródło sodowe wysokoprężne przedstawione jest na rysunku zamieszczonym obok. Promieniowanie świetlne emitowane jest z zachodzącego w jarzniku wyładowania w parach sodu pod wysokim ciśnieniem rzędu 104 Pa.

Jarznik jest umieszczony w szklanej, zamkniętej bańce, w której panuje próżnia. W lampach wyższych mocy bańka wykonana jest z tzw. szkła twardego typu wolframowo – borowo – krzemowego, a w lampach niższych mocy z tzw. szkła miękkiego typu sodowo – wapniowego. Może ona być przezroczysta lub pokryta warstwą rozpraszającą światło. Jako pokrycie rozpraszające używana jest na ogół krzemionka nanoszona na szkło metodą elektrostatyczną? Żarówka sodowa wyposażona jest w metalowy,

gwintowany trzonek.

Do zamocowania jarznika wewnątrz banki szklanej służy konstrukcja wsporcza.

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

Rodzaj źródła światła

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

Lampy sodowe wysokoprężne charakteryzują się następującymi cechami:

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

Źródła LED

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

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

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

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

Parametry techniczne wymagane dla nowych opraw oświetleniowych

Nowe oprawy muszą się bezwzględnie charakteryzować następującymi parametrami. Szczegółowo parametry techniczne jak i warianty oświetleniowe określa PFU.

- stopień ochrony IP66 dla części optycznej i elektrycznej
 - klasa izolacji: II
 - źródło światła to w pełni wymienialny w warunkach polowych (demontaż na słupie) panel LED ze zintegrowanym radiatorem i hartowaną szybą.
 - materiał formowane wysokociśnieniowo aluminium polakierowane proszkowo
 - montaż na wysięgniku z możliwą 5 stopniową regulacją od 0° do -20°
 - bez narzędziowy dostęp do komory elektrycznej
 - zasilacz umożliwiający komunikację DALI lub 1-10V
 - reduktor mocy BI-POWER z trzystopniową regulacją mocy i możliwym ponownym przeprogramowaniem,
 - zasilacz z funkcją utrzymywania stałego strumienia w czasie – CLO (constant lumen output)
 - temperatura barwowa: 4000K – 4100K
 - efektywność świetlna rozumiana, jako całkowity strumień wychodzący z oprawy po wszystkich stratach (elektrycznych, optycznych i cieplnych) do mocy pobieranej nie gorszy niż 110 lm/W
 - żywotność na poziomie 100 000 godzin L90 (10 % spadek strumienia po tym czasie)
 - deklaracja CE oraz certyfikat ENEC
 - 10 letnią gwarancją producenta (przeniesioną cesją na inwestora)
 - Fotometria oprawy. Powinna być taka, aby na już istniejących konstrukcjach wsporczych można było osiągnąć spełnienie normy oświetleniowej PN-EN 13201, dla poszczególnych wariantów oświetleniowych określonych w PFU przy założeniu, iż moc rzeczywista oprawy zaproponowanego rozwiązania nie może przekraczać mocy zaproponowanej w danym wariantcie przy zachowaniu parametru iluminacji.
- Oprawę uznaje się za równoważną, w rozumieniu art. 27 Ustawy Prawo zamówień publicznych, po spełnieniu kryteriów jak powyżej, na podstawie wykonanych obliczeń wykazujących spełnienie normy, przy analogicznym współczynniku utrzymania oraz identycznej geometrii obszaru oświetlanego.

Zjawisko Light Pollution

Light Pollution to angielska nazwa zjawiska zanieczyszczenia środowiska światłem. Występuje wszędzie tam, gdzie oświetlenie zamiast służyć celowi, dla którego zostało zbudowane, oświetla również inne objekty, a w szczególności niebo. Zaśmiecanie światłem, w obecnym stanie prawnym w Polsce nie jest karane, w przeciwieństwie do Włoch, Hiszpanii czy Portugalii, gdzie jest takim samym wykroczeniem, jak śmiecenie odpadkami. Regulacje unijne w tym zakresie są opracowywane. Zanieczyszczenie światłem, z pewnością nawet w Polsce narusza standardy dobrego projektowania oświetlenia. Zjawisko zanieczyszczenia światłem w gminie Bodzechów występuje w szczególności wszędzie tam, gdzie:

- oprawy uliczne, z odbłyśnikiem o dużej asymetrii instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 15°

- oprawy uliczne, odbłyśnikiem o stosunkowo niskiej asymetrii instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 30°

Rekomenduje się zmianę kątów wysięgników na wynikający z obliczeń fotometrycznych, oraz stosowanie opraw o kierunkowym rozsyłu światła (np. ledowe).

Parametry techniczne jakie powinien spełniać system sterowania.

System musi umożliwić:

- co najmniej trójstopniową regulację mocy opraw oświetleniowych wyposażonych w stateczniki elektromagnetyczne (pełna moc oprawy, 2 poziomy ściemniania, całkowite wyłączenie);
- płynną regulację dla HPS, MH wyposażonych w stateczniki elektroniczne z funkcją regulacji standard 1-10V lub DALI;
- płynną regulację lamp LED wyposażonych w zasilacze lampowe z wejściem standardowym regulacyjnym 1-10V lub DALI.

System musi umożliwiać sterowanie i kontrolę z poziomu tabletu, oprogramowanie powinno przedstawiać zmapowaną na tle siatki ulic sieć oświetlenia drogowego.



- System powinien umożliwiać sterowanie i kontrolę z poziomu telefonu komórkowego niektórych funkcji np. włączenie pełnego oświetlenia.
- Administrator sieci oświetleniowej powinien mieć zdalny dostęp poprzez Internet do konfiguracji ustawień parametrów sterowania oświetleniem oraz do odczytu alarmów oraz podstawowych parametrów sieci (moc, prąd, napięcie)
- System musi archiwizować zdarzenia, alarmy, awarie (np. załączenie/wyłączenie oświetlenia, zmiana trybu pracy) oraz generować okresowo zdefiniowane raporty z umożliwieniem eksportu danych do excela.
- System musi umożliwiać tworzenie nowych lub zmianę istniejących stref oświetlenia bez konieczności inwestycji w infrastrukturę oświetleniową.
- System musi umożliwiać niezależne sterowanie każdej strefy.
- System powinien umożliwiać detekcję i raportowanie awarii każdego źródła światła i szafy.
- System powinien umożliwiać pomiar zużycia energii elektrycznej poszczególnych opraw w zdefiniowanych przedziałach czasowych.
- System powinien umożliwiać realizację automatycznych algorytmów sterowania z nastawieniem na oszczędności zużycia energii elektrycznej.
- Elementy hardware'owe systemu muszą pracować w otwartej technologii i posiadać co najmniej dwóch dostawców kompatybilnych rozwiązań.
- System powinien umożliwiać podpięcie do istniejącej sieci zasilania oświetlenia innych urządzeń elektrycznych, które będą permanentnie zasilane napięciem 230 V bez względu na sterowanie oświetleniem.
- Nie może być stosowany żaden niestandardowy protokół komunikacji.

Koncentrator powinien pozwalać na zdalną konfigurację z wykorzystaniem interfejsu www (przeglądarki www) i za pomocą Oprogramowania Nadrzędnego z wykorzystaniem standardowych protokołów (XML, HTTP). Koncentrator musi komunikować się z Oprogramowaniem Nadrzędnym za pomocą standardowych i otwartych (z powszechnie dostępną specyfikacją) protokołów, takich jak: XML, HTTPS, SMTP, wymiana plików CSV lub FTP.

- Pełna dokumentacja oprogramowania w języku polskim
- Nie dopuszczone generowanie przez reduktor jakichkolwiek harmonicznych
- Dane oraz oprogramowanie desktopowe, do komunikacji z kontrolerem segmentowym zainstalowane u zamawiającego, z dożywotnią licencją na użytkownika

Mocne strony systemu sterowania

Zalety systemu sterowania oświetleniem są głównie finansowe, oraz towarzyszące nim udogodnienia techniczno-serwisowe. Pozytywnymi aspektami są energooszczędność, czy redukcja emisji dwutlenku węgla. Można to osiągnąć inteligentnie zarządzając oświetleniem, wyłączając je lub przyciemniając w razie potrzeby. Dodatkowo polepszamy kwestię bezpieczeństwa. Do oświetlenia ulicznego można włączyć koncepcję inteligentnej telewizji, dodać czujniki informujące o natężeniu ruchu i powiadamiające policję oraz służby ratunkowe o wypadkach. Dużym udogodnieniem, po zastosowaniu systemu sterowania, są kwestie związane z obsługą i konserwacją całej infrastruktury technicznej. W prosty sposób mamy dostęp do wielu informacji technicznych, jak pobór mocy, parametry wyższych harmonicznych. System daje również uzyskanie lepszych wyników w redukcji emisji CO₂, co ułatwia pozyskiwanie funduszy zewnętrznych na wykonanie modernizacji.

Słabe strony systemu sterowania

Skomplikowana budowa systemów sterujących sprawia iż cały układ jest narażony na przepięcia, niekorzystne warunki atmosferyczne oraz harmoniczne. Stosowanie niesprawdzonych układów sterowania jest obarczone znacznym ryzykiem a w ogólnym bilansie może narazić zamawiającego na straty z tym związane. Częste awarie związane z załączaniem wyłączaniem, brak komunikacji pomiędzy poszczególnymi warstwami, generowanie dodatkowych kosztów wynikających z krzywych harmonicznych. Dlatego bardzo istotne jest dobranie właściwego systemu sterowania z określeniem parametrów równoważności. Należy pamiętać, iż w tej dziedzinie następuje duży postęp technologiczny, dlatego należy założyć, iż w momencie modernizacji awaryjność dostępnych systemów będzie dużo mniejsza.

Analiza modernizacji oświetlenia dla trzech wariantów.

WARIANT I MINIMALNY

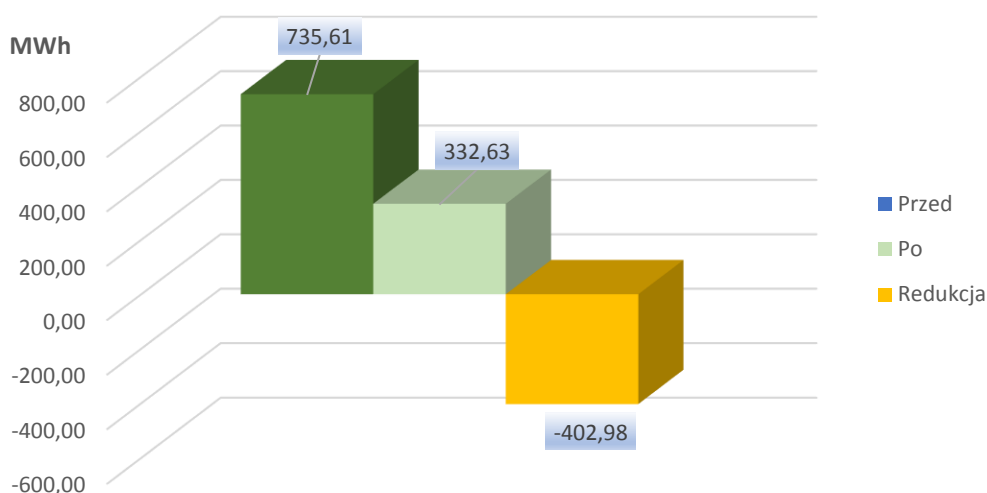
Zakłada modernizację opraw na technologię LED w których zastosowano źródło światła rtęciowe, oraz sodowe. Przewiduje wymianę wysięgników, oraz modernizację szafek oświetleniowych zakwalifikowanych w audycie do wymiany.

OBSZAR INWESTYCJI	WARTOŚĆ KOSZTORYSOWA BRUTTO
Gmina Bodzechów	4 563 722,27 zł

Koszt modernizacji przedstawiono na podstawie dołączonego do Audytu kosztorysu. Wariant I przewiduje redukcję mocy z obecnych 177,255 kW do poziomu przedstawionego w poniższej tabeli.

I	Redukcja mocy [kW]	77,07
	Redukcja zużycia [kWh]	402 979,11
	Redukcja zużycia %	54,78%

Poniższy wykres przedstawia poziom redukcji zużycia po modernizacji według wariantu I



PONIŻSZA TABELA PRZEDSTAWIA SZCZEGÓLWIE ZESTAWIENIE EFEKTÓW MODERNIZACJI

Projekt: Modernizacja oświetlenia ulicznego Gmina Bodzechów

STAN BAZOWY

Ilość godzin świecenia w ciągu roku		
roku	miesiącu	na dobę
4150	345,83	11,37

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
50	3	4150	622,50	517,61
70	799	4150	232 109,50	192 999,05
100	841	4150	349 015,00	290 205,97
125	5	4150	2 593,75	2 156,70
150	228	4150	141 930,00	118 014,80
250	9	4150	9 337,50	7 764,13
SUMA			735 608,25	611 658,26

Zużycie kWh	Koszt kWh*	Koszt oświetlenia
622,50	0,41	255,23 zł
232 109,50	0,41	95 164,90 zł
349 015,00	0,41	143 096,15 zł
2 593,75	0,41	1 063,44 zł
141 930,00	0,41	58 191,30 zł
9 337,50	0,41	3 828,38 zł
SUMA		301 599,38 zł

STAN PO MODERNIZACJI OPRAW

* cena energia + łączne koszty dystrybucyjne
uśrednione

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
20,3	53	4150	3 571,99	2 970,11
27,1	43	4150	3 868,80	3 216,90
29,1	128	4150	12 366,34	10 282,61
34,6	386	4150	44 340,59	36 869,20
39,2	37	4150	4 815,33	4 003,95
44,3	298	4150	43 828,65	36 443,52
51,7	295	4150	50 634,98	42 102,99
55	97	4150	17 712,20	14 727,69
56,5	92	4150	17 257,36	14 349,49
63,5	111	4150	23 401,02	19 457,95
77	112	4150	28 631,68	23 807,24
78,7	85	4150	22 209,14	18 466,90
93,6	31	4150	9 633,31	8 010,10
128	109	4150	46 320,64	38 515,61
152	8	4150	4 037,12	3 356,87
SUMA			332 629,14	276 581,13

Zużycie kWh	Koszt kWh*	Koszt oświetlenia
3 571,99	0,41	1 464,52 zł
3 868,80	0,41	1 586,21 zł
12 366,34	0,41	5 070,20 zł
44 340,59	0,41	18 179,64 zł
4 815,33	0,41	1 974,28 zł
43 828,65	0,41	17 969,75 zł
50 634,98	0,41	20 760,34 zł
17 712,20	0,41	7 262,00 zł
17 257,36	0,41	7 075,52 zł
23 401,02	0,41	9 594,42 zł
28 631,68	0,41	11 738,99 zł
22 209,14	0,41	9 105,75 zł
9 633,31	0,41	3 949,66 zł
46 320,64	0,41	18 991,46 zł
4 037,12	0,41	1 655,22 zł
SUMA		136 377,95 zł

WARIANT II OPTIMALNY

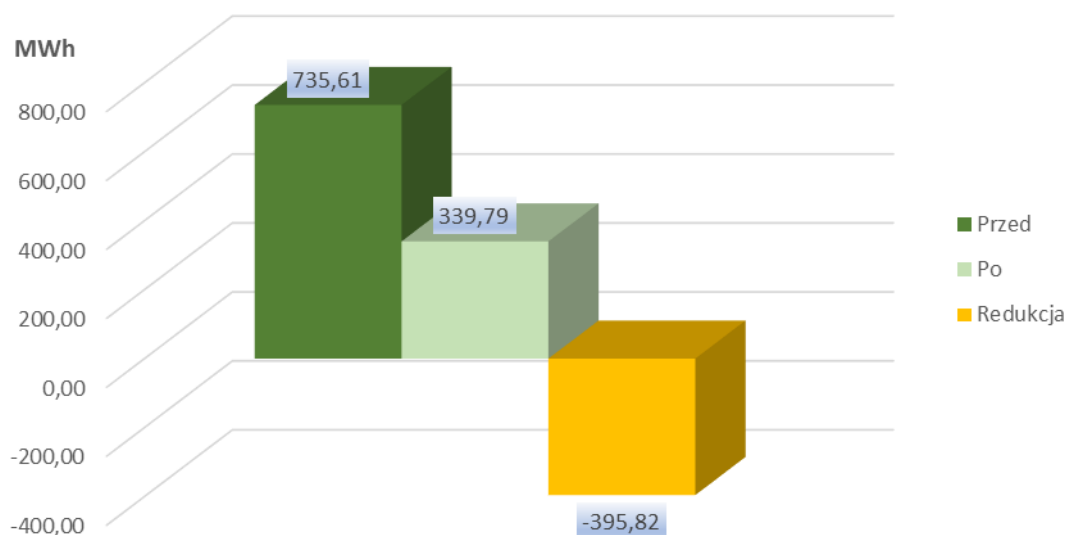
Zakłada modernizację opraw na technologię LED w których zastosowano źródło światła rtęciowe, oraz sodowe. Przewiduje wymianę wysięgników, oraz modernizację szafek oświetleniowych zakwalifikowanych w audycie do wymiany. Wariant zakłada doświetlenie przejść dla pieszych na drodze krajowej nr 9 , oraz drodze wojewódzkiej nr 751, oraz doświetlenia przejścia w Sarnówku oprawami zasilanymi energią odnawialną.

OBSZAR INWESTYCJI	WARTOŚĆ KOSZTORYSOWA BRUTTO
Gmina Bodzechów	4 940 009,31 zł

Koszt modernizacji przedstawiono na podstawie dołączonego do Audytu kosztorysu. Wariant II przewiduje redukcję mocy z obecnych 177,255 kW do poziomu przedstawionego w poniższej tabeli.

II	Redukcja mocy [kW]	74,91
	Redukcja zużycia [kWh]	395 821,19
	Redukcja zużycia %	53,81%

Poniższy wykres przedstawia poziom redukcji zużycia po modernizacji według wariantu II



PONIŻSZA TABELA PRZEDSTAWIA SZCZEGÓŁOWE ZESTAWIENIE EFEKTÓW MODERNIZACJI

Projekt: Modernizacja oświetlenia ulicznego Gmina Bodzechów

STAN BAZOWY

Ilość godzin świecenia w ciągu roku

roku	miesiącu	na dobę
4150	345,83	11,37

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
50	3	4150	622,50	517,61
70	799	4150	232 109,50	192 999,05
100	841	4150	349 015,00	290 205,97
125	5	4150	2 593,75	2 156,70
150	228	4150	141 930,00	118 014,80
250	9	4150	9 337,50	7 764,13
SUMA			735 608,25	611 658,26

Zużycie kWh	Koszt kWh*	Koszt oświetlenia
622,50	0,41	255,23 zł
232 109,50	0,41	95 164,90 zł
349 015,00	0,41	143 096,15 zł
2 593,75	0,41	1 063,44 zł
141 930,00	0,41	58 191,30 zł
9 337,50	0,41	3 828,38 zł
SUMA		301 599,38 zł

STAN PO MODERNIZACJI OPRAW

* cena energia + łączne koszty dystrybucyjne
uśrednione

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
20,3	53	4150	3 571,99	2 970,11
27,1	43	4150	3 868,80	3 216,90
29,1	128	4150	12 366,34	10 282,61
34,6	386	4150	44 340,59	36 869,20
39,2	37	4150	4 815,33	4 003,95
44,3	298	4150	43 828,65	36 443,52
51,7	295	4150	50 634,98	42 102,99
55	97	4150	17 712,20	14 727,69
56,5	92	4150	17 257,36	14 349,49
63,5	111	4150	23 401,02	19 457,95
77	140	4150	35 789,60	29 759,05
78,7	85	4150	22 209,14	18 466,90
93,6	31	4150	9 633,31	8 010,10
128	109	4150	46 320,64	38 515,61
152	8	4150	4 037,12	3 356,87
SUMA			339 787,06	282 532,94

Zużycie kWh	Koszt kWh*	Koszt oświetlenia
3 571,99	0,41	1 464,52 zł
3 868,80	0,41	1 586,21 zł
12 366,34	0,41	5 070,20 zł
44 340,59	0,41	18 179,64 zł
4 815,33	0,41	1 974,28 zł
43 828,65	0,41	17 969,75 zł
50 634,98	0,41	20 760,34 zł
17 712,20	0,41	7 262,00 zł
17 257,36	0,41	7 075,52 zł
23 401,02	0,41	9 594,42 zł
35 789,60	0,41	14 673,74 zł
22 209,14	0,41	9 105,75 zł
9 633,31	0,41	3 949,66 zł
46 320,64	0,41	18 991,46 zł
4 037,12	0,41	1 655,22 zł
SUMA		139 312,69 zł

WARIANT III MAKSYMALNY

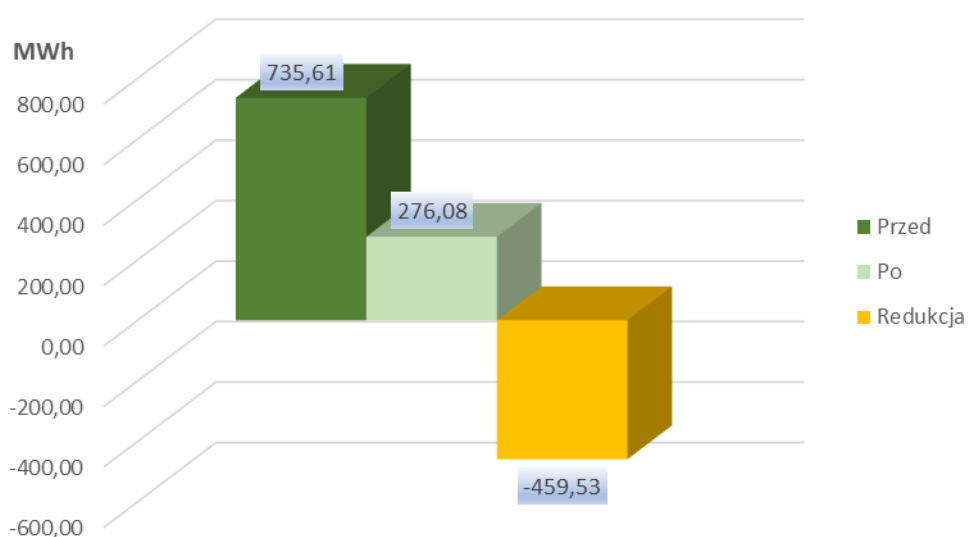
Zakłada modernizację opraw na technologię LED w których zastosowano źródło światła rtęciowe, oraz sodowe. Przewiduje wymianę wysięgników, oraz modernizację szafek oświetleniowych zakwalifikowanych w audycie do wymiany. Wariant zakłada doświetlenie przejść dla pieszych na drodze krajowej nr 9 , oraz drodze wojewódzkiej nr 751, oraz doświetlenia przejścia w Sarnówku oprawami zasilanymi energią odnawialną. Zastosowano również system sterowania oświetleniem ulicznym.

OBSZAR INWESTYCJI	WARTOŚĆ KOSZTORYSOWA BRUTTO
Gmina Bodzechów	6 789 263,31 zł

Koszt modernizacji przedstawiono na podstawie dołączonego do Audytu kosztorysu. Wariant II przewiduje redukcję mocy z obecnych 177,255 kW do poziomu przedstawionego w poniższej tabeli.

III	Redukcja mocy [kW]	74,91
	Redukcja zużycia [kWh]	459 531,26
	Redukcja zużycia %	62,47%

Poniższy wykres przedstawia poziom redukcji zużycia po modernizacji według wariantu III



Poniższa tabela przedstawia szczegółowe zestawienie efektów modernizacji.

Projekt: Modernizacja oświetlenia ulicznego Gmina Bodzechów

STAN BAZOWY

Ilość godzin świecenia w ciągu roku		
roku	miesiącu	na dobę
4150	345,83	11,37

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
50	3	4150	622,50	517,61
70	799	4150	232 109,50	192 999,05
100	841	4150	349 015,00	290 205,97
125	5	4150	2 593,75	2 156,70
150	228	4150	141 930,00	118 014,80
250	9	4150	9 337,50	7 764,13
SUMA			735 608,25	611 658,26

Zużycie kWh	Koszt kWh*	Koszt oświetlenia
622,50	0,41	255,23 zł
232 109,50	0,41	95 164,90 zł
349 015,00	0,41	143 096,15 zł
2 593,75	0,41	1 063,44 zł
141 930,00	0,41	58 191,30 zł
9 337,50	0,41	3 828,38 zł
SUMA		301 599,38 zł

STAN PO MODERNIZACJI OPRAW

* cena energia + łączne koszty dystrybucyjne
uśrednione

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
20,3	53	4150	2 902,24	2 413,21
27,1	43	4150	3 143,40	2 613,73
29,1	128	4150	10 047,65	8 354,62
34,6	386	4150	36 026,73	29 956,23
39,2	37	4150	3 912,45	3 253,21
44,3	298	4150	35 610,78	29 610,36
51,7	295	4150	41 140,92	34 208,68
55	97	4150	14 391,16	11 966,25
56,5	92	4150	14 021,61	11 658,96
63,5	111	4150	19 013,33	15 809,58
77	140	4150	29 079,05	24 179,23
78,7	85	4150	18 044,93	15 004,36
93,6	31	4150	7 827,07	6 508,21
128	109	4150	37 635,52	31 293,93
152	8	4150	3 280,16	2 727,45
SUMA			276 076,99	229 558,01

Zużycie kWh	Koszt kWh*	Koszt oświetlenia
2 902,24	0,41	1 189,92 zł
3 143,40	0,41	1 288,79 zł
10 047,65	0,41	4 119,54 zł
36 026,73	0,41	14 770,96 zł
3 912,45	0,41	1 604,11 zł
35 610,78	0,41	14 600,42 zł
41 140,92	0,41	16 867,78 zł
14 391,16	0,41	5 900,38 zł
14 021,61	0,41	5 748,86 zł
19 013,33	0,41	7 795,46 zł
29 079,05	0,41	11 922,41 zł
18 044,93	0,41	7 398,42 zł
7 827,07	0,41	3 209,10 zł
37 635,52	0,41	15 430,56 zł
3 280,16	0,41	1 344,87 zł
SUMA		113 191,56 zł

Należy podkreślić iż obliczenia wykonano na podstawie mocy opraw oświetleniowych określonych podczas inwentaryzacji oraz przyjęto średnioroczny czas świecenia wynoszący 4150 godziny. System sterowania może w zależności od parametrów pracy wygenerować dodatkowe zmniejszenie zużycia energii w zakresie 10-20%.

Analiza zmniejszenia emisji CO2 wraz z analizą kosztów przed i po modernizacji

W chwili obecnej moc zainstalowanych opraw oświetleniowych na terenie Gminy Bodzechów wynosi 177,255 kW co przy 4150 godzinach działania urządzeń w skali roku daje nam 735,608 MWh zużytej energii elektrycznej. Ilość zużytej energii przekłada się na wielkość emisji szkodliwego dla środowiska dwutlenku węgla (CO2). Emisja CO2 odpowiadająca takiej ilości zużytej energii elektrycznej kształtuje się na poziomie 611,658 Mg. Do obliczeń użyto współczynnika emisji określonego przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska wynoszącego 0,8315. Zgodnie z założeniami wariantów modernizacji oświetlenia możemy określić efekt ekologiczny każdego z nich. Kształtuje się on następująco:

Wariant I – efekt ekologiczny

I	Emisja CO2 [Mg]	611,66
	Emisja CO2 Po modernizacji [Mg]	276,58
	Redukcja emisji %	54,78%

Analiza kosztów przed i po modernizacji

Koszt modernizacji – 4 563 722,27 zł.

Roczny koszt oświetlenia – 301 599,38 zł.

Roczny koszt oświetlenia po modernizacji – 136 377,95 zł.

Oszczędności – 165 221,43 zł.

Koszt modernizacji po dofinansowaniu (85%):

- a) Gmina ma możliwość uwzględnienia podatku od towarów i usług (VAT) jako wydatek kwalifikowany.

$$4\,563\,722,27 \text{ zł.} * 15\% = \mathbf{684\,558,34 \text{ zł.}}$$

Czas zwrotu inwestycji – 5 lat kalendarzowych

- b) Gmina nie ma możliwości uwzględnienia podatku od towarów i usług (VAT) jako wydatek kwalifikowany.

$$\text{NETTO } 3\,710\,343,31 \text{ zł.} * 15\% = 556\,551,50 \text{ zł.}$$

VAT –853 378,96 zł.

Łącznie – **1 409 930,46 zł.**

Czas zwrotu inwestycji – 9 lat kalendarzowych

Wariant II – efekt ekologiczny

II	Emisja CO ₂ [Mg]	611,66
	Emisja CO ₂ Po modernizacji [Mg]	282,53
	Redukcja emisji %	53,81%

Analiza kosztów przed i po modernizacji

Koszt modernizacji – 4 940 009,31 zł.

Roczny koszt oświetlenia – 301 599,38 zł.

Roczny koszt oświetlenia po modernizacji – 139 312,69 zł.

Oszczędności – **162 286,69 zł.**

Koszt modernizacji po dofinansowaniu:

- c) Gmina ma możliwość uwzględnienia podatku od towarów i usług (VAT) jako wydatek kwalifikowany.

$$4\,940\,009,31 \text{ zł.} * 15\% = \mathbf{741\,001,40 \text{ zł.}}$$

Czas zwrotu inwestycji – 5 lat kalendarzowych

- d) Gmina nie ma możliwości uwzględnienia podatku od towarów i usług (VAT) jako wydatek kwalifikowany.

NETTO 4 016 267,73 zł. * 15% = 602 440,16 zł.

VAT – 923 741,58 zł.

Łącznie – **1 526 181,74 zł.**

Czas zwrotu inwestycji – 10 lat kalendarzowych

Wariant III – efekt ekologiczny

III	Emisja CO2 [Mg]	611,66
	Emisja CO2 Po modernizacji [Mg]	229,56
	Redukcja emisji %	62,47%

Analiza kosztów przed i po modernizacji

Koszt modernizacji – 6 789 263,31 zł.

Roczny koszt oświetlenia – 301 599,38 zł.

Roczny koszt oświetlenia po modernizacji – 113 191,56 zł.

Oszczędności – **188 407,82 zł.**

Koszt modernizacji po dofinansowaniu:

- e) Gmina ma możliwość uwzględnienia podatku od towarów i usług (VAT) jako wydatek kwalifikowany.

6 789 263,31 zł. * 15% = **1 018 389,50 zł.**

Czas zwrotu inwestycji – 6 lat kalendarzowych

- f) Gmina nie ma możliwości uwzględnienia podatku od towarów i usług (VAT) jako wydatek kwalifikowany.

NETTO 6 088 336,93 zł.*15% = 827 958,94 zł.

VAT – 1 269 537,04 zł.

Łącznie – **2 097 495,98 zł.**

Czas zwrotu inwestycji – 12 lat kalendarzowych

Analiza oddziaływania na środowisko

Każdy z przedstawionych wariantów zapewnia znaczną redukcję zużycia energii elektrycznej pochłanianej przez oświetlenie uliczne a przez to i ogromne zmniejszenie emisji do atmosfery szkodliwych gazów cieplarnianych. Najkorzystniejszym ekologicznie jest Wariant III gwarantujący redukcję emisji CO₂ odpowiednio na poziomie 62,47%. Taki zysk na efekcie ekologicznym jest możliwy po zastosowaniu inteligentnego systemu sterowania oświetleniem ulicznym. Uzyskany w wariantach I oraz II efekt redukcji CO₂ na poziomie powyżej 50% świadczy o bardzo wysokim poziomie pozytywnego oddziaływania na środowisko.

Wnioski

Wśród wszystkich opisanych wariantów najbardziej ekologiczny wychodzi Wariant III, dając największą redukcję emisji dwutlenku węgla. Szacowany koszt projektu wynosi 6 789 263,31 zł. Zakłada on również zastosowanie inteligentnego systemu sterowania. Dla tak małej gminy jaką jest Bodzechów nie zaleca się instalowanie takiego systemu, ze względu na zbyt duże koszty instalacji oraz obsługi w stosunku do ilości punktów oświetleniowych.

Mając na uwadze bezpieczeństwo, zaleca się budowę nowych punktów oświetleniowych, dedykowanych dla oświetlenia przejść dla pieszych.

Najkorzystniejszym wariantem modernizacji oświetlenia w Gminie, który spełnia wszystkie zalecenia wynikające z Audytu jest Wariant II. Pozwala on na redukcję emisji CO₂ powyżej 50%, uwzględnia doświetlenie przejść dla pieszych na drodze krajowej i wojewódzkiej, oraz wykorzystuje zasianie części opraw z OZE.

Gmina przed modernizacją powinna starać się o pozyskanie funduszy na realizację modernizacji, oraz przygotować pełną dokumentację projektową potrzebną na realizację projektu, w oparciu o zaproponowane przez gminę standardy projektowania oraz wykonawstwa oświetlenia ulicznego.

Rekomendacja wynikająca z przeprowadzonej inwentaryzacji oraz sporządzonego audytu: Wariant II – koszt brutto 4 940 009,31 zł.