



Qbik s.c. Pracownia Architektoniczna

4 8 - 3 0 0 Nysa , ul . Partyzantów 5 a / 3

tel.:(+4 8) 694 453 808, e-mail: m.kaczmarzyk@qbik.nysa.pl

Umowa z Zamawiającym		
TYTUŁ OPRACOWANIA:	AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE GMINY TUŁOWICE	
OBIEKT	oświetlenie uliczne	
Adres obiektu budowlanego:	Województwo: opolskie , powiat: opolski , gmina: Tułowice	
Jednostka ewidencyjna, obręb i numery działek ewidencyjnych, na których obiekt jest zlokalizowany:	GMINA	
	AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ Egzemplarz: /2	
Kat. obiektu bud.		
Nazwa i adres inwestora:	Gmina Tułowice Ul. Szkolna 1 49-130 Tułowice	
Nazwa i adres jednostki projektowania:	QBIK s.c. Pracownia Architektoniczna Ul. Partyzantów 5A/3 48-300 Nysa	
Branża architektoniczna Projektant:	mgr inż. arch. Michał Kaczmarzyk	
Branża elektryczna Projektant:	mgr inż. Emilia Jędryczko tech . ele. Jacek Bułdys	

Data opracowania: sierpień 2024

Spis treści

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ	4
Podstawa opracowania audytu.....	5
Zakres audytu.....	6
1. Metodologia wykonanej inwentaryzacji	6
3. Ocena stanu technicznego systemu.....	6
Inwentaryzacja instalacji objętej projektem modernizacji	6
Infrastruktura systemu oświetlenia	7
Oprawy.....	8
Słupy.....	8
Wysięgniki	9
Zasilanie - Punkty Poboru Energii.....	9
4. Podsumowanie inwentaryzacji (wnioski).....	9
5. Analiza zużycia energii instalacji oświetleniowej (dla stanu istniejącego).....	10
Moc istniejącego systemu.....	11
Zużycie energii elektrycznej przez system	12
Koszty energii elektrycznej zużywanej przez system	12
Wnioski końcowe analizy stanu istniejącego i propozycje działań	13
6. Wskazanie wariantów modernizacji oświetlenia	13
Wariant 1 – modernizacja na oprawach LED technologia innowacyjna	13
Analiza finansowa wariantu nr 1 modernizacji	15
Wariant 2 modernizacji.....	16
Analiza finansowa wariantu nr 2 modernizacji	25
Analiza ilości zaoszczędzonej energii finalnej	27
Podsumowanie wariantów modernizacji.....	28
7. Ustalenie zakresu i wariantu modernizacji oświetlenia ulicznego.....	30
8. Wyliczenie efektu oszczędności energii elektrycznej i efektu ekologicznego (dla zakresu modernizacji).....	31
9. Koszt wymiany opraw oświetleniowych	31
10. Analiza oddziaływania na środowisko.....	32
11. Podsumowanie.....	32

Dokumentacja składa się z następujących elementów:

Część 1.

Inwentaryzacja systemu oświetleniowego gminy w systemie geoinformatycznym GIS w zakresie wskazanym przez Zamawiającego

Część 2.

Audyt energetyczny oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Tułowice w zakresie wskazanym przez Zamawiającego w tym:

- inwentaryzacja sieci oświetleniowej
- 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 Tułowice

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania		
		23.05.2024 r.		
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Modernizacja oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Tułowice		
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 Tułowice ul. Szkolna 1 49-130 Tułowice		
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:
III kw. 2024 r.		n/d		5
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia: **		189 998,36	kWh/rok	16,34 **** toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia: **		474 995,91	kWh/rok	40,84 **** 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:				

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 Tułowice a firmą Qbik S.C. Pracownia Architektoniczna
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)
7. Aktualne stawki za energię i dystrybucję obowiązujące dla oświetlenia pozyskane z aktualnych faktur.

¹ Dz.U.2017.1912

Zakres audytu

Tułowice jest gminą miejsko-wiejską położoną w województwie opolskim, powiecie opolskim.

1. Metodologia wykonanej inwentaryzacji

W wyniku przeprowadzonej inwentaryzacji ustalono z Zamawiającym 482 punktów świetlnych przeznaczonych do wymiany na oprawy LED, które są podstawą do przeprowadzenia analizy modernizacji oświetlenia ulicznego Gminy Tułowice.

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 Efektywności Energetycznej.

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, 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).

Dane zawarte w bazie danych wymagają specyficznej obróbki dla uzyskania postaci właściwej dla przedstawienia ich w formie syntetycznej. Równolegle 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 Tułowice, oświetlenie drogowe objęte niniejszym audytem, zrealizowane jest na wspólnych konstrukcjach z liniami przesyłu energii elektrycznej nN i liniami kablowymi oświetlenia wydzielonego.

Dominują oprawy z wyładowczymi sodowymi źródłami światła. W zakresie mocy opraw zidentyfikowano najbardziej rozpowszechnionej moce opraw sodowych ze źródłami światła 70W, 100W i 250W. 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. Niesprzyającą okolicznością w realizacji oświetlenia ulic i dróg są najczęściej znaczne i niepowtarzalne odległości słupów od jej krawędzi. 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 8 m.

Funkcjonujące, niezmodyfikowane 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.

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 **482** oprawy oświetleniowe.

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

Tabela nr 1.

Oprawa moc	Liczba
70	57
100	167
150	256
250	2
Suma końcowa	<u>482</u>

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 podwieszone dodatkowe przewody

oświetleniowe wykonane jako linie przewodem AL nieizolowanym lub jako izolowane przewodem typu AsXsN. Oświetlenie w tym przypadku pracuje w tzw. sieci skojarzonej. Uprawnienie 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 wymiany.

Zasilanie - Punkty Poboru Energii

System sterowania załączaniem oświetlenia na terenie gminy opiera się na sterowaniu procesem załączania i wyłączania 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 wyłączania oświetlenia dla niezależnych od siebie obwodów oraz umożliwia stosowanie korekt czasu załączania, zaplanowanie i dyscyplinowanie kosztów energii elektrycznej.

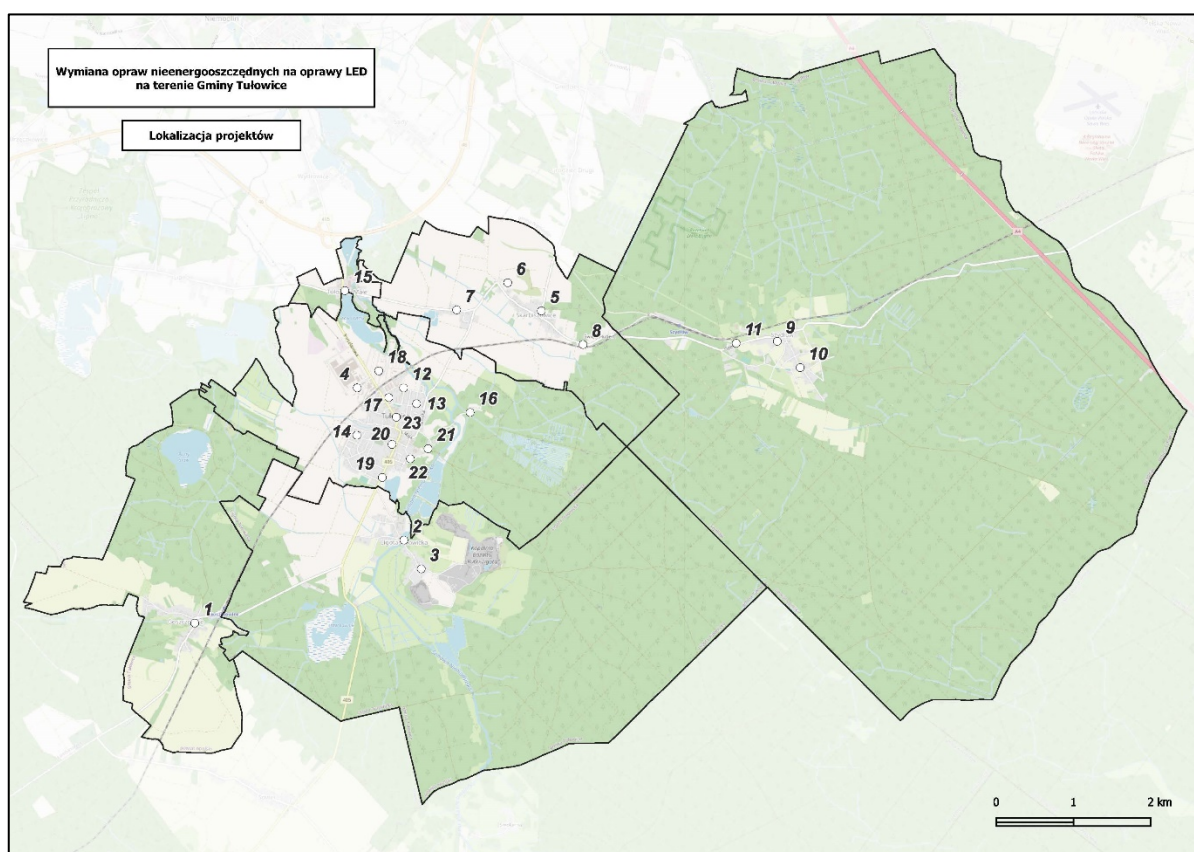
Analiza faktur nie wykazała alarmujących danych takich jak nieoptymalna taryfa dla dystrybucji.

4. Podsumowanie inwentaryzacji (wnioski)

Stan większości opraw oświetleniowych jest zadowalający, jednak istniejące wysięgniki 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.

Wytypowana dwie oprawy do demontażu, które zmniejszają ilość końcową do montażu.

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 mleczyńskich, co nie przesądza o typie źródła – mogą to być źródła rtęciowe, sodowe lub metalohalogenkowe 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 do wymiany	R125	0,125	0,012	0,137	0	0
	R250	0,25	0,015	0,265	0	0
	S70	0,07	0,013	0,083	57	4,731
	S100	0,1	0,016	0,116	167	19,372
	S150	0,15	0,018	0,168	256	43,008
	S250	0,25	0,02	0,27	2	0,54
Suma					482	67,651

*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 – zakres objęty audytem

Teren Gminy Tułowice	MOC ZAINSTALOWANA
	STAN ISTNIEJĄCY
	kW
	67,651

Średnia energochłonność opraw

$$67\,651 \text{ [W]} (\text{suma moc opraw}) / 482 \text{ [szt.]} (\text{ilość opraw}) = 140,4 \text{ W/pkt.}$$

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

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	67,651	kW	280 751,65	1 403 758,25

Szacowane roczne zużycie energii elektrycznej to 280 751,65 kWh tj. ok. 280,75 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 zegarów astronomicznych, innych ustawień lub uszkodzeń. Stąd ich niewłaściwa praca powoduje zawyżenie lub zaniżenie 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 I kw. br. Poniższe składniki cenowe energii elektrycznej są aktualne na miesiąc luty 2024 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	23
zużycie strefa 1 [kWh]	95 455,56
zużycie strefa 2 [kWh]	185 296,09
moc zamówiona [kW]	97,2

zakup energii elektrycznej	stawka zł/kWh	zużycie	koszt netto	VAT	koszt brutto
strefa 1	0,6980 zł	95 455,56	66 627,98 zł	15 324,44 zł	81 952,42 zł
strefa 2	0,6980 zł	185 296,09	129 336,67 zł	29 747,43 zł	159 084,10 zł
suma			195 964,65 zł	45 071,87 zł	241 036,52 zł

dystribucja energii elektrycznej	zł/kWh		koszt netto	VAT	koszt brutto
opłata abonamentowa	4,56000 zł	23	1 258,56 zł	289,47 zł	1 548,03 zł
opłata sieciowa	5,10000 zł	97	5 948,64 zł	1 368,19 zł	7 316,83 zł
opłata mocowa	14,90000 zł	23	4 112,40 zł	945,85 zł	5 058,25 zł
sieciowa strefa 1	0,20710 zł	95 455,56	19 768,85 zł	4 546,83 zł	24 315,68 zł
sieciowa strefa 2	0,15950 zł	185 296,09	29 554,73 zł	6 797,59 zł	36 352,31 zł
opłata jakościowa	0,03140 zł	280 751,65	8 815,60 zł	2 027,59 zł	10 843,19 zł
opłata kogeneracyjna	0,00618 zł	280 751,65	1 735,05 zł	399,06 zł	2 134,11 zł
opłata przejściowa	0,08000 zł	97	93,31 zł	21,46 zł	114,77 zł
suma			70 028,57 zł	16 106,57 zł	86 135,14 zł

suma kosztów	327 171,67 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= 3000°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 Relux, 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.

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 3000K, wskaźnik oddawania barw $R_a > 70$.

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

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 T_i)
- 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:

Demontaż opraw oświetleniowych i montaż w ich miejsce nowych opraw energooszczędnych LED w komplecie z przewodami wysięgnikowymi i zabezpieczeniami w ilości 482 sztuk.

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

Oprawa Projektowana moc [W]	Ilość	Moc suma [kW]
38,5	74	2 849
60	116	6 960
76	105	7 980
81	149	12 069
87	38	3 306
SUMA	482	33 164

Analiza finansowa wariantu nr 1 modernizacji

Tabela 7. Wyliczenie kosztu energii elektrycznej po modernizacji systemu oświetlenia

ilość ppe	23
zużycie strefa 1 [kWh]	41 289,18
zużycie strefa 2 [kWh]	96 341,42
moc zamówiona [kW]	97,2

Koszt utrzymania systemu po modernizacji

zakup energii elektrycznej	stawka zł/kWh	zużycie	koszt netto	VAT	koszt brutto
strefa 1	0,6980 zł	41 289,18	28 819,85 zł	6 628,56 zł	35 448,41 zł
strefa 2	0,6980 zł	96 341,42	67 246,31 zł	15 466,65 zł	82 712,96 zł
suma			96 066,16 zł	22 095,22 zł	118 161,38 zł

dystrybucja energii elektrycznej	zł/kWh		koszt netto	VAT	koszt brutto
opłata abonamentowa	4,56000 zł	23	1 258,56 zł	289,47 zł	1 548,03 zł
opłata sieciowa	5,10000 zł	97	5 948,64 zł	1 368,19 zł	7 316,83 zł
opłata mocowa	14,90000 zł	23	4 112,40 zł	945,85 zł	5 058,25 zł
sieciowa strefa 1	0,20710 zł	41 289,18	8 550,99 zł	1 966,73 zł	10 517,72 zł
sieciowa strefa 2	0,15950 zł	96 341,42	15 366,46 zł	3 534,28 zł	18 900,74 zł
opłata jakościowa	0,03140 zł	137 630,60	4 321,60 zł	993,97 zł	5 315,57 zł
opłata kogeneracyjna	0,00618 zł	137 630,60	850,56 zł	195,63 zł	1 046,19 zł
opłata przejściowa	0,08000 zł	97	93,31 zł	21,46 zł	114,77 zł
suma			40 502,52 zł	9 315,58 zł	49 818,09 zł

suma kosztów	167 979,47 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	67,651	kW
Zużywana energia obecnie	280 751,65	kWh/rok
Obecna emisji CO ₂	198,77	Mg / rok
Moc po wymianie opraw	33,16	kW
Oszczędność- zmniejszenie mocy	51,0%	
Średnia energochłonność docelowa opraw	68,80	W/oprawę
Zużycie energii po wykonaniu inwestycji oprawy z redukcją mocy	137 630,60	kWh/rok
Emisji CO ₂ po wykonaniu inwestycji	97,44	Mg / rok
Całkowita oszczędność energii	143 121,05	kWh
	51,0%	
Redukcja emisji CO ₂	101,33	Mg / rok

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 bezprzewodowej automatyki sterującej oświetleniem ulicznym (TIK) oraz programowanie układów zasilających opraw oświetleniowych LED dodatkowym harmonogramem zmniejszania pobory mocy w godzinach późnonocnych.

System sterowania i monitoringu

Aktualnie, audytowany zakres oświetlenia, opiera się na sterowaniu procesem załączania i wyłączania oświetlenia za pomocą zegarów astronomicznych. Zegary astronomiczne posiadają wpisane do pamięci czasy zachodów i wschodów słońca dla każdego dnia roku. System ten umożliwia zapalania i wyłączania oświetlenia dla niezależnych od siebie obwodów oraz umożliwia stosowanie korekt czasu załączania. System ten funkcjonuje bez regulacji strumienia świetlnego opraw.

Celem stosowania zaawansowanego systemu zarządzania oświetleniem jest pełna kontrola i monitoring zainstalowanych opraw oświetleniowych. Cechy systemów zarządzania wymieniono poniżej.

Definicje

Serwer - urządzenie komputerowe wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem udostępniające usługi dla innych urządzeń elektronicznych i komputerów

Sterownik - urządzenie elektroniczne sterujące działaniem innego urządzenia

Zasilacz LED - urządzenie przetwarzające energię elektryczną prądu zmiennego na energię elektryczną prądu stałego w celu zasilania i sterowania oprawą oświetleniową wyposażoną w panel LED. Zasilacz LED posiada wbudowane oprogramowanie umożliwiające pomiar (czas świecenia, zużycie energii, dane diagnostyczne) i zmianę parametrów oprawy LED

Wymagania

Sterowanie każdej oprawy z osobna:

precyzyjne i automatyczne określenie lokalizacji sterowanej oprawy poprzez wbudowany w sterownik lokalizator GPS

dowolna regulacja strumienia świetlnego i uzyskiwanie danych diagnostycznych

regulacja czasów załączania i wyłączania

utrzymanie stałego strumienia światła w czasie całej eksploatacji

Monitoring:

wykrywanie usterek każdej oprawy

kontrola działania oprawy

pomiary zużycia energii, czasu pracy oprawy i układu zasilającego

Wyróżniamy trzy istotne obszary systemów zarządzania oświetleniem:

1. Oprogramowanie zarządzające odpowiedzialne za rejestrowanie, przetwarzanie, wysyłanie i prezentację danych dla każdej oprawy z osobna dla całego systemu oświetleniowego
2. komunikacja pomiędzy oprogramowaniem zarządzającym a sterownikami
3. Sterowniki zainstalowane na zewnątrz oprawy za pomocą złączy zgodnych ze standardem ZD4i oraz z ICE 62386

Oprogramowanie zarządzające

Aplikacja komputerowa służąca do zarządzania oświetleniem - kompleksowe rozwiązanie wspomagające służby utrzymania oświetlenia w codziennych pracach konserwacyjnych, wspomagające te prace w zakresie detekcji uszkodzeń jak i przygotowania logistycznego do ich usunięcia. Rozwiązanie pozwala na zarządzanie zużyciem energii, optymalne dopasowanie ilości światła do danego miejsca, pory nocy.

Aplikacja komputerowa jest dostępna z komputera wyposażonego w dostęp do Internetu i przeglądarkę internetową oraz realizuje następujące funkcjonalności:

A. Ogólne

Graficzną prezentację pracy poszczególnych elementów systemu na mapie przestrzennej zgodnie z ich współrzędnymi geograficznymi pozyskanymi bezpośrednio ze sterowników w oprawach z wykorzystaniem lokalizatora GPS

Tworzenie grup punktów świetlnych równocześnie dla przypisania ich do lokalizacji – ulice jak i dla funkcji np. oświetlenie skrzyżowań, przejść dla pieszych itp.

Zmianę języka interfejsu, z dostępnym językiem Polskim

B. Zarządzanie alarmami

Bieżący podgląd występujących w systemie nieprawidłowości i alarmów

Zgłaszanie alarmów związanych z uszkodzeniem elementów oprawy oświetleniowej

Zgłaszanie problemów związanych z komunikacją z oprawą

Wyszukiwanie alarmów po:

- Nazwie elementu
- Typie alarmu
- Dacie wystąpienia alarmu
- Opisie błędu

C. Zarządzanie elementami systemu

Importowanie danych opisujących majątek oświetleniowy z plików ogólnie używanych programów komputerowych np. z pliku Excel

Możliwość zmiany parametru opisującego majątek oświetleniowy pojedynczego punktu oświetleniowego lub jednocześnie całej grupy punktów np. zachowanie informacji o przeglądzie wykonanym jednego dnia na pojedynczej ulicy

Wyszukiwanie w bazie poszczególnych elementów

Tworzenie indywidualnych zapytań o elementy majątku oświetleniowego

Możliwość kontroli realizacji czasów załączenia i wyłączenia oraz zmiany natężenia oświetlenia, graficzna prezentacja danych.

D. Kontrola zużycia energii

Kontrolę zużycia energii przez pojedyncze punkty świetlne, grupy punktów świetlnych jak i przez całą instalację

Prezentację graficzną i liczbową energii zużytej w okresie 1 miesiąca, 3 miesięcy, 1 roku, 5 lat

E. Regulacja strumienia świetlnego

Przypisania każdemu punktowi świetlnemu, grupie punktów świetlnych, czy obszarowi indywidualnego kalendarza pracy

Przypisanie dla każdego indywidualnego schematu oświetleniowego uwzględniającego:

- Redukcję strumienia świetlnego w udostępnianym przez punkt świetlny zakresie
- Czasu występowania redukcji
- Opóźnienie/przyspieszenie załączenia systemu o określony czas względem tabeli wschodów i zachodów słońca

Ręczną regulację strumienia świetlnego pojedynczych punktów świetlnych oraz grup tych punktów

F. Kontrolowanie automatycznych akcji poszczególnych elementów jak i całego systemu

Tworzenie raportów o automatycznych działaniach systemu takich jak np.:

- Synchronizacja danych z serwerem
- Aktualizacja oprogramowania w sterownikach
- Realizacja komend ręcznego sterowania

Tworzenie raportów o działaniach poszczególnych elementów systemów takich jak:

- Uruchomienie
- Zmiana oprogramowania wewnętrznego we współpracujących sterownikach
- Aktualny status pracy systemu

G. Bezpieczeństwo transmisji danych i utrzymanie systemu

Wszystkie interakcje użytkowników z aplikacją komputerową i sterownikami są zabezpieczone za pomocą 128-bitowego szyfrowania SSL

Dwuczynnikowa autentykacji (2FA) zapobiegający przypadkowemu lub celowemu użyciu konta użytkownika przez niepowołane osoby

System będzie utrzymywany i wspierany przez dostawcę w okresie, co najmniej 10 lat od jego wdrożenia

Oprogramowanie platformy będzie na bieżąco aktualizowane przez dostawcę

Gromadzone dane będą regularnie zachowywane w kopiach zapasowych w celu ich odtworzenia w przypadku awarii serwera głównego platformy

Warstwa sprzętowa

Warstwa sprzętowa składa się z indywidualnych sterowników zainstalowanych na zewnątrz oprawy za pomocą standaryzowanego złącza ZD4i o następujących cechach:

A. Realizowane funkcje

Regulacja strumienia świetlnego oprawy LED

Praca całkowicie autonomiczna – załączanie i wyłączenie oświetlenia w oparciu o zintegrowaną ze sterownikiem fotokomórkę lub autonomiczny zegar astronomiczny

Przechowywanie i realizacja programu

Zbieranie, przechowywanie i przesyłanie parametrów pracy oprawy.

B. Komunikacja

Sterownik łączy się automatycznie z aplikacją komputerową

Do komunikacji z aplikacją komputerową sterownik wykorzystuje komunikację radiową

Z układem zasilającym oprawy sterownik komunikuje się za pośrednictwem sygnału DALI2 (Dynamiczny Adresowalny Interfejs Oświetleniowy) zgodnie ze standardem IEC 62386

C. Lokalizacja

Sterownik jest wyposażony w lokalizator GPS umożliwiający automatyczne pozycjonowanie oprawy w przestrzeni.

Sterownik jest synchronizowany z zewnętrznego źródła czasu

D. Kontrola parametrów

Sterownik odczytuje następujące parametry:

Czas świecenia od zabudowy oprawy

Ilość zużytej energii elektrycznej przez oprawę

Dane diagnostyczne oprawy

System sterowania i monitorowania przewodowego

Innym rozwiązaniem jest sterowanie i monitorowanie przewodowe. Funkcjonalność sterowania jest podobna do opisanej powyżej. Różnica polega na zastąpieniu komunikacji radiowej, komunikacją realizowaną przez linie zasilające. System składa się z kontrolera segmentowego instalowanego w dotychczasowym punkcie sterowania (złącza pomiarowo-kontrolnym), z którym realizowana jest łączność z poziomu przeglądarki internetowej za pomocą sieci telefonii komórkowej. Ze sterownikiem współpracuje moduł, interfejs przekształcający sygnały sterujące, umożliwiający wysyłanie tych sygnałów po liniach zasilających. W oprawach lub w słupach montowane są sterowniki, kontrolery odbierające sygnały wysyłane po liniach zasilających i sterujące pracą opraw (do współpracy z układami zasilaczy opraw w standardzie DALI).

Wymagana jest ingerencja w sieć zasilającą, co przekłada się na zatrudnienie osób o specjalistycznej wiedzy technicznej. Wymagane jest instalowanie urządzeń pośredniczących w komunikacji, które są dodatkowym elementem narażonym na awarie i uszkodzenia, co przekłada się na dodatkowe koszty utrzymania systemu w przyszłości.

Przesyłanie sygnału sterującego po linii zasilającej wymaga pewności połączenia. W sieci przesyłającej sygnał sterujący nie mogą występować uszkodzenia i pola zakłócające. W audytowanym obszarze występują w dużej mierze sieci mocno wyeksploatowane, które nie mogą być zastosowane do sterowania przewodowego modernizowanym oświetleniem.

Wnioski

Łączność pomiędzy aplikacją komputerową a urządzeniami sterującymi powinna być realizowana radiowo. Urządzenia sterujące oprawą muszą być wyposażone w interfejs do sterowania parametrami oprawy LED w standardzie DALI2.

Urządzenia sterujące muszą posiadać zaimplementowane w układach elektronicznych moduły radiowe oraz odbiorniki GPS pozwalające na automatyczną lokalizację w terenie opraw LED.

Wszystkie funkcje sterowania i monitorowania opraw muszą być dostępne w aplikacji komputerowej. Lokalizacja opraw musi być prezentowana automatycznie na mapie aplikacji, po ich zainstalowaniu i załączeniu zasilania. W przypadku zaniku sygnałów komunikacji z oprawami, urządzenia sterujące muszą zapamiętać ostatnie nastawy sterowania. **System nie może wymagać ingerencji w sieć zasilania i dostępu do złączy pomiarowo-kontrolnych zasilania oświetlenia ulicznego.**

Szczegółowe wymagania dotyczące Bezprzewodowej Automatyki Sterującej Oświetleniem

Bezprzewodowa Automatyka Sterująca Oświetleniem musi składać się z trzech warstw (obszarów), które muszą komunikować się dwukierunkowo za pomocą bezpiecznego i szyfrowanego protokołu (min. 128-bitowego) połączenia:

1. warstwa uniwersalnych urządzeń sterujących (sterowników bezprzewodowych) montowanych bezpośrednio **na zewnątrz od dołu korpusu oprawy typu LED** oświetlenia ulicznego za pośrednictwem standaryzowanego złącza Zhaga ZD4i komunikująca się radiowo z wykorzystaniem istniejących sieci telefonii komórkowej, wymagana komunikacja urządzeń sterujących z każdym dostępnym operatorem sieci komórkowej i w zależności od dostępności w danym terenie automatyczne przełączanie komunikacji pomiędzy operatorami sieci (instalowane w miejscach kolizyjnych, skrzyżowaniach, rondach) i pasma radiowego zgodnego z normą EN 300 220 (instalowane w pozostałych lokalizacjach),
2. warstwa radiowa, zapewniająca bezpośrednią dwukierunkową komunikację pomiędzy urządzeniami sterującymi a serwerem z oprogramowaniem zarządzającym, działająca z wykorzystaniem istniejącej sieci telefonii komórkowej i pasma radiowego zgodnego z normą

EN 300 220 (nie dopuszcza się montowania dodatkowych urządzeń pośredniczących typu router, gateway, itp.),

3. warstwa serwera z oprogramowaniem zarządzającym odpowiedzialnym za rejestrowanie, przetwarzanie, wysyłanie i prezentację danych dla każdej oprawy z osobna dla całego systemu oświetleniowego (wymagane jest jedno oprogramowanie obsługujące urządzenia sterujące każdej warstwy radiowej: istniejącej sieci telefonii komórkowej i pasma radiowego zgodnego z normą EN 300 220).

Bezprzewodowa Automatyka Sterująca Oświetleniem musi być tzw. „otwarta”, czyli umożliwiać współpracę z różnymi typami i modelami opraw (wyposażonych w wyjście zewnętrzne złącze typu Zhaga (zgodne Book 18/ZD4i), umożliwiające dostęp do interfejsu zgodnego z IEC 62386.

Bezprzewodowa Automatyka Sterująca Oświetleniem musi działać w trybie częściowego zasilania w ciągu doby, zasilanie udostępniane przez złącze oświetleniowe tylko w okresie nocnym, od zachodu do wschodu słońca.

Bezprzewodowa Automatyka Sterująca Oświetleniem musi umożliwiać dowolną zmianę lokalizacji zainstalowanych urządzeń sterujących (sterowników bezprzewodowych) wraz z zachowaniem pełnej funkcjonalności sterowania oświetleniem. Dotyczy to zmiany lokalizacji nawet jednego urządzenia lub urządzenia z oprawą w dowolne miejsce na terenie gminy bez przebudowy sieci komunikacyjnej i jakiejkolwiek dodatkowej konfiguracji. Bezprzewodowa Automatyka Sterująca Oświetleniem musi automatycznie wykrywać zmianę lokalizacji urządzenia sterującego.

Zamawiający wymaga prowadzenia w okresie gwarancji przez Wykonawcę (bez dodatkowego wynagrodzenia) **Centrum dyspozytorskiego** obejmującego obsługę zainstalowanego oświetlenia i wsparcia Zamawiającego poprzez zmianę harmonogramu świecenia opraw na żądanie Zamawiającego (zmniejszenie lub zwiększenie mocy opraw w wskazanych przedziałach czasowych) obejmującą wykonania zmiany ustawień każdej oprawy z osobna, min. raz w roku oraz raportowanie elektronicznie o stanie instalacji w formie tabelarycznej i w formie map, obejmujący m.in. poziom uzyskanych oszczędności, ilość opraw działających/uszkodzonych, oraz dla każdej oprawy: czas świecenia źródła światła, czas działania układu zasilającego, zużycie energii elektrycznej narastająco i za ostatni okres oraz raport błędów układu zasilającego. Raporty muszą zawierać lokalizacji GPS poszczególnych opraw wraz z podaniem adresu url do nawigacji (wybór adresu url otwiera aplikację do nawigacji i prezentuje trasę dojazdu).

Minimalne wymagania:

1. Komunikacja Bezprzewodowej Automatyki Sterującej Oświetleniem z oprawami musi odbywać się za pośrednictwem uniwersalnych Urządzeń sterujących (sterowników bezprzewodowych) zainstalowanych w standaryzowanych złączach typu Zhaga ZD4i, umieszczonych **na zewnątrz od dołu korpusu** każdej instalowanej oprawy oświetlenia ulicznego/drogowego.

*Zamawiający, w celu zwiększenia trwałość urządzeń automatyki sterującej (min. 10 lat do 20 lat), wymaga Złącza Zhaga-D4i instalowanego tylko od dołu korpusu oprawy LED (**nie dopuszcza się złącza w górnej części korpusu oprawy**). Uzasadnienie: montaż od góry korpusu oprawy urządzeń automatyki sterującej wpływa negatywnie na trwałość urządzeń automatyki sterującej:*

- urządzenia są narażone na bezpośredni kontakt z promieniami słonecznymi (promieniowanie UV) co przekłada się na przyspieszone starzenie się urządzeń i drastycznie zmiany temperatury urządzeń, w szczególności w okresie letnim
- urządzenia są narażone na uszkodzenia mechaniczne w przypadku silnych opadów atmosferycznych śniegu, gradu.

Dodatkowo urządzenia automatyki sterującej muszą być wyposażone w czujnik pomiaru natężenia światła zewnętrznego, które w przypadku montażu na górze korpusu oprawy i opadów śniegu w okresie zimowy, mogą zostać przykryte przez śnieg. Przykrycie czujnika pomiaru natężenia światła zewnętrznego przez śnieg będzie wprowadzać automatykę sterującą w nieprawidłowe działanie, przekazywać nieprawidłowe pomiary natężenia światła zewnętrznego i załączać oprawy poza okresem nocnym.



Fot. Prawidłowy montaż urządzeń sterujących od dołu korpusu oprawy

2. Oprogramowanie Zarządzające musi komunikować się z urządzeniami sterującymi (sterownikami bezprzewodowymi) na oprawie z wykorzystaniem sieci radiowej bez dodatkowych komponentów w zakresie komunikacji takich jak gateway, hub, centralki zabudowane np. w szafach zasilających i na słupach oświetleniowych.

3. Z uwagi na uproszczenie instalacji i uzyskania niskich kosztów utrzymania, urządzenia pośredniczące w komunikacji nie mogą w żadnym stopniu uczestniczyć w zarządzaniu oświetleniem ulicznym poza przekazywaniem zaszyfrowanych danych pomiędzy serwerem zarządzającym a urządzeniami sterującymi Bezprzewodowej Automatyki Sterującej.
4. Urządzenia sterujące umieszczone na oprawach, nie mogą pośredniczyć w przekazywaniu danych do innych urządzeń sterujących.
5. Bezprzewodowa Automatyka Sterująca Oświetleniem musi umożliwiać wgrywanie, aktualizację i zmianę dobowych schematów redukcji (harmonogramów) strumienia świetlnego i mocy każdej sterowanej oprawy (każdej z osobna, jak również grupy opraw) za pośrednictwem dedykowanej strony internetowej do której dostęp musi być zabezpieczony dwuetapowo poprzez login i hasło oraz dodatkowe zabezpieczenie kod sms lub kod email.
6. Dobowy schemat redukcji (harmonogramów) strumienia świetlnego i mocy sterowanej oprawy obejmuje przykładowe programowanie opraw w następujący sposób: od włączenia zasilania oprawy do godz. 23.00 – 100% mocy oprawy, od godz. 23.00 do godz. 05.00 – 50% mocy oprawy, od godz. 05.00 do wyłączenia zasilania oprawy – 100% mocy oprawy. Schemat redukcji strumienia świetlnego może ulegać zmianie dla wybranych ciągów ulic, czy wybranych pojedynczych zainstalowanych opraw.
7. Każde urządzenie sterujące (sterowniki bezprzewodowe) muszą zapamiętywać i wykonywać zaprogramowane schematy redukcji strumienia świetlnego i mocy i realizować schematy redukcji nawet w przypadku braku komunikacji z Bezprzewodową Automatyką Sterującą Oświetleniem.
8. Urządzenie sterujące (sterownik bezprzewodowy) musi działać autonomicznie, niezależnie od komunikacji z Bezprzewodową Automatyką Sterującą Oświetleniem. Niezależne działanie urządzenia sterującego musi być realizowane poprzez zegar astronomiczny ustalający dokładny czas załączenia i wyłączenia oprawy zgodnie ze wschodem i zachodem słońca, ustalony na podstawie lokalizacji GPS sterownika i parametru konfiguracyjnego korekty czasu wprowadzonej przez użytkownika (min. +/-30 min.) lub poprzez wbudowany w sterowniku czujnik pomiaru natężenia światła zewnętrznego.
9. Brak zasilania oprawy oświetleniowej w energię elektryczną nie może w żaden sposób wpływać negatywnie na pracę urządzenia sterującego i po przywróceniu zasilania urządzenie sterujące musi automatycznie weryfikować i uruchamiać podstawowe funkcje: ustawić odpowiedni schemat redukcji (harmonogram) strumienia świetlnego i mocy oprawy.
10. Bezprzewodowa Automatyka Sterująca Oświetleniem musi prezentować automatycznie poszczególne oprawy oświetleniowe na mapie przestrzennej dedykowanej strony internetowej

zgodnie z ich współrzędnymi geograficznymi ustalonymi za pośrednictwem zainstalowanego w każdym sterowniku bezprzewodowym - lokalizatora GPS.

11. Urządzenia sterujące (sterowniki bezprzewodowe) po instalacji muszą automatycznie łączyć się z Bezprzewodową Automatyką Sterującą Oświetleniem i automatycznie ustanawiać komunikację z serwerem, instalacja musi być w pełni automatyczna, bez jakichkolwiek czynności manualnych podczas instalacji.

12. W wysokość (kwocie) oferty Wykonawca musi w kalkulować wszystkie koszty w okresie gwarancji, związane z transmisją i rejestrowaniem danych pomiędzy urządzeniami sterującymi zainstalowanymi na oprawach a oprogramowaniem serwerowym Bezprzewodowej Automatyki Sterującej Oświetleniem.

13. W przypadku montażu dodatkowych urządzeń pośredniczących wykonawca musi ponosić w okresie utrzymania Bezprzewodowej Automatyki Sterującej Oświetleniem wszystkie koszty związane z instalacją, dzierżawą miejsca montażu i zasilaniem w energię elektryczną. Zamawiający dopuszcza montowanie w komplecie z oprawą LED urządzeń automatyki sterującej oświetleniem o mocy elektrycznej poniżej 1 Wata i obudowy urządzeń o wymiarach zewnętrznych -wysokości poniżej 40 mm i wytrzymałości IK09. Określenie wysokości urządzeń sterujących ma na celu utrzymanie odpowiedniej estetyki oraz zmniejszenie sił bocznych działających na złącze oprawy (Zhaga ZD4i) przez wiatr i warunki atmosferyczne, co przekłada się na zmniejszenie ryzyka uszkodzenia oprawy.

14. Wykonawca musi udzielić pisemnej nieograniczonej czasowo (tzw. wieczystej) licencji na uruchomioną Bezprzewodową Automatykę Sterującą Oświetleniem wraz z jego wszystkimi elementami składowymi – brak opłat licencyjnych po okresie gwarancji.

15. W kwocie oferty należy uwzględnić dwa szkolenia dla 2 osób Wskazanych przez Zamawiającego w zakresie obsługi i konfiguracji systemu informatycznego Bezprzewodowej Automatyki Sterującej Oświetleniem. Szkolenie musi się odbyć przed podpisaniem protokołu odbioru końcowego z wykorzystaniem urządzeń zainstalowanych w ramach niniejszego zadania. Przed wykonaniem szkolenia Wykonawca rejestruje w systemie informatycznym zmodernizowane elementy infrastruktury oświetlenia zewnętrznego i opisze je zgodnie z wytycznymi Zamawiającego.

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 bezpośrednio 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 oprawy	czas pracy [h]	moc [kW]	zużycie ee [kWh]
0%	739	33,16	24 508,20
30%	1 460	23,21	33 893,61
50%	1 951	16,58	32 351,48
	4 150		90 753,29

Tabela 8. Wyliczenie kosztu energii elektrycznej po modernizacji systemu oświetlenia

ilość ppe	23
zużycie strefa 1 [kWh]	27 225,99
zużycie strefa 2 [kWh]	63 527,30
moc zamówiona [kW]	97,2

Koszt utrzymania systemu po modernizacji

zakup energii elektrycznej	stawka zł/kWh	zużycie	koszt netto	VAT	koszt brutto
strefa 1	0,6980 zł	27 225,99	19 003,74 zł	4 370,86 zł	23 374,60 zł
strefa 2	0,6980 zł	63 527,30	44 342,06 zł	10 198,67 zł	54 540,73 zł
suma			63 345,79 zł	14 569,53 zł	77 915,33 zł

dystribucja energii elektrycznej	zł/kWh		koszt netto	VAT	koszt brutto
opłata abonamentowa	4,56000 zł	23	1 258,56 zł	289,47 zł	1 548,03 zł
opłata sieciowa	5,10000 zł	97	5 948,64 zł	1 368,19 zł	7 316,83 zł
opłata mocy	14,90000 zł	23	4 112,40 zł	945,85 zł	5 058,25 zł
sieciowa strefa 1	0,20710 zł	27 225,99	5 638,50 zł	1 296,86 zł	6 935,36 zł
sieciowa strefa 2	0,15950 zł	63 527,30	10 132,60 zł	2 330,50 zł	12 463,10 zł
opłata jakościowa	0,03140 zł	90 753,29	2 849,65 zł	655,42 zł	3 505,07 zł
opłata kogeneracyjna	0,00618 zł	90 753,29	560,86 zł	129,00 zł	689,85 zł
opłata przejściowa	0,08000 zł	97	93,31 zł	21,46 zł	114,77 zł
suma			29 335,97 zł	6 747,27 zł	36 083,24 zł

suma kosztów	113 998,56 zł
--------------	---------------

Tabela efektu ekologicznego dla wariantu nr 2

Moc zainstalowana obecnie	67,651	kW
Zużywana energia obecnie	280 751,65	kWh/rok
Obecna emisji CO2	198,77	Mg / rok
Moc po wymianie opraw	33,16	kW
Oszczędność- zmniejszenie mocy	51,0%	
Średnia energochłonność docelowa opraw	68,80	W/oprawę
Zużycie energii po wykonaniu inwestycji oprawy z redukcją mocy	90 753,29	kWh/rok
Emisji CO2 po wykonaniu inwestycji	64,25	Mg / rok
Całkowita oszczędność energii	189 998,36	kWh
	67,7%	
Redukcja emisji CO2	134,52	Mg / rok

W wyniku uruchomienia bezprzewodowej automatyki sterującej (TIK) i programowania opraw zmniejszamy zużycie energii elektrycznej i emisję CO₂ o dodatkowe 16,7 %, co przekłada się na zwiększenie oszczędności finansowych do **213 173,10 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] – **67 651,00 [W]**

M_1 - łączna moc znamionowa nowych opraw oświetleniowych lub źródeł światła po wymianie, wyrażona w [W] – **33 164,00 [W]**

$$\Delta Q_0 = 4150 * (67\,651,00 - 33\,164,00) / 1000 = 143\,121,05 \text{ [kWh/rok]}$$

Zgodnie z rozporządzeniem ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażonej w [kWh/rok] wynosi: **143 121,05** i jest to obniżeniem zużycia energii finalnej o 51 %.

Wyliczona powyżej ilość energii finalnej nie uwzględnia zastosowania bezprzewodowej automatyki sterującej (TIK) i programowania opraw. Stąd przy założeniu, że system sterowania (TIK) i programowanie bezpośrednie opraw obniża poziom 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 oprawy	czas pracy [h]	moc [kW]	zużycie ee [kWh]
0%	739	33,16	24 508,20
30%	1 460	23,21	33 893,61
50%	1 951	16,58	32 351,48
	4 150		90 753,29

Na podstawie Tabeli 11 zużycie energii finalnej po wymianie opraw wyniesie: 90 753,29 kWh, czyli dodatkowo obniżamy zużycie energii finalnej przed wymianą **do wartości 67,7 %**.

Podsumowanie wariantów modernizacji

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

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 pożądaných 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. Lampy 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 $\text{tg}\phi$ 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	67,651	67,651	kW
Zużywana energia obecnie	280 751,65	280 751,65	kWh/rok
Obecna emisji CO2	198,77	198,77	Mg / rok
Moc po wymianie opraw	33,16	33,16	kW
Oszczędność- zmniejszenie mocy	50,97	50,97	%
Średnia energochłonność docelowa opraw	68,80	68,80	W/oprawę
Zużycie energii po wykonaniu inwestycji	137 630,60	90 753,29	kWh/rok
Emisji CO2 po wykonaniu inwestycji	97,44	64,25	Mg / rok
Całkowita oszczędność energii	143 121,05	189 998,36	kWh
	50,97	67,67	%
Redukcja emisji CO2	101,33	134,52	Mg / rok
Ilość opraw do wymiany/montażu	482	482	sztuk
Koszt brutto realizacji zadania	719 326,82	1 010 557,43	zł
Oszczędność - opłaty za energię elektryczną	159 192,20	213 173,10	zł
Prosty zwrot z inwestycji bez dofinansowania	4,5	4,7	lata
Prosty zwrot z inwestycji z dofinansowaniem 80%	0,9	0,9	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.

Zestawienie opraw 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 umożliwiającego spełnienie wymagań normy PN-EN13201 Oświetlenie dróg. Dobór mocy opraw zdecydował o poziomie efektywności energetycznej zmodernizowanego systemu. W dalszych wyliczeniach efektywność określono redukcją zużycia energii elektrycznej oraz energochłonnością średnią punktu oświetleniowego.

Średnia energochłonność opraw całego systemu po modernizacji

$$33\,164,00 \text{ [W]} (\text{moc opraw}) / \underline{482} \text{ [szt.]} (\text{ilość opraw}) = \underline{68,8 \text{ [W/oprawę]}}$$

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 opraw po modernizacji	33,16	kW	90 753,29	453 766,43

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	67,651	kW
Zużywana energia obecnie	280 751,65	kWh/rok
Obecna emisji CO2	198,77	Mg / rok
Moc po wymianie opraw	33,16	kW
Oszczędność- zmniejszenie mocy	51,0%	
Średnia energochłonność docelowa opraw	68,80	W/oprawę
Zużycie energii po wykonaniu inwestycji oprawy z redukcją mocy	90 753,29	kWh/rok
Emisji CO2 po wykonaniu inwestycji	64,25	Mg / rok
Całkowita oszczędność energii	189 998,36	kWh
	67,7%	
Redukcja emisji CO2	134,52	Mg / rok
Ilość opraw do wymiany	482	sztuk

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 w komplecie z przewodami wysięgnikowymi i zabezpieczeniami
- uruchomienie Bezprzewodowej Automatyki Sterującej 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.



Qbik s.c. Pracownia Architektoniczna

4 8 - 3 0 0 Nysa , ul . Partyzantów 5 a / 3

tel.:(+4 8) 694 453 808, e-mail: m.kaczmarzyk@qbik.nysa.pl

Umowa z Zamawiającym		
TYTUŁ OPRACOWANIA:	AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE GMINY TUŁOWICE	
OBIEKT	oświetlenie uliczne	
Adres obiektu budowlanego:	Województwo: opolskie , powiat: opolski , gmina: Tułowice	
Jednostka ewidencyjna, obręb i numery działek ewidencyjnych, na których obiekt jest zlokalizowany:	GMINA	
	KOSZTORYS WARIANT 1 Egzemplarz: /2	
Kat. obiektu bud.		
Nazwa i adres inwestora:	Gmina Tułowice Ul. Szkolna 1 49-130 Tułowice	
Nazwa i adres jednostki projektowania:	QBIK s.c. Pracownia Architektoniczna Ul. Partyzantów 5A/3 48-300 Nysa	
Branża architektoniczna Projektant:	mgr inż. arch. Michał Kaczmarzyk	
Branża elektryczna Projektant:	mgr inż. Emilia Jędryczko tech . ele. Jacek Bułdys	

Data opracowania: sierpień 2024

Kosztorys inwestorski

Klasyfikacja robót wg Wspólnego Słownika Zamówień

31520000-7	Lampy i oprawy oświetleniowe
45316110-9	Instalowanie urządzeń oświetlenia drogowego
45311200-2	Roboty w zakresie instalacji elektrycznych
45311100-1	Roboty w zakresie okablowania elektrycznego
71355200-3	Wykonywanie badań
71320000-7	Usługi inżynierskie w zakresie projektowania

NAZWA INWESTYCJI: Wymiana opraw nieenergooszczędnych na oprawy LED na terenie Gminy Tułowice
wariant 1

ADRES INWESTYCJI: Gmina Tułowice

ADRES INWESTORA: Gmina Tułowice
ul. Szkolna 1
49-130 Tułowice

BRANŻE: Elektryczna

SPORZĄDZIŁ KALKULACJE

DATA OPRACOWANIA: 14.05.2024

NARZUTY

Koszty pośrednie [Kp]	$68\%R + 68\%S$
Zysk [Z]	$10\%(R + Kp(R)) + 10\%(S + Kp(S))$
VAT [V]	23% od $M + S + U + R$

WARTOŚĆ KOSZTORYSOWA ROBÓT BEZ PODATKU VAT: 584 818,55 zł

PODATEK VAT: 134 508,27 zł

OGÓŁEM WARTOŚĆ KOSZTORYSOWA ROBÓT: 719 326,82 zł

SŁOWNIE: siedemset dziewiętnaście tysięcy trzysta dwadzieścia sześć i 82/100 zł

WYKONAWCA:

INWESTOR:

Tabela elementów scalonych

Lp.	Nazwa	Uproszczone	Robocizna	Materiały	Sprzęt	Kp	Z	Razem	Udział %
	Kosztorys netto	7 000,00	43 220,94	488 939,06	4 874,47	32 704,31	8 079,77	584 818,55	81,30%
	VAT 23%							134 508,27	18,70%
	Kosztorys brutto							719 326,82	100,00%

Słownie: **siedemset dziewiętnaście tysięcy trzysta dwadzieścia sześć i 82/100 zł**

Przedmiar

Lp.	Podstawa	Opis i wyliczenia	j.m.	Poszcz.	Razem
PRZEDMIAR:					
1		Modernizacja oświetlenia ulic, dróg i miejsc publicznych			
1 d.1	KNNR 9 1005-03	Demontaż opraw oświetlenia zewnętrznego na trzpieniu słupa lub wysięgniku wys. do 10m wraz z przewodem zasilającym wysięgnikowym, zabezpieczeniem i utylizacją	kpl.		
		482	kpl.	482,000	
				RAZEM	482,000
2 d.1	KNNR 5 1004-02	Montaż opraw oświetlenia zewnętrznego, wyposażonych w złącze ZD4i na wysięgniku wys. do 10 m. - lampa oświetleniowa LED, typ 1 - drogowych, w komplecie z przewodem zasilającym wysięgnikowym/słupowym, zabezpieczeniem, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i; złącze ZD4i zainstalowane tylko od dołu oprawy, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt.		
		435	szt.	435,000	
				RAZEM	435,000
3 d.1	KNNR 5 1004-02	Montaż opraw oświetlenia zewnętrznego wyposażonych w złącze ZD4i - lampa oświetleniowa LED, typ 2 - parkowa montaż na szczycie słupa, w komplecie z przewodem zasilającym słupowym, zabezpieczeniem, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt.		
		47	szt.	47,000	
				RAZEM	47,000
4 d.1	KNR-W 4-03 1202-01	Sprawdzenie i pomiar kompletnego 1-fazowego obwodu elektrycznego niskiego napięcia (kabel pomiędzy złączem a oprawą)	pomi ar.		
		482	pomi ar.	482,000	
				RAZEM	482,000
5 d.1	wycena indywidualna	Opracowanie i wykonanie tymczasowej organizacji ruchu wraz z uzyskaniem wymaganych zatwierdzeń	szt		
		1	szt	1,000	
				RAZEM	1,000
6 d.1	kalk. własna	Koszt wykonania dokumentacji Powykonawczej - dokumentacja budowy z naniesionymi zmianami dokonanymi w toku wykonywania robót	szt		
		1	szt	1,000	
				RAZEM	1,000

Kosztorys inwestorski uproszczony

Lp.	Podstawa	Opis	j.m.	Ilość	Cena jedn.	Wartość
KOSZTORYS:						
1		Modernizacja oświetlenia ulic, dróg i miejsc publicznych				584 818,55
1 d.1	KNNR 9 1005-03	Demontaż opraw oświetlenia zewnętrznego na trzpieniu słupa lub wysięgniku wys. do 10m wraz z przewodem zasilającym wysięgnikowym, zabezpieczeniem i utylizacją	kpl.	482,000	66,21	31 913,22
2 d.1	KNNR 5 1004-02	Montaż opraw oświetlenia zewnętrznego, wyposażonych w złącze ZD4i na wysięgniku wys. do 10 m. - lampa oświetleniowa LED, typ 1 - drogowych, w komplecie z przewodem zasilającym wysięgnikowym/słupowym, zabezpieczeniem, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i; złącze ZD4i zainstalowane tylko od dołu oprawy, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt.	435,000	1 030,02	448 058,70
3 d.1	KNNR 5 1004-02	Montaż opraw oświetlenia zewnętrznego wyposażonych w złącze ZD4i - lampa oświetleniowa LED, typ 2 - parkowa montaż na szczycie słupa, w komplecie z przewodem zasilającym słupowym, zabezpieczeniem, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt.	47,000	1 357,51	63 802,97
4 d.1	KNR-W 4- 03 1202-01	Sprawdzenie i pomiar kompletnego 1-fazowego obwodu elektrycznego niskiego napięcia (kabel pomiędzy złączem a oprawą)	pomi ar.	482,000	70,63	34 043,66
5 d.1	wycena indywidual na	Opracowanie i wykonanie tymczasowej organizacji ruchu wraz z uzyskaniem wymaganych zatwierdzeń	szt	1,000	2 000,00	2 000,00
6 d.1	kalk. własna	Koszt wykonania dokumentacji Powykonawczej - dokumentacja budowy z naniesionymi zmianami dokonanymi w toku wykonywania robót	szt	1,000	5 000,00	5 000,00
Razem dział:		Modernizacja oświetlenia ulic, dróg i miejsc publicznych				584 818,55

PODSUMOWANIE KOSZTORYSU

	Razem	Uproszczone	Robocizna	Materiały	Sprzęt
Razem koszty bezpośr ednie	537 034,47		43 220,94	488 939,06	4 874,47
Koszty pośrednie [Kp] 68% (R+S)	32 704,31		29 389,65		3 314,66
RAZEM	569 738,78		72 610,59	488 939,06	8 189,13
Zysk [Z] 10% (R+S+Kp (R+S))	8 079,77		7 260,83		818,94
RAZEM	577 818,55		79 871,42	488 939,06	9 008,07
Pozycje uproszczone	7 000,00	7 000,00			
RAZEM	584 818,55	7 000,00	79 871,42	488 939,06	9 008,07
VAT 23% (R+M+S+U+Kp(R+S)+	134 508,27				
RAZEM	719 326,82				

OGÓŁEM 719 326,82

Słownie: siedemset dziewiętnaście tysięcy trzysta dwadzieścia sześć i 82/100 zł

Opisy podstawy wyceny

Lp.	Wydawnictwo	Katalog	Opis katalogu	Pozycje
1	Kancelaria Prezesa Rady Ministrów 2001	KNNR 9	Roboty remontowe instalacji elektrycznych i sieci zewnętrznych	1, 2, 3
2	WACETOB wyd.I 1997	KNR-W 4-03	ROBOTY REMONTOWE INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH	4

Zestawienie robocizny

Lp.	Nazwa	j.m.	Ilość	Cena jedn.	Wartość
1	Robocizna - instalacje elektryczne	r-g	843,5000	29,40	24 798,90
2	robocizna	r-g	626,6000	29,40	18 422,04
RAZEM					43 220,94

Słownie: **czterdzieści trzy tysiące dwieście dwadzieścia i 94/100 zł**

Zestawienie materiałów

Lp.	Nazwa	j.m.	Ilość	Il inw.	Il wyk.	Cena jedn.	Wartość
1	materiały pomocnicze	zł		0,0000	11 925,337 5		11 925,56
2	lampa oświetleniowa LED, typ 1 - drogowa, w komplecie z przewodem zasilającym wysięgnikowym/słupowym, zabezpieczeniem, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i; złącze ZD4i zainstalowane tylko od dołu oprawy, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt	435,0000	0,0000	435,0000	958,50	416 947,50
3	lampa oświetleniowa LED, typ 2 - parkowa montaż na szczycie słupa, w komplecie z przewodem zasilającym słupowym, zabezpieczeniem, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt	47,0000	0,0000	47,0000	1 278,00	60 066,00
RAZEM							488 939,06

Słownie: **czterysta osiemdziesiąt osiem tysięcy dziewięćset trzydzieści dziewięć i 6/100 zł**

Zestawienie sprzętu

Lp.	Nazwa	j.m.	Ilość	Cena jedn.	Wartość
1	środek transportowy	m-g	57,8400	9,07	524,42
2	podnośnik montażowy samochodowy hydrauliczny	m-g	197,6200	9,81	1 938,60
3	samochód wieżowy z balkonem	m-g	245,8200	9,81	2 411,45
RAZEM					4 874,47

Słownie: **cztery tysiące osiemset siedemdziesiąt cztery i 47/100 zł**

	Spis treści	
Strona Tytułowa		1
Ogólna charakterystyka obiektu		2
Tabela elementów scalonych		3
Przedmiar		4
1 Modernizacja oświetlenia ulic, dróg i miejsc publicznych		4
Kosztorys inwestorski uproszczony		5
1 Modernizacja oświetlenia ulic, dróg i miejsc publicznych		5
Opisy podstawy wyceny		7
Zestawienie robocizny		8
Zestawienie materiałów		8
Zestawienie sprzętu		8
Spis treści		9



Qbik s.c. Pracownia Architektoniczna

4 8 - 3 0 0 Nysa , ul . Partyzantów 5 a / 3

tel.:(+4 8) 694 453 808, e-mail: m.kaczmarzyk@qbik.nysa.pl

Umowa z Zamawiającym		
TYTUŁ OPRACOWANIA:	AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE GMINY TUŁOWICE	
OBIEKT	oświetlenie uliczne	
Adres obiektu budowlanego:	Województwo: opolskie , powiat: opolski , gmina: Tułowice	
Jednostka ewidencyjna, obręb i numery działek ewidencyjnych, na których obiekt jest zlokalizowany:	GMINA	
	KOSZTORYS WARIANT 2 Egzemplarz: /2	
Kat. obiektu bud.		
Nazwa i adres inwestora:	Gmina Tułowice Ul. Szkolna 1 49-130 Tułowice	
Nazwa i adres jednostki projektowania:	QBIK s.c. Pracownia Architektoniczna Ul. Partyzantów 5A/3 48-300 Nysa	
Branża architektoniczna Projektant:	mgr inż. arch. Michał Kaczmarzyk	
Branża elektryczna Projektant:	mgr inż. Emilia Jędryczko tech . ele. Jacek Bułdys	

Data opracowania: sierpień 2024

Kosztorys inwestorski

Klasyfikacja robót wg Wspólnego Słownika Zamówień

31520000-7	Lampy i oprawy oświetleniowe
45316110-9	Instalowanie urządzeń oświetlenia drogowego
45311200-2	Roboty w zakresie instalacji elektrycznych
45311100-1	Roboty w zakresie okablowania elektrycznego
71355200-3	Wykonywanie badań
71320000-7	Usługi inżynierskie w zakresie projektowania

NAZWA INWESTYCJI: Wymiana opraw nieenergooszczędnych na oprawy LED na terenie Gminy Tułowice
wariant 2

ADRES INWESTYCJI: Gmina Tułowice

ADRES INWESTORA: Gmina Tułowice
ul. Szkolna 1
49-130 Tułowice

BRANŻE: Elektryczna

SPORZĄDZIŁ KALKULACJE

DATA OPRACOWANIA: 14.05.2024

NARZUTY

Koszty pośrednie [Kp]	$68\%R + 68\%S$
Zysk [Z]	$10\%(R + Kp(R)) + 10\%(S + Kp(S))$
VAT [V]	23% od $M + S + U + R$

WARTOŚĆ KOSZTORYSOWA ROBÓT BEZ PODATKU VAT: 821 591,41 zł

PODATEK VAT: 188 966,02 zł

OGÓŁEM WARTOŚĆ KOSZTORYSOWA ROBÓT: 1 010 557,43 zł

SŁOWNIE: milion dziesięć tysięcy pięćset pięćdziesiąt siedem i 43/100 zł

WYKONAWCA:

INWESTOR:

Tabela elementów scalonych

Lp.	Nazwa	Uproszczone	Robocizna	Materiały	Sprzęt	Kp	Z	Razem	Udział %
	Kosztorys netto	7 000,00	43 220,94	725 712,40	4 874,47	32 704,02	8 079,58	821 591,41	81,30%
	VAT 23%							188 966,02	18,70%
	Kosztorys brutto							1 010 557,43	100,00%

Słownie: **milion dziesięć tysięcy pięćset pięćdziesiąt siedem i 43/100 zł**

Przedmiar

Lp.	Podstawa	Opis i wyliczenia	j.m.	Poszcz.	Razem
PRZEDMIAR:					
1		Modernizacja oświetlenia ulic, dróg i miejsc publicznych			
1 d.1	KNNR 9 1005-03	Demontaż opraw oświetlenia zewnętrznego na trzpieniu słupa lub wysięgniku wys. do 10m wraz z przewodem zasilającym wysięgnikowym, zabezpieczeniem i utylizacją	kpl.		
		482	kpl.	482,000	
				RAZEM	482,000
2 d.1	KNNR 5 1004-02	Montaż opraw oświetlenia zewnętrznego, wyposażonych w złącze ZD4i na wysięgniku wys. do 10 m. - lampa oświetleniowa LED, typ 1 - drogowych, w komplecie z przewodem zasilającym wysięgnikowym/słupowym, zabezpieczeniem i urządzeniem automatyki sterującej, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i; złącze ZD4i zainstalowane tylko od dołu oprawy, z zarządzaniem bezprzewodowym - wbudowany GPS, wykonywanie zaprogramowanych dobowych schematów redukcji (min. 8 stopni) mocy oprawy wraz z ich dowolną bezprzewodową zmianą zgodnie z wymaganiami, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt.		
		435	szt.	435,000	
				RAZEM	435,000
3 d.1	KNNR 5 1004-02	Montaż opraw oświetlenia zewnętrznego wyposażonych w złącze ZD4i - lampa oświetleniowa LED, typ 2 - parkowa montaż na szczycie słupa, w komplecie z przewodem zasilającym słupowym, zabezpieczeniem i urządzeniem automatyki sterującej, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i; wbudowany GPS, wykonywanie zaprogramowanych dobowych schematów redukcji (min. 8 stopni) mocy oprawy wraz z ich dowolną bezprzewodową zmianą zgodnie z wymaganiami, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt.		
		47	szt.	47,000	
				RAZEM	47,000
4 d.1	KNR-W 4-03 1202-01	Sprawdzenie i pomiar kompletnego 1-fazowego obwodu elektrycznego niskiego napięcia (kabel pomiędzy złączem a oprawą)	pomi ar.		
		482	pomi ar.	482,000	
				RAZEM	482,000
5 d.1	wycena indywidualna	Opracowanie i wykonanie tymczasowej organizacji ruchu wraz z uzyskaniem wymaganych zatwierdzeń	szt		
		1	szt	1,000	
				RAZEM	1,000
6 d.1	kalk. własna	Koszt wykonania dokumentacji Powykonawczej - dokumentacja budowy z naniesionymi zmianami wykonanymi w toku wykonywania robót	szt		
		1	szt	1,000	
				RAZEM	1,000

Kosztorys inwestorski uproszczony

Lp.	Podstawa	Opis	j.m.	Ilość	Cena jedn.	Wartość
KOSZTORYS:						
1		Modernizacja oświetlenia ulic, dróg i miejsc publicznych				821 591,41
1 d.1	KNNR 9 1005-03	Demontaż opraw oświetlenia zewnętrznego na trzpieniu słupa lub wysięgniku wys. do 10m wraz z przewodem zasilającym wysięgnikowym, zabezpieczeniem i utylizacją	kpl.	482,000	66,21	31 913,22
2 d.1	KNNR 5 1004-02	Montaż opraw oświetlenia zewnętrznego, wyposażonych w złącze ZD4i na wysięgniku wys. do 10 m. - lampa oświetleniowa LED, typ 1 - drogowych, w komplecie z przewodem zasilającym wysięgnikowym/słupowym, zabezpieczeniem i urządzeniem automatyki sterującej, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i; złącze ZD4i zainstalowane tylko od dołu oprawy, z zarządzaniem bezprzewodowym - wbudowany GPS, wykonywanie zaprogramowanych dobowych schematów redukcji (min. 8 stopni) mocy oprawy wraz z ich dowolną bezprzewodową zmianą zgodnie z wymaganiami, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt.	435,000	1 521,25	661 743,75
3 d.1	KNNR 5 1004-02	Montaż opraw oświetlenia zewnętrznego wyposażonych w złącze ZD4i - lampa oświetleniowa LED, typ 2 - parkowa montaż na szczycie słupa, w komplecie z przewodem zasilającym słupowym, zabezpieczeniem i urządzeniem automatyki sterującej, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i; wbudowany GPS, wykonywanie zaprogramowanych dobowych schematów redukcji (min. 8 stopni) mocy oprawy wraz z ich dowolną bezprzewodową zmianą zgodnie z wymaganiami, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt.	47,000	1 848,74	86 890,78
4 d.1	KNR-W 4- 03 1202-01	Sprawdzenie i pomiar kompletnego 1-fazowego obwodu elektrycznego niskiego napięcia (kabel pomiędzy złączem a oprawą)	pomi ar.	482,000	70,63	34 043,66
5 d.1	wycena indywidual na	Opracowanie i wykonanie tymczasowej organizacji ruchu wraz z uzyskaniem wymaganych zatwierdzeń	szt	1,000	2 000,00	2 000,00

Kosztorys inwestorski uproszczony

Lp.	Podstawa	Opis	j.m.	Ilość	Cena jedn.	Wartość
6 d.1	kalk. własna	Koszt wykonania dokumentacji Powykonawczej - dokumentacja budowy z naniesionymi zmianami dokonanymi w toku wykonywania robót	szt	1,000	5 000,00	5 000,00
Razem dział:		Modernizacja oświetlenia ulic, dróg i miejsc publicznych				821 591,41

PODSUMOWANIE KOSZTORYSU

	Razem	Uproszczone	Robocizna	Materiały	Sprzęt
Razem koszty bezpośrednie	773 807,81		43 220,94	725 712,40	4 874,47
Koszty pośrednie [Kp] 68% (R+S)	32 704,02		29 389,40		3 314,62
RAZEM	806 511,83		72 610,34	725 712,40	8 189,09
Zysk [Z] 10% (R+S+Kp (R+S))	8 079,58		7 260,67		818,91
RAZEM	814 591,41		79 871,01	725 712,40	9 008,00
Pozycje uproszczone	7 000,00	7 000,00			
RAZEM	821 591,41	7 000,00	79 871,01	725 712,40	9 008,00
VAT 23%	188 966,02				
(R+M+S+U+Kp(R+S))+ RAZEM	1 010 557,43				

OGÓŁEM 1 010 557,43

Słownie: *million dziesięć tysięcy pięćset pięćdziesiąt siedem i 43/100 zł*

Opisy podstawy wyceny

Lp.	Wydawnictwo	Katalog	Opis katalogu	Pozycje
1	Kancelaria Prezesa Rady Ministrów 2001	KNNR 9	Roboty remontowe instalacji elektrycznych i sieci zewnętrznych	1, 2, 3
2	WACETOB wyd.I 1997	KNR-W 4-03	ROBOTY REMONTOWE INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH	4

Zestawienie robocizny

Lp.	Nazwa	j.m.	Ilość	Cena jedn.	Wartość
1	Robocizna - instalacje elektryczne	r-g	843,5000	29,40	24 798,90
2	robocizna	r-g	626,6000	29,40	18 422,04
RAZEM					43 220,94

Słownie: **czterdzieści trzy tysiące dwieście dwadzieścia i 94/100 zł**

Zestawienie materiałów

Lp.	Nazwa	j.m.	Ilość	Il inw.	Il wyk.	Cena jedn.	Wartość
1	materiały pomocnicze	zł		0,0000	17 700,300 0		17 700,40
2	lampa oświetleniowa LED, typ 1 - drogowa, w komplecie z przewodem zasilającym wysięgnikowym/słupowym, zabezpieczeniem i urządzeniem automatyki sterującej, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i; złącze ZD4i zainstalowane tylko od dołu oprawy, wbudowany GPS, wykonywanie zaprogramowanych dobowych schematów redukcji (min. 8 stopni) mocy oprawy wraz z ich dowolną bezprzewodową zmianą zgodnie z wymaganiami, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt	435,0000	0,0000	435,0000	1 437,75	625 421,25
3	lampa oświetleniowa LED typ 2 - parkowa montaż na szczycie słupa, w komplecie z przewodem zasilającym słupowym, zabezpieczeniem i urządzeniem automatyki sterującej, certyfikat ENEC, ENEC+, ZD4i; wbudowany GPS, wykonywanie zaprogramowanych dobowych schematów redukcji (min. 8 stopni) mocy oprawy wraz z ich dowolną bezprzewodową zmianą zgodnie z wymaganiami, dobór mocy opraw zgodnie z Referencyjnymi Obliczeniami Fotometrycznymi i tabelą do obliczeń fotometrycznych	szt	47,0000	0,0000	47,0000	1 757,25	82 590,75
RAZEM							725 712,40

Słownie: **siedemset dwadzieścia pięć tysięcy siedemset dwanaście i 40/100 zł**

Zestawienie sprzętu

Lp.	Nazwa	j.m.	Ilość	Cena jedn.	Wartość
1	środek transportowy	m-g	57,8400	9,07	524,42
2	podnośnik montażowy samochodowy hydrauliczny	m-g	197,6200	9,81	1 938,60
3	samochód wieżowy z balkonem	m-g	245,8200	9,81	2 411,45
RAZEM					4 874,47

Słownie: **cztery tysiące osiemset siedemdziesiąt cztery i 47/100 zł**

	Spis treści	
Strona Tytułowa		1
Ogólna charakterystyka obiektu		2
Tabela elementów scalonych		3
Przedmiar		4
1 Modernizacja oświetlenia ulic, dróg i miejsc publicznych		4
Kosztorys inwestorski uproszczony		5
1 Modernizacja oświetlenia ulic, dróg i miejsc publicznych		5
Opisy podstawy wyceny		7
Zestawienie robocizny		8
Zestawienie materiałów		8
Zestawienie sprzętu		8
Spis treści		9