

**AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ
OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE
GMINY PANKI**

Zlecający: **Gmina Panki**
ul. Tysiąclecia 5, 42-140 Panki

Wykonawca: **JASNY PL Sp. z o.o.**
ul. Dehnelów 40, 41-250 Czeladź

JASNY

Wykonał: **mgr inż. Jarosław Filas**



Grudzień 2021

Spis treści

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ	4
1. Wstęp	5
Podstawa opracowania audytu	5
Zakres audytu	6
2. Metodologia wykonanej inwentaryzacji	6
3. Ocena stanu technicznego systemu	7
Inwentaryzacja instalacji objętej projektem modernizacji	7
Infrastruktura systemu oświetlenia	8
Oprawy	9
Słupy	10
Wysięgniki	10
Zasilanie - Punkty Poboru Energii	10
4. Podsumowanie inwentaryzacji (wnioski)	11
5. Analiza zużycia energii instalacji oświetleniowej (dla stanu istniejącego)	12
Moc istniejącego systemu	13
Moc umowna systemu oświetlenia	14
Zużycie energii elektrycznej przez system	14
Koszty energii elektrycznej zużywanej przez system	14
Wnioski końcowe analizy stanu istniejącego i propozycje działań	15
6. Wskazanie wariantów modernizacji oświetlenia	16
Wariant 1 – modernizacja na oprawach LED technologia innowacyjna	16
Analiza finansowa wariantu nr 1 modernizacji	18
Wariant 2 modernizacji	18
Analiza finansowa wariantu nr 2 modernizacji	21
Analiza ilości zaoszczędzonej energii finalnej	22
Podsumowanie wariantów modernizacji	24
7. Ustalenie zakresu i wariantu modernizacji oświetlenia ulicznego	25
8. Wyliczenie efektu oszczędności energii elektrycznej i efektu ekologicznego (dla zakresu modernizacji)	27
9. Koszt wymiany opraw oświetleniowych	28
10. Analiza oddziaływania na środowisko	28
11. Podsumowanie	29

Dokumentacja składa się z następujących elementów:

Część 1.

Inwentaryzacja systemu oświetleniowego gminy w systemie geoinformatycznym GIS

Część 2.

Audyt energetyczny oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Panki w tym:

- inwentaryzacja sieci oświetleniowej
- analiza i ocena jakości oświetlenia dróg
- analiza techniczno–technologiczna pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej
- analiza ekonomiczno-finansową zawartych umów pod kątem warunków zakupu i rozliczania kosztu energii elektrycznej
- analiza kosztu utrzymania i eksploatacji oświetlenia
- analiza wariantów modernizacji
- analiza oddziaływania na środowisko

Audyt efektywności energetycznej

oświetlenia ulicznego

na terenie Gminy Panki

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania		
		06.12.2021 r.		
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:	Modernizacja oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Panki			
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):	Wymiana opraw oświetlenia ulicznego na energooszczędne oprawy LED			
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/ zostało zrealizowane * przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):	Gmina Panki ul. Tysiąclecia 5, 42-140 Panki			
Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:**	Data zakończenia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:***	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:		
I kw. 2022 r.	n/d	5		
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia:**	244 225,43	kWh/rok	21 ****	toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia:**	610 563,56	kWh/rok	52,50 ****	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej:***	n/d	kWh/rok	n/d	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej:***	n/d	kWh/rok	n/d	toe/rok
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej				
Imię i nazwisko:	Jarosław Filas			
Nr telefonu:	32 700 02 44			
Podpis:				

* Niepotrzebne skreślić.

** W przypadku planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

*** W przypadku zrealizowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

**** Zgodnie z rozporządzeniem (Dz. U. 2017 poz. 1912) współczynnik przeliczeniowy dla jednostek energii toe - 1 MWh energii elektrycznej - 0,08598, dla energii pierwotnej współczynnik 2,5

1. Wstęp

Przedmiotem niniejszego audytu jest:

- inwentaryzacja i analiza stanu istniejącego oświetlenia,
- przedstawienie koncepcji modernizacji oświetlenia ulicznego
- określenie możliwości zmniejszenia kosztów eksploatacji
- wskazanie zasadności (lub braku zasadności) podjęcia inwestycji

Audyt sporządzony został zgodnie z metodyką określoną w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii¹.

W audycie uwzględniono usprawnienia umożliwiające uzyskanie oszczędności energii: zastosowanie bardziej energooszczędnych źródeł światła i opraw oświetleniowych z jednoczesną konieczną poprawą bezpieczeństwa i geometrii ich montażu.

Wykonanie audytu poprzedzono inwentaryzacją „z natury” istniejących opraw i słupów, zidentyfikowano typy i moce poszczególnych opraw.

Podstawa opracowania audytu

1. Umowa pomiędzy:
Gminą Panki a firmą JASNY PL Sp. z o.o.
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
3. Norma PN-EN 13201 - Oświetlenie dróg.
4. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz. U. z 2006 r. Nr 89, poz. 625, z późn. zm.).
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenie metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych.
6. Materiały otrzymane od Zamawiającego (w tym: kopie faktur dla PPE)

¹ Dz.U.2017.1912

7. Aktualne stawki za energię i dystrybucję obowiązujące dla oświetlenia pozyskane z aktualnych faktur.

Zakres audytu

1. Gmina Panki jest położona w północno-zachodniej części województwa śląskiego, w południowo-zachodniej części powiatu kłobuckiego. Obejmuje powierzchnię ok. 55 km² i ma ponad 5 tys. mieszkańców. Obszar gminy znajduje się na terenie Wyżyny Śląsko-Krakowskiej, w dorzeczu rzeki Liswarty, której dopływem jest rzeka Pankówka, przepływająca przez gminę. Miejscowość Panki pełni funkcję ośrodka gminnego skupiającego podstawowe instytucje administracyjno-usługowe. Zakres audytu obejmuje 12 sołectw znajdujących się w obrębie gminy i są to: Aleksandrów, Cyganka-Pacanów, Jaciska, Janiki-Ślusarze, Kałmuki, Kawki, Konieczki, Koski-Żerdzina, Kostrzyna-Kotary, Panki, Praszczyki oraz Zwierzyniec Trzeci.
2. Analizie podlega 573 punktów świetlnych (opraw oświetleniowych) oraz dodatkowo 420 słupów bez opraw oświetleniowych.

2. Metodologia wykonanej inwentaryzacji

W wyniku przeprowadzonej inwentaryzacji stwierdzono występowanie na terenie Gminy Panki 650 punktów świetlnych, które są podstawą do przeprowadzenia analizy modernizacji oświetlenia ulicznego Gminy Panki. Do modernizacji wytypowano 573 sztuk punktów świetlnych.

Z zebranych w terenie materiałów utworzono bazę danych, która zawiera informacje dotyczące infrastruktury oświetleniowej oraz punktów sterowania. Baza danych zawiera m.in.:

1. Parametry infrastruktury oświetleniowej
 - rodzaj, typ, producent opraw;
 - moc oprawy rzeczywista, planowana;
 - numer słupa, jego lokalizacja;
 - rodzaj słupa;
 - rodzaj i typ linii oświetleniowej;
2. Parametry punktów sterowania i transformatorów
 - numer skrzynki SON oraz transformatorów;

- nr ppe;
- licznik nr;

Przedstawiona struktura danych jest podstawą do dalszych analiz i do wykonania Audytu Energetycznego.

3. Ocena stanu technicznego systemu

Inwentaryzacja instalacji objętej projektem modernizacji

Podstawą danych zawartych w niniejszym rozdziale jest wizja lokalna oraz inwentaryzacja oświetlenia ulicznego wykonana w standardzie GIS (ang. Geographic Information System) i zapisana w systemie odniesień przestrzennych w układzie prostokątnym płaskim PL-2000, strefa 7, układ wysokości Kronsztad (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r. w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych Dz. u. z 2012 r. poz 1247) oraz opisana atrybutami. Inwentaryzacja w systemie GIS jest załączona do dokumentacji w wersji elektronicznej. Wykonawca uwzględnił wybór atrybutów istotnych dla przedmiotu zamówienia. Dodatkowo w inwentaryzacji wskazano punkty systemu oświetleniowego niezabudowane oprawami oświetleniowymi (puste słupy w liniach oświetleniowych).

Niezależnie od bazy danych GIS lokalizację punktów oświetleniowych, punktów zasilania, stacji transformatorowych, słupów pustych umieszczono w interaktywnej platformie internetowej dostępnej w domenie: **jasny.pl**, która umożliwia przegląd całego systemu, jak również selektywnie wybranych opcji jak poszczególne PPE, stacje itp. Możliwy jest także podgląd zdjęć poszczególnych obiektów infrastruktury oświetlenia drogowego.

Dostęp do strony jest za pomocą hasła, którym dysponuje Gmina Panki.

Dane zawarte w bazie danych wymagają specyficznej obróbki dla uzyskania postaci właściwej dla przedstawienia ich w formie syntetycznej. Równoległe z formą bazy danych wykonano tabele inwentaryzacyjne w arkuszach programu Excel obrazujące wybrane dane pod kątem jednoczesnej kwalifikacji opraw do wymiany oraz grupowania odcinków oświetlenia dla planowania zakresu i harmonogramu robót.

Infrastruktura systemu oświetlenia

Na terenie Gminy Panki, oświetlenie drogowe objęte niniejszym audytem, zrealizowane jest na wspólnych konstrukcjach z liniami przesyłu energii elektrycznej nN.

Dominują oprawy z wyładowczymi sodowymi źródłami światła. W zakresie mocy opraw zidentyfikowano najbardziej rozpowszechnioną moc opraw sodowych ze źródłami światła 100W i 150W. Najliczniej reprezentowane są oprawy typu SRP221 i SGS102, jak również produkcji krajowej typu OUSc. Większość słupów występujących w sieci wspólnej to słupy typu ŻN oraz EPV. Usytuowanie słupów przesyłowych nN determinuje możliwości realizacji oświetlenia drogi. Niesprzyjającą okolicznością w realizacji oświetlenia ulic i dróg są najczęściej znaczne i niepowtarzalne odległości słupów od jej krawędzi. W części niezmodernizowanej, oprawy montowane są na krótkich wysięgnikach, pod liniami n.n. na małych wysokościach i nakierowane są pod dużym kątem, co zagraża olśnieniem uczestnikom ruchu. Na drogach o dużym skupieniu zabudowań słupy przesyłowe nN, na których zamontowane są oprawy znajdują się blisko krawędzi jezdni i odległości między słupami są niewielkie, co umożliwia uzyskanie dość dobrych efektów oświetleniowych dróg. Wysokość zawieszenia opraw najczęściej ok. 7,5 do 8m.

Funkcjonujące, niezmodernizowane w systemie oprawy, mają często za sobą wiele lat eksploatacji. Praktyka wykazuje, że konserwacja oświetlenia na terenie niemal całego kraju, polegała „na świeceniu źródła światła” i wszystkie ewentualne zabiegi konserwatora ograniczały się do wymiany źródła światła i bezpiecznika.

W systemie pracuje istotna ilość opraw o niewłaściwie dobranej mocy do poszczególnych odcinków ulic. Są to sytuacje, w których właściwy dobór mocy w procesie wymiany będzie generował największe oszczędności w zużyciu energii elektrycznej i jej kosztach. Znaczną ilość stanowią oprawy lamp sodowych o mocach 100W-150W. Niestety zainstalowane są one najczęściej w sposób daleki od optymalnego z punktu widzenia celu jakemu służą. Montaż opraw na krótkich wysięgnikach, na niskich wysokościach i dużych kątach nakierowania na jezdnię przy jednoczesnej instalacji, na co drugim słupie jest gwarancją złego oświetlenia:

- zła równomierność – występowanie wręcz ciemnych stref
- możliwość olśnienia powodującego zagrożenie prawidłowej funkcji widzenia

- niepotrzebne oświetlanie stref poza ulicą - strumień świetlny pochodzący od opraw kierowany jest m.in. poza obszar roboczy np. na ogródki przydomowe, fasady budynków itp.

Układ dróg pozwala na odczytanie najistotniejszych elementów dla ruchu motorowego. Główne, stanowiące drogę wojewódzką wymagają zastosowania znacznie wyższej klasy oświetleniowej od pozostałych, które mają znaczenie przelotowe i zbiorcze w lokalnym ruchu motorowym. Drogi najniższych wymagań to drogi dojazdowe do posesji zlokalizowanych wzdłuż nich, o niewielkich prędkościach poruszania się pojazdów zgodnie z wymogami kodeksu drogowego oraz w wyniku stanu nawierzchni tych dróg (niekiedy nieutwardzonych). Niewielka część ulic posiada wybudowane jedno lub dwustronnie chodniki przeznaczone dla pieszych.

W zakresie materiałów pomocnych w wykonaniu niniejszego opracowania posłużono się informacjami uzyskanymi z Urzędu Gminy. Zakup energii elektrycznej jednostka samorządu terytorialnego realizuje w wyniku przeprowadzonego postępowania przetargowego. Cena energii czynnej jest w ten sposób minimalizowana, jak również rozliczanie usług jej dystrybucji odbywa się w najbardziej odpowiedni sposób.

Oprawy

W ramach realizacji zadania została wykonana inwentaryzacja z natury opraw oświetleniowych, identyfikacja ich typów i mocy, parametrów konstrukcji wsporczych, geometrii zawieszenia opraw i podstawowych wymiarów ulic i usytuowania słupów, na których instalowane są oprawy.

System oświetleniowy objęty audytem zawiera 573 oprawy oświetleniowe. Z audytu wyłączono 47 opraw typu LED oraz 30 opraw typu parkowego, które pozostają bez wymiany.

Tabela zamieszczona niżej zawiera zestawienie opraw oświetleniowych według mocy nominalnej wytypowanych do wymiany:

Tabela nr 1.

Liczba	Oprawa rodzaj	
Oprawa moc	Sodowa	Suma
100	43	43
150	530	530
Suma końcowa	573	573

Słupy

Dominującym rozwiązaniem konstrukcji nośnych dla oświetlenia ulicznego są słupy sieci elektrycznej niskiego napięcia służące przede wszystkim dostawie energii elektrycznej do punktów odbioru abonenckiego. Na słupach są podwieszane dodatkowe przewody oświetleniowe wykonane jako linie przewodem AL nieizolowanym lub jako izolowane przewodem typu AsXSn. Oświetlenie w tym przypadku pracuje w tzw. sieci skojarzonej. Uprawienie tej nazwy jest szczególnie uzasadnione w przypadku funkcjonowania jednego przewodu oświetleniowego gdzie system zasilania opraw korzysta z przewodu zerowego wspólnego dla linii abonenckich.

Przewód izolowany AsXsN instalowany jest głównie jako dwużyłowy co sprawia, że zasilanie opraw jest niezależne od linii abonenckich, licząc od punktu przyłączenia i pomiaru energii elektrycznej.

W sieci skojarzonej funkcjonują słupy betonowe typu ŻN skonfigurowane w zależności od funkcji jaką spełniają oraz słupy betonowe wirowane EPV. Rodzaje słupów są opisane w bazie danych.

Wysięgniki

Z uwagi na właściwy montaż opraw na odpowiednich wysokościach wysięgniki pozostają bez zmian.

Zasilanie - Punkty Poboru Energii

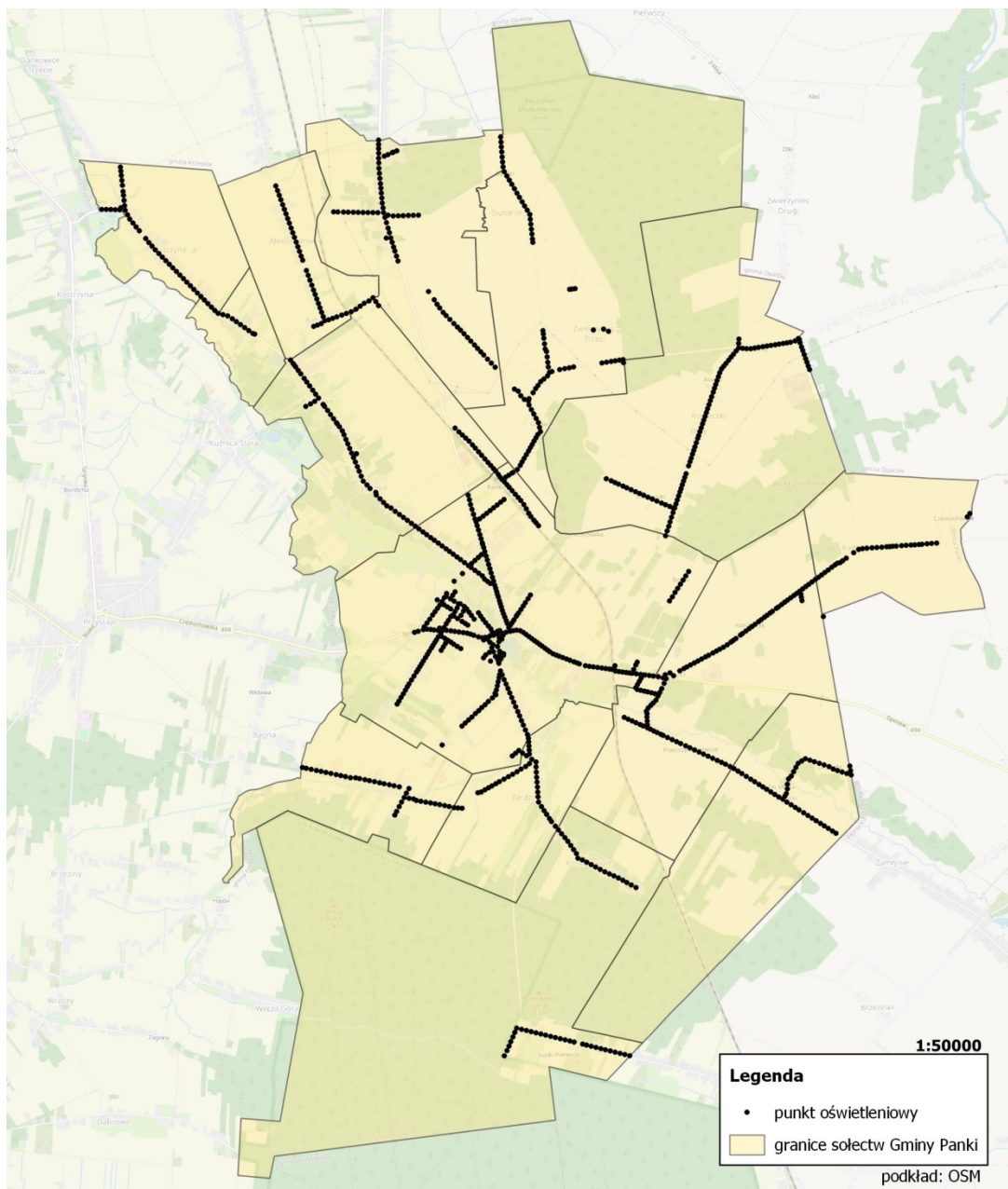
System sterowania załączaniem oświetlenia na terenie gminy opiera się na sterowaniu procesem załączania i wyłączenia oświetlenia za pomocą zegarów astronomicznych. Zegary te posiadają wpisane do pamięci czasy zachodów i wschodów słońca dla każdego dnia roku. System ten gwarantuje możliwość niemal równoczesnego zapalania i wyłączenia oświetlenia dla niezależnych od siebie obwodów oraz umożliwia stosowanie korekt czasu załączania, zaplanowanie i dyscyplinowanie kosztów energii elektrycznej.

Analiza faktur nie wykazała alarmujących danych takich jak nieoptymalna taryfa dla dystrybucji.

4. Podsumowanie inwentaryzacji (wnioski)

Stan większości opraw oświetleniowych jest zadowalający, jednak istniejące wysięgniki oraz pochodzące w mniejszej skali z dobudów mają kąty nachylenia, które nie pozwalają na poprawne oświetlenie jezdni, a wręcz tworzą sytuację zagrożenia na drodze. Mamy tu na myśli instalowane pod kątem 30 a nawet 45 stopni oprawy, które mogą być źródłem olśnienia. Oprawy instalowane na takich wysięgnikach obowiązkowo muszą mieć uchwyt mocowania z funkcją regulacji nachylenia oprawy w dużym zakresie.

W zakresie rozpoznania mocy opraw mogą w niewielu przypadkach wystąpić niezgodności ze stanem faktycznym z uwagi na brak widoczności źródła światła – brudne, matowe klosze opraw. Inną przyczyną może być wkręcanie źródeł światła innych od właściwych dla danego typu oprawy. Zauważono praktykę stosowania w oprawach sodowych źródeł w balonach mlecznych, co nie przesądza o typie źródła – mogą to być źródła rtęciowe, sodowe lub metalo-halogenkowe jak również lampy z mieszaniną Peninga tzw. sodowe zamienniki rtęciówek.



Ryc. Lokalizacja modernizowanych obszarów

Na podstawie powyższej analizy, należy rozważyć wymianę opraw sodowych na oprawy typu LED.

5. Analiza zużycia energii instalacji oświetleniowej (dla stanu istniejącego)

Podstawa:

- dane uzyskane z Urzędu Gminy
- inwentaryzacja w terenie

Zakres:

- wyliczenie mocy istniejącego systemu
- wyliczenie energochłonności opraw
- zużycie energii przez system
- koszty energii elektrycznej

Moc istniejącego systemu

Do określenia mocy systemu oświetlenia przyjęto poniższe moce jednostkowe dla poszczególnych typów lamp:

Tabela 2. Moce jednostkowe dla poszczególnych opraw

	Rodzaj źródła	Moc źródła światła	Straty dławika	Moc znamionowa oprawy *	Ilość opraw	Moc całkowita suma
		[kW]	[kW]	[kW]	[szt.]	[kW]
Oprawy sodowe	S70	0,07	0,013	0,083		0
	S100	0,1	0,016	0,116	43	4,988
	S150	0,15	0,018	0,168	530	89,04
	S250	0,25	0,02	0,27		0
Suma					573	94,028

*Zgodnie z Rozporządzeniem § 2. 1. Podpunkt c - ... z uwzględnieniem danych znamionowych lub katalogowych oraz czynników wpływających na zużycie energii

Tabela 3. Wyliczona moc systemu oświetleniowego

Teren Gminy Panki	MOC ZAINSTALOWANA
	STAN ISTNIEJĄCY
	kW
	94,028

Średnia energochłonność opraw

94 028 [W] (suma moc opraw) / 573 [szt.] (ilość opraw) = **164,1 W/pkt.**

Moc systemu oświetleniowego uwzględnia rzeczywistą moc zainstalowanych źródeł światła. Biorąc pod uwagę, że analizą objęte są ulice z terenów wiejskich, gdzie wymagania są niższe (klasy oświetleniowe ME4 i ME5) należy uznać wartość za umiarkowaną.

Moc umowna systemu oświetlenia

Analiza mocy umownych pozwala uznać wielkość całkowitą za wyznaczoną w sposób zawyżony. W wielu przypadkach punktów PPE mamy do czynienia z zawyżeniem tej mocy jak. Z uwagi na planowaną modernizację nie ma potrzeby wykonywania w tym zakresie korekt, ponieważ po radykalnej zmianie mocy zainstalowanej nowych opraw zaistnieje konieczność ustanowienia również nowych mocy umownych.

Zużycie energii elektrycznej przez system

Tabela 4. Wyliczone roczne zużycie energii elektrycznej istniejącego systemu oświetlenia

Stan dla zakresu objętego audytem			Zużycie energii elektrycznej w kWh	
			1 rok	5 lat
moc opraw	94,028	kW	390 216,20	1 951 081,00

Szacowane roczne zużycie energii elektrycznej to 390 216,20 kWh tj. ok. 390,22 MWh

Do obliczenia rocznego zużycia energii elektrycznej przyjęto czas świecenia systemu na poziomie 4150 godzin w skali roku.

Różnica zużycia energii elektrycznej wyliczonej i faktycznie zarejestrowanej przez liczniki energii elektrycznej (odzwierciedlone na fakturach) może wynikać z błędnej pracy sterowników oświetlenia, innych ustawień lub uszkodzeń. Stąd ich niewłaściwa praca powoduje zawyżenie lub zniżenie czasu pracy oświetlenia i zużycie faktyczne jest wtedy różne od wyliczonego teoretycznie.

Koszty energii elektrycznej zużywanej przez system

Oszacowanie kosztów energii elektrycznej zużywanej przez oświetlenie drogowe według danych finansowych zaczerpniętych z faktur II kw. br.

Poniższe składniki cenowe energii elektrycznej są aktualne na miesiąc czerwiec 2020 roku dla oficjalnej taryfy w zakresie dystrybucji energii oraz stawki za energię czynną pochodzące z postępowania przetargowego na zakup energii elektrycznej.

Tabela 5. Wyliczenie kosztu energii elektrycznej dla istniejącego systemu oświetlenia

ilość ppe									
									41
zużycie całodobowo [kWh]									390 216,20
moc zamówiona [kW]									98

zakup energii elektrycznej	stawka zł/kWh			zużycie	koszt netto	VAT	koszt brutto
zużycie całodobowo [kWh]	0,2733 zł			390 216,20	106 646,09 zł	24 528,60 zł	131 174,69 zł
				suma	106 646,09 zł	24 528,60 zł	131 174,69 zł

dystrybucja energii elektrycznej	zł/kWh				koszt netto	VAT	koszt brutto
opłata abonamentowa	2,28000 zł			41	1 121,76 zł	258,00 zł	1 379,76 zł
sieciowa stała	3,07000 zł			98	3 610,32 zł	830,37 zł	4 440,69 zł
opłata mocowa	10,46000 zł			41	5 146,32 zł	1 183,65 zł	6 329,97 zł
sieciowa zmienna	0,13340 zł			390 216,20	52 054,84 zł	11 972,61 zł	64 027,45 zł
opłata jakościowa	0,01020 zł			390 216,20	3 980,21 zł	915,45 zł	4 895,65 zł
opłata OZE	0,00220 zł			390 216,20	858,48 zł	197,45 zł	1 055,93 zł
opłata przejściowa	0,08000 zł			98	94,08 zł	21,64 zł	115,72 zł
				suma	66 866,00 zł	15 379,18 zł	82 245,18 zł

suma kosztów	213 419,87 zł
--------------	---------------

Wnioski końcowe analizy stanu istniejącego i propozycje działań

- oprawy oświetleniowe istniejące w systemie kwalifikują się do wymiany z uwagi na energochłonność, ich szkodliwość wieloaspektową dla środowiska (pobór energii, niebezpieczne materiały do utylizacji). Potrzeba wymiany opraw jest uzasadniona pojawieniem się wydajniejszych energetycznie rozwiązań na bazie opraw LED.
- zastosowanie opraw LED o standardach typowych i utrzymujących poziom stały parametrów z użyciem prostej konserwacji (IP66, IK08, Tb= 4000°K, klosz szyba płaska, rozsył uliczny, regulacja nachylenia oprawy -15/+5 itp.)
- poprawa jakości oświetlenia wymaga przede wszystkim zabudowy opraw na wolnych słupach w ciągach oświetleniowych (gwarancja równomierności oświetlenia)

Nie istnieje potrzeba:

- zmiany trybu zakupu energii elektrycznej i zmiany taryfy
- stosowanie stabilizacji napięcia jest nieuzasadnione w sytuacji zastosowania opraw LED posiadających własną stabilizację dla szerokiego zakresu napięć zasilających

6. Wskazanie wariantów modernizacji oświetlenia

Wariant 1 – modernizacja na oprawach LED technologia innowacyjna

Wariant 1 modernizacji przewiduje wymianę opraw oświetleniowych ulicznych na oprawy LED.

Ponieważ nowoczesne oprawy LED posiadają precyzyjne rozsyły światła, niemal całkowity strumień światła kierowany jest na powierzchnie oświetlaną i to z bardzo małymi stratami. Ta cecha opraw LED umożliwia uzyskanie szerszych rozsyłów i wyższych poziomów parametrów oświetleniowych od opraw z lampami wyładowczymi.

Jednocześnie wymagane poziomy oświetlenia można uzyskać z mniejszej mocy opraw.

Celem potwierdzenia uzyskania wymaganych poziomów parametrów wykonano obliczenia w programie Dialux, gdzie dobrano charakterystyki rozsyłu opraw i dobrano moce opraw. Ważną cechą i niewątpliwie krytyczną – bezwzględnie wymaganą, zaproponowanych opraw, jest posiadanie przez oprawy uchwyty montażowego pozwalającego na zamontowanie oprawy pod wyliczonym kątem do płaszczyzny jezdni. We wszystkich przypadkach ten wyznaczony kąt wynosi 0 stopni.

W wersji 1 obliczenia potwierdziły uzyskanie wartości parametrów oświetleniowych na poziomach zgodnych z normą. Natomiast w kilku lokalizacjach wymagane jest uzupełnienie oświetlenia na wybranych stanowiskach słupowych w celu uzyskania parametrów oświetleniowych zgodnych z normą.

Rekomendowana barwa światła emitowana przez oprawy: biała neutralna, temperatura barwowa 4000K, wskaźnik oddawania barw Ra>70.

Wariant 1 modernizacji przewiduje wymianę opraw oświetleniowych ulicznych na oprawy LED. Wysięgniki powinny mieć kąt nachylenia 5 stopni a regulacja montażu oprawy doprowadzać do ich ustawienia na 0 stopni (obniżenie -5 stopni). W tym przypadku możliwe byłoby użycie opraw o mniejszych zakresach regulacji kąta nachylenia.

Uzyskane dodatkowe efekty jakościowe w postaci:

- zwiększenia równomierności oświetlenia
- zmniejszenia niedoświetlenia stref ciemnych w przypadku instalacji opraw na co drugim słupie
- zmniejszenia zagrożenia użytkowników zjawiskiem olśnienia (Zmniejszona wartość Ti)

- zwiększenie bezpieczeństwa serwisowania opraw poprzez zwiększenie odległości od przewodów sieci niskiego napięcia

- zmniejszenie awaryjności i kosztów usuwania niesprawności z uwagi na wymianę dodatkowego osprzętu (przewody, gniazda bezpiecznikowe)

Przewidywany zakres prac:

1. wymiana opraw oświetleniowych na oprawy LED
2. wymiana przewodów wysięgnikowych, gniazd bezpiecznikowych, itp.

Efekty ekologiczne wynikające z realizacji wariantu 1 modernizacji:

- a) zmniejszenie zużycia energii elektrycznej
- b) zmniejszenie emisji zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska wynikających ze zmniejszenia zużycia energii
- c) zmniejszenie wprowadzanych szkodliwych substancji związane z eliminacją źródeł światła zawierających rtęć, ołów itd.

Tabela 6. Skrócona tabela projektowanych opraw oświetleniowych, zawiera oprawy do wymiany i oprawy do dowieszenia w celu spełnienia normy oświetleniowej

Oprawa Projektowana moc [W]	Ilość [szt.]	Moc suma [kW]
51,5	127	6,541
59,5	384	22,848
79,5	20	1,590
100	42	4,200
Suma	573	35,179

Analiza finansowa wariantu nr 1 modernizacji

Tabela 7. Wyliczenie kosztu energii elektrycznej po modernizacji systemu oświetlenia

ilość ppe	41
	-
zużycie całodobowo [kWh]	145 990,78
moc zamówiona [kW]	98

Koszt utrzymania systemu po modernizacji

zakup energii elektrycznej	stawka zł/kWh		zużycie	koszt netto	VAT	koszt brutto
całodobowo	0,2733 zł		145 990,78	39 899,28 zł	9 176,83 zł	49 076,11 zł
			suma	39 899,28 zł	9 176,83 zł	49 076,11 zł

dystrybucja energii elektrycznej	zł/kWh			koszt netto	VAT	koszt brutto
opłata abonamentowa	2,28000 zł		41	1 121,76 zł	258,00 zł	1 379,76 zł
sieciowa stała	3,07000 zł		98	3 610,32 zł	830,37 zł	4 440,69 zł
opłata mocowa	10,46000 zł		41	5 146,32 zł	1 183,65 zł	6 329,97 zł
sieciowa zmienna	0,13340 zł		145 990,78	19 475,17 zł	4 479,29 zł	23 954,46 zł
opłata jakościowa	0,01020 zł		145 990,78	1 489,11 zł	342,49 zł	1 831,60 zł
opłata OZE	0,00220 zł		145 990,78	321,18 zł	73,87 zł	395,05 zł
opłata przejściowa	0,08000 zł		98	94,08 zł	21,64 zł	115,72 zł
			suma	31 257,93 zł	7 189,33 zł	38 447,26 zł

suma kosztów 87 523,37 zł

Jak wynika z wielkości przedstawionych w tabelach, oszczędności pojawią się zarówno w kosztach dystrybucji energii jak i jej zakupu.

Tabela efektu ekologicznego dla wariantu 1.

Moc zainstalowana obecnie	94,028	kW
Zużywana energia obecnie	390 216,20	kWh/rok
Obecna emisji CO2	280,57	Mg / rok
Moc po wymianie opraw	35,18	kW
Oszczędność- zmniejszenie mocy	62,6%	
Średnia energochłonność docelowa opraw	61,39	W/oprawę
Zużycie energii po wykonaniu inwestycji oprawy z redukcją mocy	145 990,78	kWh/rok
Emisji CO2 po wykonaniu inwestycji	104,97	Mg / rok
Całkowita oszczędność energii	244 225,43	kWh
	62,6%	
Redukcja emisji CO2	175,60	Mg / rok
Ilość opraw do wymiany	573	sztuk

Wariant 2 modernizacji

Kolejnym wariantem modernizacji oświetlenia jest wymiana opraw i jednoczesnym „modelowaniu – kalibrowaniu” opraw według niezbędnego strumienia światła dla uzyskania wymagań na minimalnym wymaganym poziomie. Rozwiązania takie możliwe są przy poniesieniu dodatkowych nakładów - rozbudowie systemu sterowania poprzez zakup systemu informatycznego zarządzania oświetleniem ulicznym (TIK) oraz programowanie układów

zasilających opraw oświetleniowych LED dodatkowym harmonogramem zmniejszania pobory mocy w godzinach późnonocnych.

System sterowania i monitoringu

Celem stosowania jest pełna kontrola i monitoring zainstalowanych opraw oświetleniowych. Systemem steruje się za pomocą serwera zainstalowanego w Urzędzie Gminy.

Co daje system?

Sterowanie:

- dowolna regulacja strumienia świetlnego
- regulacja czasów załączania i wyłączenia
- utrzymanie stałego strumienia w czasie całej eksploatacji

Monitoring:

- wykrywanie usterek każdej oprawy
- kontrola temperatury oprawy
- kontrola zużycia energii
- pomiary: prądu, napięcia, współczynnika mocy, czasu pracy oprawy

Na rynku istnieje kilka firm, które dysponują systemami pozwalającymi na osiągnięcie powyższego celu.

Mimo, że cel jest taki sam, to sposób, w jaki zostaje osiągnięty jest dla każdej z firm różny.

Poniżej podajemy krótkie informacje o stosowanych w Polsce systemach:

Systemy sterowania i monitorowania bezprzewodowego (dla każdej oprawy systemu):

1. OWLET (Schreder)

Elementy systemu zapewniają łączność i komunikację pomiędzy programem zainstalowanym na serwerze najczęściej udostępnionym przez producenta poprzez sterowniki segmentowe do każdej zamontowanej oprawy systemu oświetleniowego. Pomiędzy serwerem a sterownikiem segmentowym łączność radiowa realizowana jest siecią telefonii komórkowej. Łączność pomiędzy sterownikiem segmentowym a oprawą z wbudowanym modułem odbiorczym (sterownikiem lokalnym) następuje drogą radiową w paśmie 2,4GHz. Moduł odbiornika wyposażony jest w interfejs do sterowania parametrami oprawy w standardzie DALI. Jeden sterownik segmentowy może obsłużyć do 150 opraw. Maksymalna odległość pomiędzy oprawami może dochodzić do 100 m co pozwala w systemie zagęszczonym

stosowanie mniejszej ilości sterowników segmentowych niż ilość funkcjonujących dotychczasowych skrzynek sterujących i rozliczania energii PPE.

W terenach wiejskich dla oddalonych od siebie linii oświetleniowych liczba sterowników będzie zbliżona do liczby PPE. Koszt inwestycyjny systemu obejmuje zakup, montaż sterowników segmentowych, zakup opraw wyposażonych w moduły odbiorcze z anteną. W eksploatacji dodatkowym kosztem będą opłaty za zakup kart SIM i transmisje danych.

2. CityTouch (Philips)

System analogiczny w zakresie konfiguracji pracujący na innej częstotliwości łączy pomiędzy sterownikami segmentowymi a oprawami z niemal identyczną funkcjonalnością systemu monitoringu i sterowania. Podobnie system ten wymaga instalacji sterowników segmentowych w punktach PPE i opraw wyposażonych w moduły odbiorcze.

3. System sterowania Philips z wyłącznym wykorzystaniem transmisji danych GPRS łączami telefonii komórkowej.

W odróżnieniu od poprzednich systemów, system nie wymaga instalowania dodatkowych sterowników segmentowych. Oprawy oświetleniowe wyposażone są w moduły odbiorcze z transmisją danych siecią telefonii komórkowej. Posiadają zaimplementowane w układach elektronicznych karty SIM oraz odbiorniki GPS pozwalające na automatyczną lokalizację przestrzenną oprawy. Wszystkie funkcje sterowania i monitorowania opraw dostępne są na stronie internetowej udostępnionej przez producenta. Lokalizacja opraw uwidocznioma jest automatycznie na mapie natychmiast po ich zainstalowaniu i załączeniu zasilania.

Tej funkcjonalności nie posiadają wcześniej opisane systemy. W przypadku zaniku sygnałów komunikacji z oprawami, oprawy zapamiętują ostatnie nastawy sterowania. System nie wymaga ingerencji w sieć zasilania i dostępu do skrzynek PPE.

4. CPA net (RABBIT)

System sterowania i monitorowania bezprzewodowego dla grupy opraw

System oparty na zarządzaniu i monitorowaniu pracy grupy opraw zasilanych z punktu rozliczania energii PPE z wykorzystaniem sieci telefonii komórkowej. Funkcjonalność jest ograniczona do zarządzania w sposób jednolity całą grupą opraw, załączania, wyłączania oraz kontroli czasu świecenia, poziomów parametrów zasilania i poboru energii oraz komunikowania alarmów itp. Sterownik CPAnet instalowany jest w każdym PPE, posiada synchronizację czasu rzeczywistego oraz odbiornik GPS ujawniający lokalizację PPE.

5. APANET

System składa się z kontrolera segmentowego instalowanego w dotychczasowym punkcie sterowania PPE, z którym realizowana jest łączność z poziomu przeglądarki internetowej za pomocą sieci telefonii komórkowej. Ze sterownikiem współpracuje moduł interfejsu przekształcający sygnały sterujące na standard LonWorks umożliwiając wysyłanie tych sygnałów po liniach zasilających (komunikacja PowerLine). W oprawach lub na słupach montowane są sterowniki, kontrolery odbierające sygnały wysyłane po liniach zasilających i sterujące pracą opraw (do współpracy z układami zasilaczy opraw w standardzie DALI lub 1-10). Zakres funkcjonalności systemu jest zbliżony do przedstawionych w pkt 1 i 2.

Analiza finansowa wariantu nr 2 modernizacji

Możliwe jest zastosowanie redukcji mocy i strumienia świetlnego w godzinach zmniejszonego ruchu pojazdów motorowych. Przewidziane oprawy posiadają możliwość sterowania systemem zewnętrznym (TIK) lub programowania bezpośredniego w standardzie Dali. Zaleca się, aby system (TIK) i programowanie bezpośrednie obniżało poziomy parametrów o 2 klasy oświetleniowe w godzinach od 20.00 do 5.00 w zależności do warunków drogowych. Poniższa tabela przedstawia średnie wartości obniżenia mocy opraw odpowiadających ilości godzin w roku:

redukcja mocy w oprawie	czas pracy [h]	moc [kW]	zużycie ee [kWh]
0%	739	35,18	25 996,91
30%	1 460	24,62	35 952,43
50%	1 951	17,59	34 316,63
	4 150		96 265,97

Tabela 8. Wyliczenie kosztu energii elektrycznej po modernizacji systemu oświetlenia

ilość ppe	41
zużycie całodobowo [kWh]	95 767,97
moc zamówiona [kW]	98

Koszt utrzymania systemu po modernizacji

zakup energii elektrycznej	stawka zł/kWh	zużycie	koszt netto	VAT	koszt brutto
		-	0,00 zł	0,00 zł	0,00 zł
całodobowo	0,2733 zł	95 767,97	26 173,38 zł	6 019,88 zł	32 193,26 zł
		suma	26 173,38 zł	6 019,88 zł	32 193,26 zł

dystrybucja energii elektrycznej	zł/kWh	koszt netto	VAT	koszt brutto	
opłata abonamentowa	2,28000 zł	41	1 121,76 zł	258,00 zł	1 379,76 zł
sieciowa stała	3,07000 zł	98	3 610,32 zł	830,37 zł	4 440,69 zł
opłata mocowa	10,46000 zł	41,00	5 146,32 zł	1 183,65 zł	6 329,97 zł
sieciowa zmienna	0,13340 zł	95 767,97	12 775,45 zł	2 938,35 zł	15 713,80 zł
opłata jakościowa	0,01020 zł	95 767,97	976,83 zł	224,67 zł	1 201,50 zł
opłata OZE	0,00220 zł	95 767,97	210,69 zł	48,46 zł	259,15 zł
opłata przejściowa	0,08000 zł	98	94,08 zł	21,64 zł	115,72 zł
		suma	23 935,45 zł	5 505,15 zł	29 440,60 zł

suma kosztów 61 633,87 zł

Tabela efektu ekologicznego dla wariantu nr 2

Moc zainstalowana obecnie	94,028	kW
Zużywana energia obecnie	390 216,20	kWh/rok
Obecna emisji CO2	280,57	Mg / rok
Moc po wymianie opraw	35,18	kW
Oszczędność- zmniejszenie mocy	62,6%	
Średnia energochłonność docelowa opraw	61,39	W/oprawę
Zużycie energii po wykonaniu inwestycji oprawy z redukcją mocy	95 767,97	kWh/rok
Emisji CO2 po wykonaniu inwestycji	68,86	Mg / rok
Całkowita oszczędność energii	294 448,23	kWh
	75,5%	
Redukcja emisji CO2	211,71	Mg / rok
Ilość opraw do wymiany	573	sztuk

W wyniku uruchomienia systemu sterowania (TIK) i programowania opraw zmniejszamy zużycie energii elektrycznej i emisję CO₂ o dodatkowe 13%, co przekłada się na zwiększenie oszczędności finansowych do **151 786,00 zł brutto** w skali roku.

Analiza ilości zaoszczędzonej energii finalnej

Zgodnie z załącznikiem nr 2 do Rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. 2017 poz. 1912) wykonujemy obliczenie ilość zaoszczędzonej energii finalnej wyrażonej w [kWh/rok] wg wzoru:

$$\Delta Q_0 = T_u (M_0 - M_1) / 1000$$

gdzie:

ΔQ_0 - ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażonej w [kWh/rok],

T_u - czas użytkowania źródła światła określony na podstawie danych zawartych w tabeli nr 6, wyrażony w [h/rok] ww. Rozporządzenia tj. w przypadku oświetlenia ulicznego – **4 150**;

M_0 - łączna moc znamionowa opraw oświetleniowych lub źródeł światła przed wymianą, wyrażona w [W] – **94 028 [W]** (wartość ze strony nr 12 niniejszego dokumentu)

M_1 - łączna moc znamionowa nowych opraw oświetleniowych lub źródeł światła po wymianie, wyrażona w [W] – **35 178,50 [W]** (wartość ze strona nr 23 niniejszego dokumentu)

$$\Delta Q_0 = 4150 * (94\ 028 - 35\ 178,50) / 1000 = 244\ 225,43 \text{ [kWh/rok]}$$

Zgodnie z rozporządzeniem ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażonej w [kWh/rok] wynosi: **244 225,43** i jest to obniżeniem zużycia energii finalnej o 62,6%.

Wyliczona powyżej ilość energii finalnej nie uwzględnia zastosowania systemu sterowania TIK i programowania opraw. Stąd przy założeniu, że system sterowania (TIK) i programowanie bezpośrednio opraw obniża poziomy parametrów opraw o 2 klasy oświetleniowe w godzinach od 20.00 do 5.00 w zależności do warunków drogowych to poniższa tabela 11 przedstawia średnie wartości obniżenia mocy opraw odpowiadających ilości godzin w roku:

Tabela 11. Wyliczenie zużycia energii finalnej po wymianie opraw przy zastosowaniu systemu sterowania (TIK) i programowaniu opraw

redukcja mocy w oprawie	czas pracy [h]	moc [kW]	zużycie ee [kWh]
0%	739	35,18	25 996,91
30%	1 460	24,62	35 952,43
50%	1 951	17,59	34 316,63
	4 150		96 265,97

Na podstawie Tabeli 11 zużycie energii finalnej po wymianie opraw wyniesie: 96 265,97 kWh, czyli dodatkowo obniżamy zużycie energii finalnej przed wymianą **do wartości 75,5 %**.

Podsumowanie wariantów modernizacji

Z uwagi na najniższy koszt eksploatacji, eliminację źródeł światła zawierających substancje niebezpieczne, zastosowanie systemu sterowania – wariant nr 2 jest rekomendowanym wariantem modernizacji oświetlenia dla Gminy Panki.

Oświetlenie LED jest najbardziej innowacyjną technologią obecnie dominującą w technice świetlnej. Obserwuje się dynamiczny rozwój tej technologii w zastosowaniu do oświetlenia drogowego i ulicznego. Nowa technologia to coraz większy strumień świetlny opraw oraz długa trwałość i co za tym idzie znacznie zmniejszające się koszty eksploatacyjne. Dodatkowo oprawy oświetleniowe typu LED są niewrażliwe na drgania i wstrząsy wywołane ruchem pojazdów. Oprawy te cechuje również bardzo szybki „zapłon”, czyli uzyskanie pełnego strumienia świetlnego natychmiast po włączeniu zasilania oraz brak wrażliwości na częste włączenia i wyłączenia zasilania.

Aktualne uwarunkowania nie pozostawiają w zasadzie innych możliwości jak uzyskanie pożądanych efektów poprzez wymianę opraw istniejących na oprawy LED. Dodatkowo zastosowanie opraw LED wyklucza stosowanie źródeł światła zawierających niebezpieczne substancje takie jak rtęć i ołów. Z tego też powodu komisja europejska wyznacza terminy wykluczania wyrobów mniej efektywnych energetycznie z obrotu handlowego. Lamy rtęciowe jak i sodowe standardowe podlegają wycofaniu z handlu otwartego. Do chwili obecnej wysokoprężne lampy sodowe są najtańszym inwestycyjnie środkiem do skutecznego oświetlenia ulic z wysoką sprawnością przetwarzania energii w światło. Wydajność świetlna (właściwie skuteczność świetlna) jest nieco niższa niż w nowoczesnych źródłach LED. Posiadają jednak wiele ważnych cech niedoskonałości, które decydują o większych kosztach eksploatacji, większych stratach strumienia światła kierowanego na oświetlane powierzchnie, dalekiego od komfortu postrzegania obiektów itp. Nowe oprawy ze źródłami światła LED charakteryzują się mniejszymi stratami w swoim układzie optycznym, precyzyjnym, specjalizowanym do różnorodnych lokalizacji rozsyłem światła, który zapewnia optymalne warunki oświetlenia.

Zastosowanie w ich miejsce opraw LED przyczyni się do poprawy kilku elementów:

- poziomu parametrów oświetleniowych i komfortu widzenia,
- jakości barwy światła,
- równomierności i energooszczędności systemu.

Zasadne jest zastosowanie redukcji mocy i strumienia świetlnego w godzinach zmniejszonego ruchu pojazdów motorowych. Przewidziane oprawy posiadają funkcję zintegrowaną w oprawie, funkcję utrzymania stałego strumienia w czasie oraz możliwość sterowania systemem

zewnętrznym w standardzie Dali2. Zaleca się, aby system ściemnienia (TIK i programowania opraw) obniżał poziomy parametrów o 1 lub 2 klasy oświetleniowe w godzinach 21:00 do 5:00. Konsekwencją redukcji mocy może być zmniejszenie współczynnika mocy oprawy powodujące pobór mocy biernej przez system oświetlenia. Przekroczenie tgφ powyżej wartości 0,4 upoważnia dystrybutora energii elektrycznej do naliczania opłat za pobór energii biernej.

Tabela porównawcza wariantów modernizacji:

	Wariant nr 1	Wariant nr 2	
Opis	Wymiana opraw na LED	Wymiana opraw z TIK	jednostka
Moc zainstalowana obecnie	94,028	94,028	kW
Zużywana energia obecnie	390 216,20	390 216,20	kWh/rok
Obecna emisji CO2	280,57	280,57	Mg / rok
Moc po wymianie opraw	35,18	35,18	kW
Oszczędność- zmniejszenie mocy	62,6%	62,6%	
Średnia energochłonność docelowa opraw	61,39	61,39	W/oprawę
Zużycie energii po wykonaniu inwestycji	145 990,78	95 767,97	kWh/rok
Emisji CO2 po wykonaniu inwestycji	104,97	68,86	Mg / rok
Całkowita oszczędność energii	244 225,43	294 448,23	kWh
	62,6%	75,5%	
Redukcja emisji CO2	175,60	211,71	Mg / rok
Ilość opraw do wymiany/montażu	573	573	sztuk
Koszt brutto realizacji zadania	725 849,13	799 147,29	zł
Oszczędność - opłaty za energię elektryczną	125 896,50	151 786,00	zł
Prosty zwrot z inwestycji bez dofinansowania	5,8	5,3	lata

7. Ustalenie zakresu i wariantu modernizacji oświetlenia ulicznego

Dobór mocy opraw poprzedzono szczegółowymi obliczeniami. Dobór mocy został wykonany z marginesem bezpieczeństwa, który jest konieczny przy zastosowaniu np. innych opraw niż uwidocznione w zestawieniach. Obliczenia fotometryczne wykonano na oprawach oświetleniowych o rozsyłach uniwersalnych. Istnieje zdecydowana możliwość zastosowania opraw o bardziej wyrafinowanych rozsyłach światła, które można potraktować jako równoważne a pochodzących od różnych producentów, opraw charakteryzujących się zbliżonymi parametrami rozsyłu światła, wydajnością świetlną źródeł LED, barwy światła, typowymi parametrami odporności na czynniki zewnętrzne (ciała stałe i woda, odporność na udary) oraz właściwościami montażu (regulacja nachylenia opraw).

Wskazane moce opraw przyjęto na poziomie, dla których wymagania spełniają weryfikowane oprawy.

Poniższa dokumentacja fotograficzna prezentuje przypadki występowania układów geometrii istniejącej infrastruktury oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Panki. Pozostałe wystąpienia geometrii, niezaprezentowane poniżej, są zbliżone lub takie same.

- Słupy przy drodze wojewódzkiej:



- Słupy przy głównych drogach gminy:



- Słupy przy drogach o niższej klasie oświetleniowej:



Zestawienie oprav oświetleniowych, mocy, zużycia energii i kosztów energii elektrycznej całego systemu po modernizacji dla wybranego wariantu

Wykonanie zestawień poprzedzono wykonaniem obliczeń, które wskazują dobór parametrów montażu i rodzaju sprzętu oświetleniowego umożliwiające spełnienie wymagań normy PN-EN13201 Oświetlenie dróg. Dobór mocy oprav zdecydował o poziomie efektywności energetycznej zmodernizowanego systemu. W dalszych wyliczeniach efektywność określono redukcją zużycia energii elektrycznej oraz energochłonnością średnią punktu oświetleniowego.

Średnia energochłonność oprav całego systemu po modernizacji
35 178,50 [W] (moc oprav / 573 [szt.] (ilość oprav) = **61,39 W/oprawę**

Wykonawca dokumentacji rekomenduje Zamawiającemu wariant 2 modernizacji. Wybór wariantu został dokonany po uwzględnieniu zarówno elementów technicznych jak i ekonomicznych.

Tabela 8. Zużycie energii elektrycznej dla stanu docelowego po modernizacji

Stan po modernizacji			zużycie energii elektrycznej w kWh	
			1 rok	5 lat
moc oprav po moderniacji	35,18	kW	95 767,97	478 839,83

Z uwagi na najwyższy efekt ekonomiczny i ekologiczny inwestycji wariant nr 2 należy uznać za optymalny.

8. Wyliczenie efektu oszczędności energii elektrycznej i efektu ekologicznego (dla zakresu modernizacji)

Przebudowa polega na wymianie przestarzałych lamp sodowych na nowocześniejsze i zarazem oszczędniejsze lampy LED. W wyniku przebudowy zostanie zmniejszony pobór mocy na cele oświetleniowe.

Dzięki zmniejszeniu mocy zainstalowanej zmniejszy się zużycie węgla na jej wyprodukowanie, a co za tym idzie zmniejszą się ilości szkodliwych czynników wydalanych podczas spalania węgla.

Tabela 9. Tabela efektu oszczędności energii elektrycznej i efektu ekologicznego

Moc zainstalowana obecnie	94,028	kW
Zużywana energia obecnie	390 216,20	kWh/rok
Obecna emisji CO2	280,57	Mg / rok
Moc po wymianie opraw	35,18	kW
Oszczędność- zmniejszenie mocy	62,6%	
Średnia energochłonność docelowa opraw	61,39	W/oprawę
Zużycie energii po wykonaniu inwestycji oprawy z redukcją mocy	95 767,97	kWh/rok
Emisji CO2 po wykonaniu inwestycji	68,86	Mg / rok
Całkowita oszczędność energii	294 448,23	kWh
	75,5%	
Redukcja emisji CO2	211,71	Mg / rok

9. Koszt wymiany opraw oświetleniowych

Założenia kosztorysowe, charakterystyka obiektu:

Kosztorys inwestorski opracowano na podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004r. Dz. U. Nr 130 poz.1389.

1. Charakterystyka obiektu i robót.

Zakres niniejszego opracowania obejmuje remont oświetlenia ulicznego.

Opracowanie obejmuje:

- Demontaż opraw oświetleniowych i montaż w ich miejsce nowych opraw energooszczędnych LED wraz z przewodami wysięgnikowymi i zabezpieczeniami BZO
 - uruchomienie Bezprzewodowego Sterowania Oświetleniem
 - Przeprowadzenie badań, prób i pomiarów
 - Wykonanie dokumentacji powykonawczej
2. Przedmiar robót został ujęty w kosztorysie inwestorskim w osobnym opracowaniu.
3. Kosztorys inwestorski sporządzony został metodą kalkulacji uproszczonej.

10. Analiza oddziaływania na środowisko

Prace związane z montażem opraw będą miały niewielki wpływ na stan zanieczyszczenia powietrza (typowe prace budowlane). W trakcie prowadzenia prac wystąpi nieznaczna emisja zanieczyszczeń pyłowych.

Oprawy oraz źródła światła zdemontowane ze słupów należy przekazać do utylizacji.

Wymiana opraw na typu LED wiąże się z wycofaniem źródeł światła wyładowczych, które w składzie konstrukcyjnym posiadają (zarówno „rtęciówki” jak i „sodówki”) związki niebezpieczne takie jak rtęć czy ołów. Wycofanie ich z eksploatacji wpłynie na zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska globalnego.

11. Podsumowanie

Zadanie wymiany opraw daje istotne oszczędności w zużyciu energii elektrycznej, co przekłada się na zmniejszenie kosztów jej zakupu oraz zmniejsza emisję zanieczyszczeń wynikających z rezygnacji wytworzenia wielkości energii zaoszczędzonej.

Głębokość efektu oszczędności w zużyciu energii elektrycznej jest duża. Efekt redukcji zużycia energii elektrycznej, redukcji emisji zanieczyszczeń, redukcji kosztów utrzymania oświetlenia można pogłębić stosując dodatkowe redukcje mocy opraw w godzinach nocnych.

Nie uwzględniano w obliczeniach oszczędności dodatkowych, jakie mogą być generowane szczególnie w zakresie kosztu konserwacji systemu. Zależać będą od warunków na jakich będzie realizowana usługa eksploatacyjna – konserwacja. Dla opraw LED w okresie rozliczeniowym inwestycji, za usterki w zakresie wynikającym z realizacji zadania będzie odpowiedzialny wykonawca – wymagany 5 letni okres gwarancji. Pozostają elementy niezależne, od jakości wykonania robót jak np. uszkodzenia będące następstwem niekorzystnych warunków atmosferycznych bądź aktów wandalizmu.