

## GMINA GOSTYŃ



### „AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGII ELEKTRYCZNEJ SYSTEMU OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE GMINY GOSTYŃ”

#### **Wykonawca:**

MJ Energy  
Bogusław i Jakub Sucheccy Sp. J.  
ul. Świdarska 47, 05-400 Otwock  
NIP: 5322083738

#### **Na zlecenie:**

Gminy Gostyń  
ul. Rynek 2  
63-800 Gostyń  
NIP: 696 175 03 43



## **Spis Treści**

KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO – str.2
WPROWADZENIE – str.3
WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI – str.4
ZAGADNIENIA SPECYFICZNE DLA OŚWIETLENIA ULICZNEGO I DROGOWEGO – str.4
CEL I ZALECENIA PROJEKTU – str.6
LOKALIZACJA PROJEKTU – str.7
OPIS PROJEKTU, JEGO PRZEDMIOT I UZASADNIENIE WYBORU ROZWIĄZANIA – str.8
ZAŁOŻENIA ANALIZY SYSTEMU OŚWIETLENIA – str.11
ANALIZA TECHNICZNA I TECHNOLOGICZNA – STAN AKTUALNY – str.11
STAN SYSTEMU OŚWIETLENIOWEGO PRZED MODERNIZACJĄ – str.13
PORÓWNANIE SYSTEMÓW OŚWIETLENIOWYCH PRZED I PO MODERNIZACJI – str. 25
WARIANTY MODERNIZACJI – str. 25
WARIANT OPTYMALNY – str.35
ANALIZA ROZWIĄZAŃ TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNYCH – str.36
ANALIZA FINANSOWA – str.40

## **Załączniki**

- Załącznik 1 – Tabele inwentaryzacji systemu oświetlenia**
- Załącznik 2 – Program Funkcjonalno-Użytkowy modernizacji**
- Załącznik 3 – karty katalogowe przykładowego sprzętu**
- Załącznik 4 – Kosztorys i przedmiar**
- Załącznik 5 – Mapy WMS**
- Załącznik 6 – Dostęp do aplikacji MJ Viewer**

## KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

<b>KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ</b>		<b>Data wykonania</b>		
		<b>03.08.2023</b>		
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Modernizacja oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Gostyń.		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		Modernizacja oświetlenia zewnętrznego (na terenie dróg, ulic i placów) polegające na wymianie opraw oświetleniowych wraz z osprzętem i sterowaniem.		
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/ <del>zostało zrealizowane</del> * przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):		GMINA GOSTYŃ  ul. Rynek 2  63-800 Gostyń		
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:		
2023	Nie dotyczy	10		
<b>Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej</b>				
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia: **	<b>435 307</b>	kWh/rok	<b>37,43</b>	toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia: **	<b>1 088 267,5</b>	kWh/rok	<b>93,57</b>	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej: ***	<b>n.d.</b>	kWh/rok	<b>n.d.</b>	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej: ***	<b>n.d.</b>	kWh/rok	<b>n.d.</b>	toe/rok
<b>Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej</b>				
Imię i nazwisko:	MJ Energy Bogusław i Jakub Sucheccy Sp. J.			
Nr telefonu:	605 555 631 / 605 554 465			
Podpis:				

\* Niepotrzebne skreślić.

\*\* W przypadku planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

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

## WPROWADZENIE

**Celem niniejszego opracowania jest:**

1. Potwierdzenie lub zakwestionowanie społeczno-gospodarczej celowości realizacji projektu według koncepcyjnych założeń Zamawiającego.
2. Przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do:
  - wyboru optymalnego rozwiązania technicznego,
  - sposobu uwzględnienia w zadaniu modernizacji specyficznych wymogów dotyczących efektywnego zarządzania oświetlaniem dróg i ulic,
  - sposobu zorganizowania procesu modernizacji systemu oświetlenia
  - analizy stanu technicznego obecnego systemu oświetlenia

W prawidłowo zorganizowanym procesie przygotowania inwestycji, audyt efektywności energetycznej modernizacji oświetlenia ulicznego stanowi początkowy etap analizy przed inwestycyjnej.

Etap ten ma na celu zbadanie i określenie możliwości inwestycyjnych oraz wskazanie sposobów jej realizacji. Niniejsze opracowanie jest opracowywane właśnie na tym etapie: nie istnieje jeszcze projekt techniczny, kosztorys ani pełny program funkcjonalno-użytkowy dotyczący całości inwestycji. Istnieje jedynie ogólna koncepcja funkcjonalno-użytkowa sformułowana przez Zamawiającego. Audyt poddaje analizie zintegrowaną koncepcję kompleksowej modernizacji systemu oświetlenia należącego do Gminy Gostyń.

**Niniejsze opracowanie jest sporządzone zgodnie z przepisami prawa Unii Europejskiej w zakresie opracowania audytów, studiów wykonalności, analiz finansowych dla inwestycji infrastrukturalnych i procedur wdrażania projektów dofinansowanych z funduszy strukturalnych UE.**

## WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI

Analiza oddziaływania na środowisko jest zgodna z Dyrektywą dotyczącą „Oceny Wpływu na Środowisko” 85/337/EEC znowelizowaną przez Dyrektywę 97/11/EC – COM (1993) 575. Korzystano również z projektu „Wspólnotowych ram dla współpracy w celu promowania zrównoważonego rozwoju” 1411/2001/EC – COM (1999) 557. Pomocniczo uwzględniono zapisy Strategii Tematycznej dla Środowiska Miejskiego, stanowiącej część europejskiej polityki w zakresie środowiska przyrodniczego na obszarach zurbanizowanych, stanowiącej część VI Programu Działań „Środowisko 2024: Nasza przyszłość, nasz wybór”

Przyjmuje się wartości wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> opracowywane na rok sporządzenia świadectwa przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, zgodnie z art. 3 ust. 2 pkt 8 ustawy z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2015 r. poz. 2273).

***Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczenia poziomu bazowego dla projektów realizowanych w Polsce - 0,812Mg CO<sub>2</sub>/MWh czyli 708kg CO<sub>2</sub>/MWh opublikowany przez KOBiZE w grudniu 2022r.***

## ZAGADNIENIA SPECYFICZNE DLA OŚWIETLENIA ULICZNEGO I DROGOWEGO

W zakresie zagadnień specyficznych dla oświetlenia drogowego za podstawę opracowania niniejszego audytu służyły następujące akty prawne, rozporządzenia oraz Polskie Normy:

### **Ustawy:**

Ustawa Prawo Zamówień Publicznych z dnia 11 września 2019r. (Dz.U. z 2022 poz. 1710 )

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Gospodarki Morskiej w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej z dnia 2 września 2004r. (Dz.U. z 2021 poz. 2454 )

Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. (Dz. U. z 2022 poz. 88 )

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Gospodarki Morskiej z dnia 18 maja 2004r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym (Dz.U. z 2021 poz. 2458 )

Ustawa o Samorządzie Gminnym z dn. 8 marca 1990r ( Dz.U. z 2022 poz. 559.)

## Normy:

\*PN-EN 13201- 2, 3 i 4 Oświetlenie Dróg.

Dla klas oświetleniowych, zgodnie z PN-EN 13201-2 obowiązują określone minimalne wymagania parametrów oświetlenia drogi. Zalecane parametry zawarte są w poniższej tabeli.

L - jest średnią luminancją drogi, która w czasie eksploatacji oświetlenia ma być utrzymana,

U<sub>o</sub> - całkowita równomierność wyrażona stosunkiem najmniejszej do średniej luminancji na drodze,

U<sub>l</sub> - równomierność wzdłużna wyrażona stosunkiem najmniejszej do największej luminancji na osi środkowej pasa ruchu,

SR - jest stosunkiem średniego natężenia oświetlenia na pasach bezpośrednio obok krawędzi jezdni i średniego natężenia oświetlenia na bezpośrednio przylegającym pasie jezdni. Kryterium SR jest ważne dla uczynienia widocznym bezpośredniego otoczenia drogi.

### Minimalne wymagania dla poszczególnych klas oświetleniowych:

Class	Luminance of the road surface of the carriageway for the dry and wet road surface condition			Disability glare	Lighting of surroundings	
	Dry conditions			Wet	Dry conditions	Dry conditions
	$\bar{L}$ [minimum maintained] cd·m <sup>2</sup>	$U_o$ [minimum]	$U_l$ <sup>a</sup> [minimum]	$U_{ow}$ <sup>b</sup> [minimum]	$f_{TI}$ <sup>c</sup> [maximum] %	$R_{EI}$ <sup>d</sup> [minimum]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

Pomocniczo niektóre zagadnienia zostały porównane z funkcjonującymi w obiegu międzynarodowym uznanymi normami i wytycznymi innych krajów oraz normą przetłumaczoną na język polski PN EN 13 201.

## CEL I ZALECENIA PROJEKTU

Projekt koncepcyjny przewiduje modernizację własnego oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Gostyń, w celu podwyższenia efektywności energetycznej przy zachowaniu zgodności z dotyczącą oświetlenia ulicznego Polską Normą PN-EN 13201. Ponadto celem jest uzyskanie poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego, zwiększenie bezpieczeństwa mieszkańców oraz wykreowanie nowego wizerunku gminy.

Z uwagi na konieczność wykorzystywania istniejących konstrukcji wsporczych (Głównie słupy energetyczne z liniami przesyłowymi n.n. itp.) mogą zaistnieć problemy z dotrzymaniem zgodności parametrów z wymaganiami. W takich sytuacjach zastosowane zostanie rozwiązanie dążące do uzyskania poziomów parametrów maksymalnie zbliżonych do oczekiwanych (minimalnych).

Audytorzy zalecają optymalizację systemu poprzez dowieszenie opraw oświetleniowych, wymianę wysięgników lub zmianę kąta nachylenia.

Projektowane oświetlenie uwzględnia istniejące warunki w chwili opracowania dokumentacji. Wykorzystane zostały istniejące konstrukcje budowlane, na których zainstalowane jest dotychczasowe oświetlenie lub konstrukcje na których można dobudować (dowiesić) dodatkowe punkty świetlne.

Projektowane oświetlenie oparte jest o oprawy wykorzystujące technologię LED gwarantujące na obecny czas wysoką energooszczędność z jednoczesną poprawą jakości oświetlenia, zmniejszeniem kosztów konserwacji i eksploatacji.

Audytorzy opracowali obliczenia fotometryczne na oprawach LED bardzo dobrej klasy. Do dalszych analiz efektywności energetycznej zostały przyjęte wskaźniki które gwarantują maksymalne oszczędności w zużyciu energii przy jednoczesnym dostosowaniu oświetlenia do wymagań normatywnych.

Zalecane parametry oświetleniowe zgodne z normą PN EN 13-201:2016

- Cel projektu: stworzenie nowego wizerunku gminy, poprawa bezpieczeństwa mieszkańców i ruchu drogowego, zmniejszenie zużycia energii, poprzez zaoferowanie odpowiednio dostosowanej infrastruktury oświetleniowej.
- Zalecane technologie są zgodne z polskimi normami przenoszącymi normy europejskie. Choć są to w znacznym zakresie rozwiązania specjalistyczne, to są one znane projektantom z dziedziny techniki świetlnej oraz wykonawcom robót oświetleniowych. Inwestycja jest wykonalna technicznie przy zachowaniu odpowiednich procedur wyboru projektanta i wykonawcy.
- Projekt jest wykonalny pod względem prawnym: wykluczono przeszkody prawne, co do pomyślnego przeprowadzenia inwestycji, zarówno ze strony prawa budowlanego, jak i ze strony innych działów prawa.
- Projekt nie generuje znaczącego zysku netto w rozumieniu punktu 40 Rozporządzenia Rady (WE) NR 1260/1999 z dnia 21 czerwca 1999 r.
- Projekt jest pozytywny dla środowiska przyrodniczego. [ogranicza pośrednio emisję gazów cieplarnianych, w szczególności CO<sub>2</sub>].

**Projekt jest wykonalny**  
**przy założeniu spełnienia warunków określonych w niniejszym opracowaniu**  
**TYTUŁ**

Rekomendowany projekt jest opatrzony tytułem:

**„ Modernizacja systemu oświetlenia ulicznego i drogowego na terenie Gminy Gostyń ”**

Modernizacja opierać się będzie przy wykorzystaniu istniejącej infrastruktury sieci energetycznej i oświetleniowej.

## LOKALIZACJA PROJEKTU

Niniejszą analizą objęty został system oświetlenia drogowego gminy Gostyń.



Mapa 1. Granice administracyjne Gminy Gostyń



# OPIS PROJEKTU, JEGO PRZEDMIOT I UZASADNIENIE

## WYBORU ROZWIĄZANIA

Przedmiotem analizy jest kompleksowa modernizacja systemu oświetlenia ulic i dróg gminy przy uwzględnieniu norm oraz zaleceń dotyczących oświetlenia drogowego.

### Warianty inwestycji:

Stosunkowo wysokie nakłady, poprawienie efektywności energetycznej przez zastosowanie systemu opraw w technologii LED oraz znaczna poprawa standardu oświetlenia. Wdrożenie programowalnej redukcji mocy w godzinach 23.00-5.00 o 40%

### Zakres i warianty inwestycji

1. **Wariant I** – Modernizacja 1153 szt. punktów oświetleniowych z 1526 szt. istniejących punktów świetlnych należących do Gminy. Na terenie gminy istnieje 373 szt. opraw niepodlegających modernizacji – są to oprawy nowoczesne w technologii LED które, spełniają normy oświetleniowe.
2. **Wariant II** – Modernizacja 1153 szt. punktów oświetleniowych z 1526 szt. istniejących wraz z dostosowaniem wysięgników w celu poprawy wyników świecenia. Wymiana 2 wysięgników. Wymiana zabezpieczeń, tabliczek, przewodów kabelkowych wraz z zastosowaniem redukcji mocy w oprawach. Wymiana 57 szt. punktów zapalania z wdrożeniem monitoringu pracy systemu i kompensacji mocy biernej.
3. **Wariant III** - Modernizacja 1153 szt. punktów oświetleniowych z 1526 szt. istniejących. Wymiana zabezpieczeń, bezpieczników, tabliczek bezpiecznikowych. Dostosowanie wysięgników z wymianą 2 szt. Wymiana 57 punktów zapalania z wdrożeniem inteligentnego systemu sterowania oraz wdrożeniem systemu kompensacji mocy biernej i monitoringu pracy systemu. Zamiana linii napowietrznych wspólnych na izolowane ASxSN – 1 960mb. Zastosowanie opraw z inteligentnym systemem sterowania.

Modernizacja oświetlenia znacznie poprawi efektywność energetyczną. Na terenie gminy istnieje stosunkowo duża ilość opraw Sodowych, o odpowiedniej mocy, jednak ich stan techniczny powoduje niedostateczne doświetlenie dróg publicznych. Zakładamy minimalne zmniejszenie mocy zainstalowanej o ok. **65%**, a więc mniejsze opłaty za pobór energii. Projekt istotnie poprawi wizerunek gminy sprzyjając rozwojowi ekonomicznemu poprzez zwiększenie zainteresowania inwestorów prywatnych, zwiększenie frekwencji turystów oraz zainteresowania inwestycjami budowlanymi na terenie gminy. Dzięki przeprowadzonej modernizacji system oświetlenia zostanie ujednolicony, co znacząco poprawi eksploatację i konserwację systemu, obniżając tym samym koszty eksploatacji. Rekomendowany wariant inwestycji znacząco poprawi jakość oświetlenia na terenie gminy Gostyń, oraz dostosuje oświetlenie ulic do normy PN EN 13 201.

**Zestawienie stanu istniejącego opraw oświetlenia ulicznego:***Tabela 1*

Oprawa	Stan istniejący		
	Ilość	Moc jednostkowa [W]	Moc łączna [kW]
LED 23	33	23	0,759
LED 29	8	29	0,232
LED 36	136	36	4,896
LED 44	116	44	5,104
LED 53	45	53	2,385
LED 66	35	66	2,31
rteciowa 125	4	137	0,548
sodowa 100	382	115	43,93
sodowa 150	276	176	48,576
sodowa 250	14	265	3,71
sodowa 70	477	83	39,591
<b>Razem</b>	<b>1526</b>		<b>152,04</b>

Porównanie mocy opraw oświetleniowych przed i po modernizacji:

Tabela 2

Oprawa	Stan istniejący			Stan projektowany		
	Ilość	Moc jednostkowa	Moc łączna [kW]	Ilość	Moc jednostkowa	Moc łączna [kW]
IZYLUM1 50009 20LED 25.6	0	0	0	12	25,6	0,31
IZYLUM1 5300 20LED 32.1	0	0	0	3	32,1	0,10
IZYLUM1 5305 20LED 19.3	0	0	0	9	19,3	0,17
IZYLUM1 5305 20LED 38.8	0	0	0	5	38,8	0,19
IZYLUM1 5345 20LED 38.8	0	0	0	19	38,8	0,74
IZYLUM1 5399 20LED 19.3	0	0	0	223	19,3	4,30
IZYLUM1 5399 20LED 25.6	0	0	0	252	25,6	6,45
IZYLUM1 5399 20LED 32.1	0	0	0	217	32,1	6,97
IZYLUM1 5399 20LED 38.8	0	0	0	44	38,8	1,71
IZYLUM1 5399 20LED 46	0	0	0	4	46	0,18
IZYLUM1 5399 20LED 51.5	0	0	0	18	51,5	0,93
IZYLUM2 5369 40LED 61.5	0	0	0	8	61,5	0,49
IZYLUM2 5399 40LED 55	0	0	0	69	55	3,80
IZYLUM2 5399 40LED 68	0	0	0	22	68	1,50
IZYLUM3 5301 60LED 90	0	0	0	22	90	1,98
STYLAGE PC 5305 20LED 19	0	0	0	79	19,4	1,53
STYLAGE PC 5305 20LED 32	0	0	0	83	32,2	2,67
STYLAGE PC 5345 30LED 47	0	0	0	64	47	3,01
LED 23	33	23	0,76	33	23	0,76
LED 29	8	29	0,23	8	29	0,23
LED 36	136	36	4,90	136	36	4,90
LED 44	116	44	5,10	116	44	5,10
LED 53	45	53	2,39	45	53	2,39
LED 66	35	66	2,31	35	66	2,31
rteciowa 125	4	137	0,55	0	137	0,00
rteciowa 250	0	265	0,00	0	265	0,00
sodowa 100	382	115	43,93	0	115	0,00
sodowa 150	276	176	48,58	0	176	0,00
sodowa 250	14	265	3,71	0	265	0,00
sodowa 70	477	83	39,59	0	83	0,00
<b>Razem</b>	<b>1526</b>		<b>152,04</b>	<b>1526</b>		<b>52,71</b>

## ZAŁOŻENIA ANALIZY SYSTEMU OŚWIETLENIA

### PODSTAWA PRAWNA DOTYCZĄCA WYKONYWANIA ROBÓT BUDOWLANYCH MODERNIZACJI OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA ISTNIEJĄCYCH PODPORACH.

Na podstawie Ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (Dz. U. z 2021 poz. 2351) W rozumieniu Ustawy Art.3 ust. 7 polegającej na instalowaniu urządzeń, jakimi są oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem elektrycznym (złącza bezpiecznikowe i zaciski przyłączeniowe) oraz mechanicznym (wysięgniki), na obiektach budowlanych, jakimi są istniejące słupy sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia, nie wymagają pozwolenia na budowę według przepisów

Ustawy Art. 29 ust. 23 pkt.2. W przypadku zabudowy nowych szaf SO zasady określają warunki techniczne wydane przez właściwy Rejon Zakładu Energetycznego.

Przeznaczony system do projektu oparty jest głównie na 2 rodzajach podziału strukturalnego sieci:

1. Oświetlenie realizowane jest z obwodów wydzielonych – 1473 punktów oświetlenia na takich liniach
2. Oświetlenie wykorzystujące słupy linii napowietrznych oraz linie wspólną - sieć skojarzona – 49 punktów oświetlenia

**Właściciel linii energetycznych – Zakład Energetyczny – Powinien przed przystąpieniem do modernizacji wydać tzw. Warunki Techniczne Odnośnie Przeprowadzenia Zadania Modernizacji. O wydanie takich warunków występuje inwestor, czyli Gmina Gostyń**

**Warunki techniczne określić powinny sposób wykonania prac instalacyjnych na urządzeniach ENEA Operator, oraz określić zastosowanie osprzętu dodatkowego na liniach N.N. takich jak zabezpieczenia, zaciski, mostki itp. Sposób przyłączenia nowych punktów zapalania, oraz zastosowanie określonych standardów zabezpieczeń.**

## **ANALIZA TECHNICZNA I TECHNOLOGICZNA – STAN AKTUALNY**

Stan aktualny określony został na podstawie kompleksowej inwentaryzacji z terenu metodą geoinformatyczną. Na terenie gminy zamontowanych jest obecnie 3249 punktów oświetlenia drogowego. Do Gminy Gostyń należy 1526 punktów oświetlenia, głównie na liniach wydzielonych. Analizą i projektem objęto własność Gminy, czyli 1526 pkt oświetlenia.

Załączona inwentaryzacja przedstawia zestawienie tabelaryczne punktów światła z uwzględnieniem parametrów drogi.

Parametrami tymi są:

- a) parametry drogi, ulicy**
  - szerokość
  - rodzaj nawierzchni
  - kategoria drogi
  - kategoria oświetleniowa drogi
- b) parametry infrastruktury oświetleniowej**
  - typ, moc oprawy oświetleniowej -aktualna i projektowana,
  - ilość opraw na słupie
  - odległość słupów od krawędzi drogi
  - odległość między słupami
  - wysokość zawieszenia opraw
  - nr ewidencyjny słupa, jego lokalizacja (X, Y, pozycja GPS )
  - numer skrzynki SON, SOK, lokalizacja (X, Y)
  - wartość zabezpieczenia
  - typ linii oświetleniowej (napowietrzna kablowa, Al, AsXSn, YKY,YAKY)
  - moc nominalna oprawy
  - moc rzeczywista oprawy
  - nr. Stacji i skrzynki SO z którą powiązany jest punkt oświetleniowy

**c) stacje transformatorowe**

- numer stacji, nazwa,
- system ochrony
- budowa [kontenerowa, na platformie]
- lokalizacja

**d) Skrzynki sterujące SO**

- numer skrzynki
- numer Stacji Transformatorowej z której jest zasilana
- wartość zabezpieczenia przedlicznikowego
- lokalizacja
- nr. Punktu pomiarowego
- nr. Licznika
- dok. Fotograficzna

## **INWENTARYZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIOWEGO Z ZASTOSOWANIEM METODY GEOINFORMATYCZNEJ**

### **Zbieranie danych o systemie oświetleniowym gminy Gostyń.**

Dane o położeniu pozyskiwano dzięki zastosowaniu technik: Globalnego Systemu Pozycjonowania [GPS] oraz Geograficznych Systemów Informacyjnych [GIS]. Dane cyfrowe systemu oświetleniowego pozyskano podczas prac terenowych (kartowanie DGPS) oraz innych źródeł.

Pomiarów współrzędnych terenowych, lamp, skrzynek sterujących SO, dokonano rejestratorem polowym GPS. W celu uzyskania precyzji położenia obiektów zastosowano tryb pomiaru różnicowego DGPS (ang. Differential GPS). Korekcję przeprowadzano w czasie rzeczywistym (satelita geostacjonarny OmniStar, w ostateczności w trybie post-processingu (stacja bazowa SOPAC, max. 25km). Pomiarów dokonywano w trybie statycznym (pomiar punktowy).

### **Organizacja danych systemu oświetleniowego.**

Dane o systemie zostały zgromadzone w formie bazy danych na platformie MJ Viewer. Surowe dane zebrane w terenie zostały poddane post-processingowi, co poprawiło dokładność pomiarów a następnie wyeksportowano je do platformy MJ Viewer. Z platformy tej można generować dużą gamę raportów a następnie wykorzystać je do stworzenia powszechnie stosowanego pliku .shp, używanego w systemach GIS.

Organizacja danych: biblioteka kodów i atrybutów zorganizowana w warstwy, atrybuty. Parametry atrybutów zostały tak zdefiniowane, aby jak najdokładniej analitycznie opisać system.

## STAN SYSTEMU OŚWIETLENIOWEGO PRZED MODERNIZACJĄ

Stan przeznaczonego do inwentaryzacji systemu oświetlenia ulicznego w gminie wymaga przeprowadzenia modernizacji ze wskazaniem na obszary, w których system oświetlenia oparty jest na rozwiązaniach energochłonnych bazujących na oprawach sodowych. System w większości wykorzystuje linie wydzielone należące do Gminy. Na liniach wspólnych jest tylko 49 pkt oświetlenia. Obecnie moc systemu oświetlenia zainstalowanego w gminie wynosi **152,04 kW**. Jeśli przyjmemy, że gmina zapewnia mieszkańcom oświetlenie dróg i terenów publicznych zgodnie z wymogami a więc 4150 godzin świecenia – **rocznie system zużywa 630 966,00 kWh (630,96 MWh), bo:**

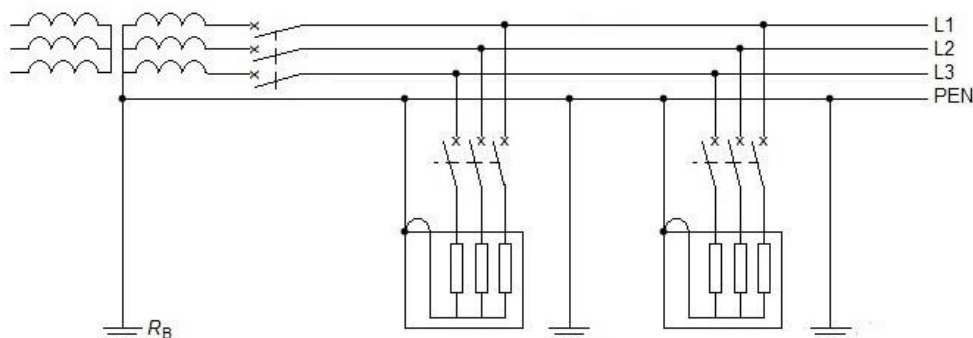
$$152,04 \text{ kW} \times 4150 \text{ h} = 630\,966,00 \text{ kWh}$$

### Sieć zasilająca:

System sterowany jest w przeważającej części ze skrzynek SO usytuowanych na początku obwodów oświetleniowych, w dużej mierze umiejscowionych jako oddzielne punkty zapalania. Stacje zasilające obwody oświetleniowe na terenie gminy to stacje napowietrzne – 59 szt, stacje murowane – 38 i stacje kontenerowe – 3, z których zasilane są poszczególne szafy sterownicze SO – 146 szt. , z czego system należący do miasta zasilą 56 szaf SO. Stacje Tr są w systemie ochrony TNC .

Układ TNC charakteryzuje się tym, że na całej długości funkcję przewodu neutralnego (N) i ochronnego (PE) pełni jeden wspólny przewód ochronno-neutralny. Ochrona przeciwporażeniowa jest realizowana przez połączenie wszystkich części przewodzących instalacji z przewodem ochronno-neutralnym.

### Przykład sieci TNC:



### Szafy oświetleniowe:

System oświetlenia ulicznego na terenie gminy Gostyń zasilony jest z 56 szaf sterowniczych. Szafy te dzielą się na:

1. Szafy wolnostojące – ilość 54 szt. – są to szafy umieszczone na początku obwodów i zasilone kablowo z najbliższej stacji Tr. lub w miejscach podziału sieci nN .



Szafa wolnostojąca w gminie Gostyń

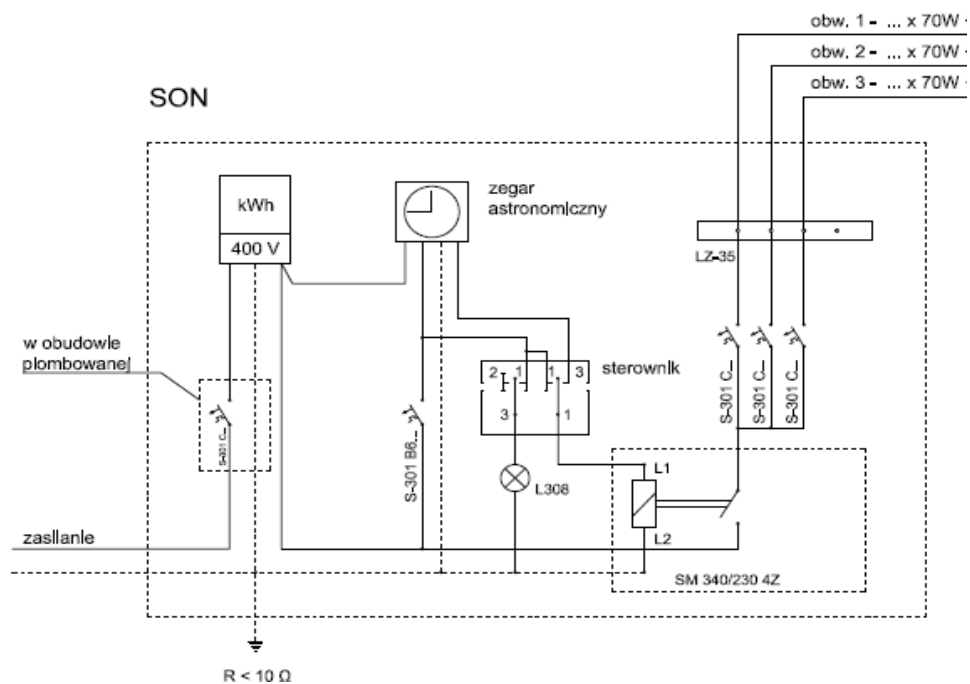
2. Szafy wiszące oddzielnie - ilość 22 – szafy umiejscowione na początkach obwodów najczęściej na słupach linii nN.



Przykłady szaf wiszących oddzielnie, których jest 2 szt.

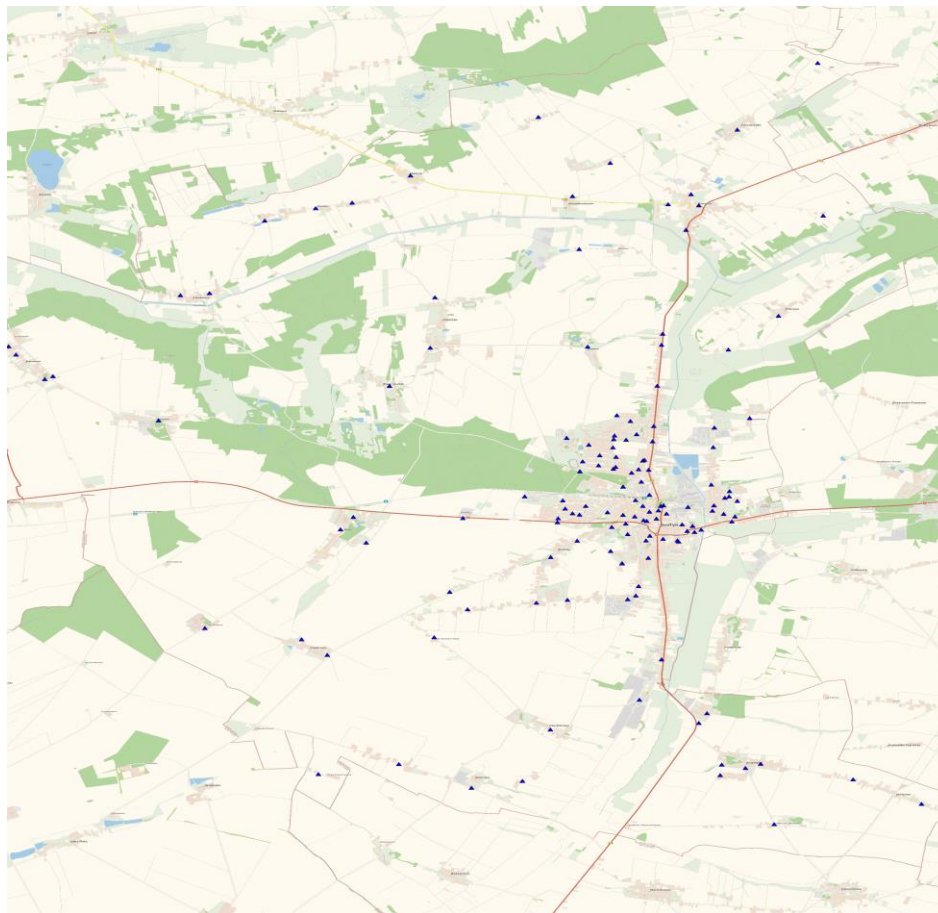


Poniżej typowy schemat obecnych szaf oświetleniowych na terenie gminy Gostyń.





## LOKALIZACJA SZAF OŚWIETLENIA ULICZNEGO



### Sieć zasilająca i zastosowane oprawy oświetlenia ulicznego:

Na terenie gminy Gostyń system oświetlenia, będący przedmiotem opracowania, oparty jest głównie na liniach kablowych ( 1454 punktów oświetlenia) . Na liniach napowietrznych jest tylko 72 oprawy. Z opraw na liniach napowietrznych 49 szt jest na linii wspólnej, zaś 23 na linii podwieszanej.

Linie wydzielone, to zazwyczaj linie kablowe z własną skrzynką SO, prowadzone w ziemi kablem YAKY. Linie podwieszone wykorzystują konstrukcje wsporcze Zakładu Energetycznego prowadzącego linie abonenckie. Poniżej linii abonenckiej znajduje się izolowana linia oświetleniowa prowadzona przewodem ASxSN. Można zatem stwierdzić, że linie oświetleniowe należące do Gminy Gostyń tworzą wydzielony bezpieczny system elektroenergetyczny.

Audytor wykonał inwentaryzację całego systemu oświetlenia w Gminie Gostyń, a więc z uwzględnieniem również systemu należącego do spółki oświetleniowej ENEA. System oświetlenia należący do ENEA Oświetlenie sp. z o.o. jest w dużo gorszej kondycji niż system należący do Gminy i jest o wiele bardziej energochłonny. Własnością Zakładu ENEA Oświetlenie jest 1699 opraw. Mają oni w posiadaniu co prawda 38 nowoczesnych opraw w technologii LED, ale pozostałe 1661 oprawy należy bezwzględnie wymienić wraz z zabezpieczeniami. Bardzo częstym zjawiskiem w oświetleniu należącym do ENEA, jest fakt, zmontowania opraw w bezpośrednim sąsiedztwie gałęzi drzew. W tych przypadkach konary znacznie obniżają efekt świecenia. Konieczne zatem w tych wypadkach jest dokonanie prześwietleń konarów w celu polepszenia wydajności strumienia świetlnego. Oprawy sodowe należące

do ENEC, to często przestarzałe konstrukcje, gdzie odbłyśnik jest już mocno pożółkły, co znacznie ogranicza efekty świetlne.

Wykonanie modernizacji całego systemu oświetlenia ( również należącego do ENEC ) przyniosłoby znacznie większe oszczędności, oraz uzyskano by wspinały efekt przystosowania całej sieci oświetleniowej do normy PN EN 13 201. Uzyskano by również jednolitą barwę światła na terenie całej Gminy.

W większości oprawy zabudowane są z właściwym wysięgnikiem w pozycji „nad linią ”

System Oświetlenia ulicznego należący do Gminy Gostyń, to w większości linie wydzielone ( 1473 oprawy z 1 526 istniejących należących do gminy ). System ten oparty jest na konstrukcjach wsporczych stalowych lub aluminiowych. Kąty wysięgników w tych wypadkach są prawidłowe, a odległości między słupami pozwalają na swobodny dobór oświetlenia zgodnego z normą PN EN 13 201. Oprawy zastosowane w tym systemie to głównie oprawy sodowe, w dość dobrym stanie. Odbłyśniki nie są pożółkłe, a obudowy są w dobrym stanie. Zastosowane oprawy sodowe są produkcji renomowanych firm oświetleniowych. Należy jednak zauważyć że w dobie wkroczenia na rynek technologii LED, oprawy sodowe można uznać za dość energochłonne. Dlatego sugeruje się ich wymianę na oprawy we wspomnianej technologii LED. Wymiana w tych wypadkach nie będzie się wiązała ze zmianami kątów nachylenia wysięgników, a więc inwestycja będzie przebiegała bardzo sprawnie. W planowanym zadaniu należy wymienić przewód zasilający oprawę, oraz złącze wewnątrz słupa z dostosowaniem właściwej wartości bezpiecznika.

Poniżej przykłady wydzielonych linii oświetleniowych na terenie Gminy Gostyń:





Na uwagę zasługuje wykonanie pełnego doświetlenia dojazdów do osiedli mieszkaniowych, oraz ulic wewnątrz osiedli.

Przykłady doświetlonych dróg dojazdowych do osiedli:





W osiedlach zastosowano często oświetlenie parkowe oprawami OCP o mocy 70W. W tych wypadkach oparwy są na wysokości 4 – 5 mb. Słupy w tych wypadkach posiadają stare konstrukcje, ale są ogólnie w dobrym stanie technicznym. W niektórych przypadkach wymagają wypionowania.

Przykłady oświetlenia parkowego w osiedlach:



W zabytkowej części miasta na tzw. starówce oświetlenie oparte jest na oprawach sodowych mocy 70W. Są to oprawy stylizowane w kompletach ze słupami produkcji ArtMetal. Oświetlenie to jest nowe i zaleca się tylko wymianę samych opraw o tej samej stylistyce, albo wymianę w istniejących oprawach samych paneli świecenia na LED.

Przykłady oświetlenia w starej części miasta:



Dla zobrazowania różnic w oświetleniu będącym własnością miasta, a oświetleniu będącym własnością ENEA Oświetlenie wskazujemy kilka przykładów linii wspólnych, napowietrznych zarządzanych przez Enea Oświetlenie:



Na uwagę zasługuje również fakt, że gmina zadbała o bezpieczeństwo użytkowników dróg stosując w wielu miejscach doświetlenie przejść dla pieszych. Zastosowanie tutaj mają specjalistyczne oprawy o odpowiedniej fotometrii która pozwala użytkownikom dróg na identyfikację całej postaci pieszego na przejściu.





W związku z faktem wykonania inwentaryzacji systemu oświetlenia zarówno należącego do Gminy Gostyń, jak i oświetlenia należącego do Enea Oświetlenie poniżej przedstawiamy dwa zestawienia inwentaryzacyjne:

1. Zestawienie dla całości systemu oświetlenia ----- 3249 pkt.
2. Zestawienie dla systemu należącego do Gminy Gostyń ---- 1526 pkt

**Przedmiotem analiz i obliczeń oszczędności będzie tylko system należący do Gminy Gostyń.**

Szczegółowe zestawienie inwentaryzacyjne stanowi załącznik do opracowania oraz jest dostępny w aplikacji MJ Viewer pod adresem; <https://app.mjviewer.pl/>

### **Zestawienie inwentaryzacyjne dla całości systemu oświetlenia**

<b>atrybut</b>	<b>ilość</b>
Ilość punktów światła ogółem	3249
Ilość opraw sodowych	2801
Ilość opraw rtęciowych	12
Ilość opraw LED	435
Ilość opraw metalhalogen	1
Oprawy na liniach napowietrznych	1476
Oprawy na liniach kablowych	1773
Oprawy na liniach wspólnych	928
Oprawy na liniach podwieszonych	357
Oprawy na liniach wydzielonych	1964
Oprawy na słupach betonowych	1532
Oprawy na słupach stalowych	1385
Oprawy na słupach aluminiowych	146
Oprawy na słupach parkowych	100
Oprawy na fasadach	17
Oprawy na słupach drewnianych	69

### **Zestawienie inwentaryzacyjne systemu oświetlenia należącego do Gminy Gostyń**

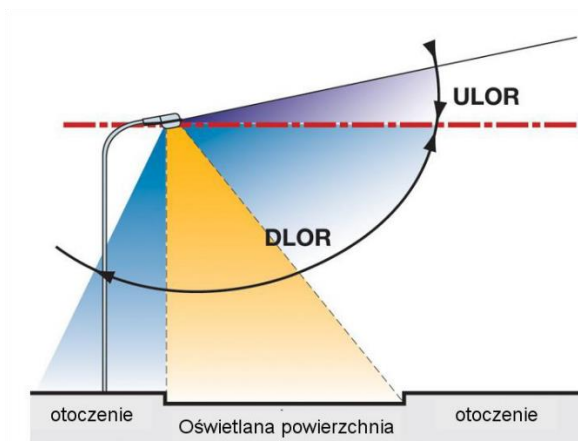
<b>atrybut</b>	<b>ilość</b>
Ilość punktów światła ogółem	1526
Ilość opraw sodowych	1145
Ilość opraw rtęciowych	8
Ilość opraw LED	373
Ilość opraw metalhalogen	1
Oprawy na liniach napowietrznych	72
Oprawy na liniach kablowych	1454
Oprawy na liniach wspólnych	49
Oprawy na liniach podwieszonych	4
Oprawy na liniach wydzielonych	1473
Oprawy na słupach betonowych	128
Oprawy na słupach stalowych	1173
Oprawy na słupach aluminiowych	128
Oprawy na słupach parkowych	93
Oprawy na fasadach	4

## KRYTERIA OCENY OPRAW

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

## DODATKOWE UWAGI POINWENTARYZACYJNE

Light pollution to angielska nazwa zjawiska zanieczyszczania środowiska światłem. Występuje wszędzie tam, gdzie oświetlenie zamiast służyć celowi, dla którego zostało zbudowane, oświetla również inne obiekty, a w szczególności niebo.



Zanieczyszczanie światłem, z pewnością nawet w Polsce narusza standardy dobrego projektowania oświetlenia. Zjawisko zanieczyszczania światłem występuje w szczególności wszędzie tam, gdzie:

- Oprawy uliczne, z odbłyśnikiem o dużej asymetrii instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 10°
- Oprawy starego typu, z odbłyśnikiem o stosunkowo niskiej asymetrii takie jak np. OUS instalowane są pod kątem większym niż 5°
- Oprawy parkowe typu Kula, winne być wyposażone w specjalne rastry przeciwodblaskowe.



**Rekomendacja 1**

Stosowanie opraw typu "Kula" winno być zaniechane, a już zainstalowane winny być sukcesywnie wymieniane na niezaśmiecające środowiska światłem. Zaleca się aby zlikwidować/zastąpić oprawy typu kula oświetlających chodniki oraz drogi lokalne.

**Rekomendacja 2**

Ścieżki, alejki lub ciągi piesze, jeśli nie są oświetlane oprawami ozdobnymi, winny być oświetlane specjalistycznymi oprawami zaprojektowanymi do tego celu, o rozsyłe strumienia światła silnie asymetrycznym, wąskim i długim wzdłuż ciągu pieszego.

**Rekomendacja 3**

Zmienić kąt wysięgników na prawidłowy, wynikający z obliczeń fotometrycznych. Zalecane 0st-5st i 1m.

**Rekomendacja 4**

Zalecać projektantom oświetlenia wykonanie projektów przy uwzględnieniu normy oświetleniowej, jak również biorąc pod uwagę unikanie zjawiska zanieczyszczania światłem środowiska.

**Rekomendacja 5**

Zastosować oprawy typu LED o ciepłej barwie w zakresie 3000-4000K.

**Biorąc pod uwagę najnowszą technologię oświetlenia – LED, gmina może obniżyć koszty energii z tytułu oświetlenia drogowego. Oprawy LED są o wiele bardziej energooszczędne, oraz posiadają wiele dodatkowych cech, które powodują znaczne obniżenie wspomnianych kosztów.**

Należy zwrócić uwagę, na takie aspekty jak:

- niski pobór energii elektrycznej
- dobry współczynnik oddawania barw
- bardzo długi czas świecenia opraw
- łatwość zastosowania inteligentnych systemów sterowania, gdzie można wprowadzić redukcję mocy
- możliwość zastosowania systemów monitoringu instalacji oświetleniowej

Mając w zamyśle jak największe oszczędności w energii, proponuje się zastosowanie głównie technologii LED. Technologia ta pozwala na wygenerowanie znacznych oszczędności, jest innowacyjna, jak również podatna na współpracę z elektronicznymi, inteligentnymi systemami sterowania.

# PORÓWNANIE SYSTEMÓW OŚWIETLENIOWYCH PRZED I PO MODERNIZACJI WARIANTY MODERNIZACJI

## Wariant I – minimalny

W omawianym wariancie przedstawiamy minimalny zakres inwestycji, który ma na celu zbliżenie systemu oświetlenia do stanu zgodnego z minimalnymi standardami, normami oraz zaleceniami dla oświetlenia drogowego. Omawiany wariant zakłada najmniejsze nakłady finansowe. Omawiany wariant inwestycji winien być traktowany jako etap pierwszy inwestycji. Wariant polega na wymianie opraw 1 do 1, bez ingerencji w strukturę zasilania, oraz bez zastosowania redukcji mocy. Istniejące oprawy LED pozostają bez modernizacji.

Tabela 3

Oprawa	Stan istniejący			Stan projektowany		
	Ilość	Moc jednostkowa	Moc łączna [kW]	Ilość	Moc jednostkowa	Moc łączna [kW]
IZYLUM1 50009 20LED 25.6	0	0	0	12	25,6	0,31
IZYLUM1 5300 20LED 32.1	0	0	0	3	32,1	0,10
IZYLUM1 5305 20LED 19.3	0	0	0	9	19,3	0,17
IZYLUM1 5305 20LED 38.8	0	0	0	5	38,8	0,19
IZYLUM1 5345 20LED 38.8	0	0	0	19	38,8	0,74
IZYLUM1 5399 20LED 19.3	0	0	0	223	19,3	4,30
IZYLUM1 5399 20LED 25.6	0	0	0	252	25,6	6,45
IZYLUM1 5399 20LED 32.1	0	0	0	217	32,1	6,97
IZYLUM1 5399 20LED 38.8	0	0	0	44	38,8	1,71
IZYLUM1 5399 20LED 46	0	0	0	4	46	0,18
IZYLUM1 5399 20LED 51.5	0	0	0	18	51,5	0,93
IZYLUM2 5369 40LED 61.5	0	0	0	8	61,5	0,49
IZYLUM2 5399 40LED 55	0	0	0	69	55	3,80
IZYLUM2 5399 40LED 68	0	0	0	22	68	1,50
IZYLUM3 5301 60LED 90	0	0	0	22	90	1,98
STYLAGE PC 5305 20LED 19.4	0	0	0	79	19,4	1,53
STYLAGE PC 5305 20LED 32.2	0	0	0	83	32,2	2,67
STYLAGE PC 5345 30LED 47	0	0	0	64	47	3,01
LED 23	33	23	0,76	33	23	0,76
LED 29	8	29	0,23	8	29	0,23
LED 36	136	36	4,90	136	36	4,90
LED 44	116	44	5,10	116	44	5,10
LED 53	45	53	2,39	45	53	2,39
LED 66	35	66	2,31	35	66	2,31
rteciowa 125	4	137	0,55	0	137	0,00
rteciowa 250	0	265	0,00	0	265	0,00
sodowa 100	382	115	43,93	0	115	0,00
sodowa 150	276	176	48,58	0	176	0,00
sodowa 250	14	265	3,71	0	265	0,00
sodowa 70	477	83	39,59	0	83	0,00
<b>Razem</b>	<b>1526</b>		<b>152,04</b>	<b>1526</b>		<b>52,71</b>

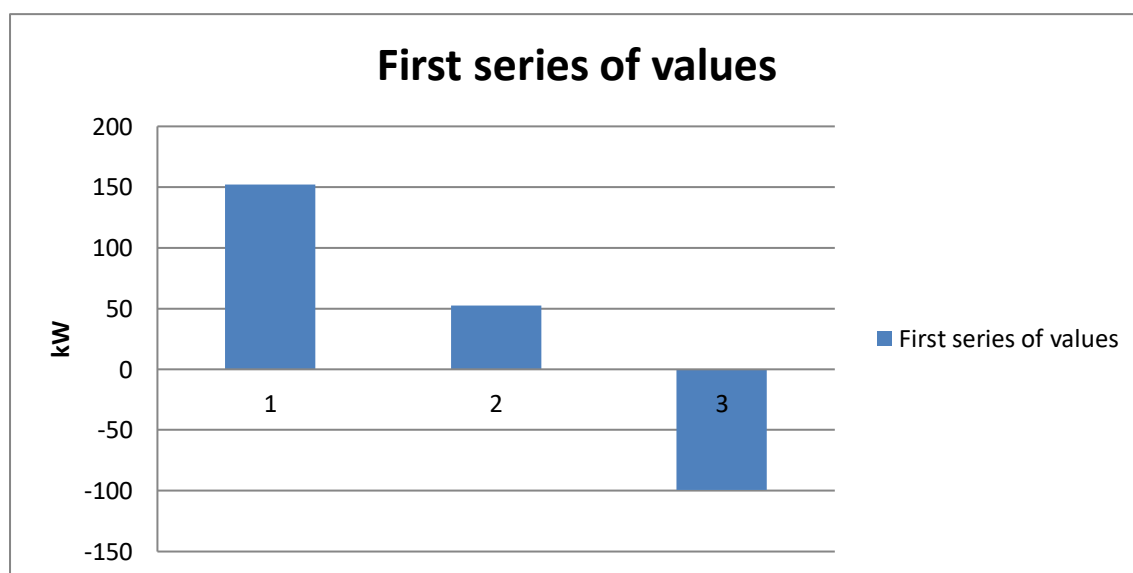
**Moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **52,71 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej bez uwzględnienia strat na liniach przesyłowych będzie wynosiło ok. **99,33 kW** czyli około **65 %**

**Oszczędności wynikające z wymiany opraw na energooszczędne:**

Tabela 4

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Różnica
Ilość punktów świetlnych	szt.	1526	1526	
Moc zainstalowana	kW	152,04	52,71	-99,33
Redukcja mocy	%		65%	

Oszczędności graficznie:



Analiza energochłonności oraz kosztów zużycia energii została przedstawiona w tabelach poniżej. **Na potrzeby tej analizy przyjęto stawkę Taryfy C12o (dzienna - 0,79 zł, nocna - 0,79 zł) za kWh netto**

**Koszt energii elektrycznej przed modernizacją:**

Tabela 5

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - taryfa dzienna	1960	152,04	297998,4	0,79	235 418,74 zł	289 565,05 zł
Ilość h - taryfa nocna	2190	152,04	332967,6	0,79	263 044,40 zł	323 544,62 zł
Suma	4150		630966		498 463,14 zł	613 109,66 zł

### Koszt energii elektrycznej po modernizacji:

Tabela 6

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - taryfa dzienna	1960	52,71	103311,6	0,79	81 616,16 zł	100 387,88 zł
Ilość h - taryfa nocna	2190	52,71	115434,9	0,79	91 193,57 zł	112 168,09 zł
Suma	4150		218746,5		172 809,74 zł	212 555,97 zł

### Porównanie zużycia energii w kWh

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	szt.	1526	1526
Zużycie energii	kWh	630966	218746,5
Ograniczenie zużycia	%		65%

Redukcja kosztów oraz poboru energii w tym wariancie wykonania modernizacji wynosi 65 % przy założeniu, że inwestycja zostanie wykonana zgodnie z załączonym projektem fotometrycznym, oraz w pełnym proponowanym zakresie.

Wartość oszczędności w PLN to 400 553,69 zł brutto. Kwota nie uwzględnia kosztów pozostałych czynników faktury za energię takich jak: stała, zmienna, przesyłowa, abonament, konserwacja. Są to oszczędności tylko z tytułu zakupu energii czynnej dla oświetlenia ulic.

### ANALIZA ODZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

Modernizacja oświetlenia ma na celu oszczędność zużycia energii elektrycznej. W wyniku tych oszczędności zmniejszają się wielkości emisji do atmosfery i ilości popiołów produkowanych przez elektrownie węglowe. Planowane efekty oszacowano korzystając ze wskaźników emisyjności dla energii elektrycznej. Wskaźniki emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2020 rok, opublikowane przez KOBIZE w roku 2022.

## Czynnik środowiskowy dla omawianego wariantu inwestycji:

Tabela 7

1	Moc przed modernizacją [kW]	152,04	
2	Moc po modernizacji [kW]	52,71	-99,33
3	Czas świecenia [h]	4150	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	412,2195	
L.p.	Zanieczyszczenia	Zanieczyszczenia [kg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO <sub>2</sub>	291851,406	708
2	Tlenek węgla CO	97,6960215	0,237
3	Dwutlenek siarki SO <sub>2</sub>	208,1708475	0,505
4	Tlenki azotu NO <sub>x</sub>	208,1708475	0,505
5	Pyły całkowite TSP	9,068829	0,022
	Razem [kg]	292374,5125	

## Podsumowanie omawianego wariantu:

Tabela 8

1	Ilość oprav całkowita	1526
2	Ilość oprav do modernizacji	1153
3	Moc systemu przed modernizacją	152,04
4	Moc systemu po modernizacji (dzień/noc)	52,71
5	Planowana oszczędność w %	65%
6	Koszt energii przed modern.	613 109,66 zł
7	Koszt energii po modern.	212 555,97 zł
8	Oszczędność w budżecie	400 553,69 zł
9	Oszczędność w emisji CO <sub>2</sub> /kg	291851,406
10	Wskaźnik % redukcji emisji	0,65
11	Wartość inwestycji modernizacji brutto	2 469 435,57 zł

## Wariant II

Proponowany wariant jest optymalnym rozwiązaniem z punktu widzenia kosztów oraz możliwości finansowych zamawiającego. Audytorzy w omawianym wariancie przyjęli modernizację systemu oświetleniowego zakwalifikowanego podczas szczegółowej inwentaryzacji do wymiany.

Modernizacja oświetlenia zakłada wymianę starych energochłonnych i nieefektywnych energetycznie oprav w ilości 1153 szt wraz z ich zabezpieczeniem. Dodatkowo modernizacja zakłada wprowadzenie systemu redukcji mocy w opravach w godzinach 23.00-5.00 o 20%. Inwestycja zakłada również remont szaf sterowania oświetleniem w ilości 57 szt. wraz z wdrożeniem systemu monitoringu pracy oświetlenia gminy. W następstwie wprowadzenia do systemu redukcji mocy, może pojawiać się

w systemie oświetleniowym moc bierna pojemnościowa. W związku z tym rekomenduje się wbudowanie w system sterowania w szafach SO kompensatorów mocy biernej.

### Kompensacja mocy biernej

Szafa jest wyposażona w odpowiednie filtry harmoniczne, zapewniające prawidłową pracę całej instalacji i zgodność z normami EMC. Wnętrze szafy podzielono na cztery sekcje: zabezpieczeń, kompensacji mocy, pomiarową i rozdzielczą. Sekcja zabezpieczeń zawiera wszelkie elementy niezbędne do ochrony opraw oświetlenia ulicznego LED przed różnego rodzaju przepięciami, które mogą występować w liniach zasilających. Sekcja kompensacji mocy biernej mieści odpowiednio dobrany i wykonany kompensator mocy biernej o parametrach ustalonych specjalnie dla potrzeb konkretnej instalacji oświetlenia ulicznego LED. Gwarantuje on obniżenie rachunków za energię elektryczną zużywaną przez instalację oświetlenia ulicznego LED eliminując opłaty za moc bierną. Sekcja pomiarowa, zamykana zawsze dodatkowymi drzwiami, mieści zabezpieczenia przedlicznikowe oraz aparaturę pomiarową instalowaną w zależności od potrzeb i wymagań lokalnego zakładu energetycznego.

Szafy wykonywane są według indywidualnych wymagań zamawiającego tak, aby w najlepszy sposób uwzględnić specyfikę lokalnej instalacji oświetlenia ulicznego LED. Realizacja rozpoczyna się dopiero po ustaleniu wszystkich szczegółów technicznych i ich ostatecznym zaakceptowaniu. Na życzenie zamawiającego można wyposażyć szafę w dowolny system sterowania. Standardowo obudowy szaf wykonane są z aluminium malowanego proszkiem, jednak możliwe jest także zastosowanie obudów z innych materiałów. Szafy oferowane są w wersjach do zasilania jednofazowego na zakres mocy do 20 kVA lub trójfazowego na zakres mocy do 120 kVA, w I lub II klasie izolacji.



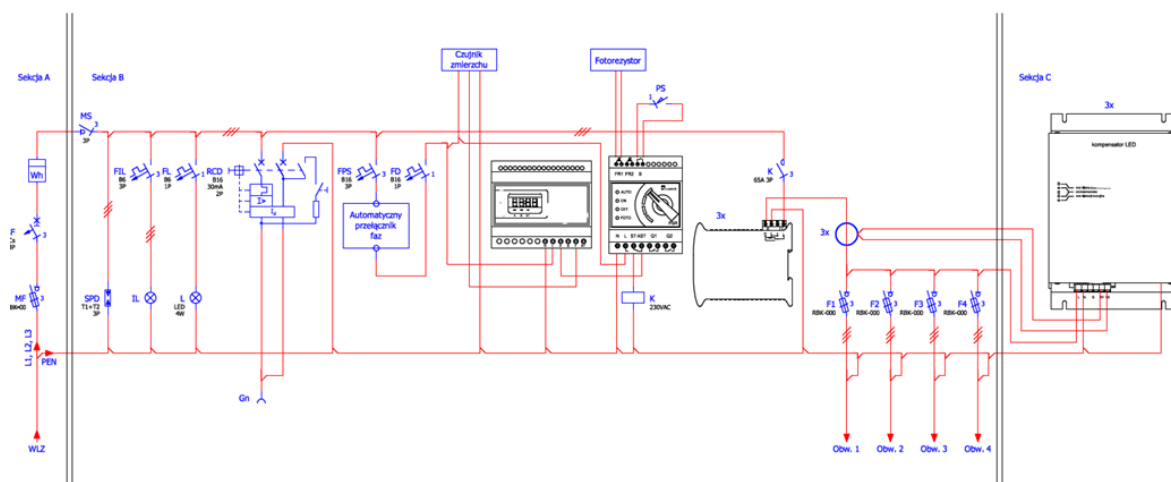
W przypadku stosowania opraw LED o  $\cos \phi < 0.93$  mamy  $\sin \phi = 0,36$  tzn., że na każde 100W mocy czynnej mamy 36VAr mocy biernej pojemnościowej. W przypadku, gdy zakład energetyczny wymieni liczniki na zdalny odczyt i/lub zmieni się operator energii zgodnie z Prawem „Regulacji Energetyki” (bez zmian w umowach) Gmina zostanie obciążona dodatkowymi opłatami wysokości 3-krotnej wartości zużywanej energii mocy czynnej.

Dodatkowym problemem mocy biernej pojemnościowej (zgodnie z trójkątem mocy), jest jej dynamiczna zmiana przy stosowaniu wielostopniowej redukcji mocy czynnej w czasie świecenia. W celu utrzymania założeń ekonomicznych projektu i ekologicznych należy na etapie modernizacji

przewidzieć kilkustopniową redukcję mocy bierną pojemnościową zgodnie ze zmianą redukcji mocy czynnej w oprawach na poszczególnych fazach.

**Audytorka rekomenduje dobór odpowiednich kompensatorów mocy biernych po okresie jednego roku użytkowania i pracy systemu.**

Poniżej schemat nowej szafy sterowniczej SO z elementami kompensacji mocy biernych



Jest to wariant rekomendowany przez autora dokumentacji audytu.

**Koszt energii elektrycznej przed modernizacją:**

Tabela 9

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - taryfa dzienna	1960	152,04	297998,4	0,79	235 418,74 zł	289 565,05 zł
Ilość h - taryfa nocna	2190	152,04	332967,6	0,79	263 044,40 zł	323 544,62 zł
Suma	4150		630966		498 463,14 zł	613 109,66 zł

**Koszt energii elektrycznej po modernizacji po wprowadzeniu redukcji mocy w oprawach:**

Tabela 10

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - taryfa dzienna	1960	52,71	103311,6	0,79	81 616,16 zł	100 387,88 zł
Ilość h - taryfa nocna (-20%)	2190	42,168	92347,92	0,79	72 954,86 zł	89 734,47 zł
Suma	4150		195659,52		154 571,02 zł	190 122,36 zł

**Porównanie:** Tabela 11

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	szt.	1526	1526
Zużycie energii	kWh	630966	195659,52
Ograniczenie zużycia	%		69%

### **Oprawa LED z systemem sterowania**

Zakładając redukcję natężenia strumienia świetlnego w godzinach późnonocnych od godziny 23:00 do 5:00 (w przedziale 6 godzin), uzyskujemy dodatkowe zmniejszenie zużycia energii elektrycznej. Jednocześnie przy realizacji takiego scenariusza, zakłada się stopniowy rozruch po zachodzie słońca oraz wygaszanie obwodów oświetleniowych przed wschodem wg zaprogramowanej procedury. Taki scenariusz redukcji strumienia świetlnego opraw ze źródłami światła typu LED w wyniku redukcji mocy zasilającej daje minimum dodatkowe 20% zmniejszenie zużycia energii elektrycznej.

Z w/w propozycji redukcji oświetlenia zalecane jest wyłączenie stref konfliktowych, takie jak skrzyżowania dróg o pewnej złożoności, przejścia dla pieszych, skrzyżowania ścieżek rowerowych i przejść dla pieszych czy jezdni, jak również ronda i obszary, na których tworzą się kolejki pojazdów.

- **moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji z zastosowaniem systemu redukcji mocy w godzinach o zmniejszonym natężeniu ruchu, będzie wynosiła w **42,17 kW**. Pozwala to uzyskać redukcję poboru mocy na poziomie **69 %**.

### **Koszt samej energii elektrycznej spadnie o 422 987,30 PLN brutto.**

Redukcja kosztów oraz poboru energii w tym wariantie wykonania modernizacji wynosi 69 % przy założeniu, że inwestycja zostanie wykonana zgodnie z załączonym projektem fotometrycznym, oraz w pełnym proponowanym zakresie.

Należy zwrócić uwagę, że jeśli w wyniku modernizacji moc pobierana przez system oświetlenia zmniejszy się o 69 %, to zasadnym będzie weryfikacja w poszczególnych umowach oraz rozliczeniach wartości mocy umownych.

**W związku z tym, iż wszystkie dodatkowe czynniki rozliczenia za pobór energii widniejące na fakturze, są liczone od mocy umownych. Proponowana weryfikacja umów na dystrybucję dodatkowo zmniejszy koszty energii elektrycznej.**

## **ANALIZA ODZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO**

Modernizacja oświetlenia ma na celu oszczędność zużycia energii elektrycznej. W wyniku tych oszczędności zmniejszają się wielkości emisji do atmosfery i ilości popiołów produkowanych przez elektrownie węglowe. Planowane efekty oszacowano korzystając ze wskaźników emisyjności dla energii elektrycznej. Wskaźniki emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2019 rok, opublikowane przez KOBIZE w roku 2020.



Tabela 12

1	Moc przed modernizacją [kW]	152,04	
2	Moc po modernizacji [kW]	42,168	-109,872
3	Czas świecenia [h]	4150	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	435,30648	
L.p.	Zanieczyszczenia	Zanieczyszczenia [kg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO <sub>2</sub>	308196,9878	708
2	Tlenek węgla CO	103,1676358	0,237
3	Dwutlenek siarki SO <sub>2</sub>	219,8297724	0,505
4	Tlenki azotu NO <sub>x</sub>	219,8297724	0,505
5	Pyły całkowite TSP	9,57674256	0,022
	<b>Razem [kg]</b>	<b>308749,3918</b>	

### Podsumowanie omawianego wariantu II:

Tabela 13

1	Ilość oprav całkowita	1526
2	Ilość oprav do modernizacji	1153
3	Moc systemu przed modernizacją	152,04
4	Moc systemu po modernizacji (noc)	42,168
5	Planowana oszczędność w %	69%
6	Koszt energii przed modern.	613 109,66 zł
7	Koszt energii po modern.	190 122,36 zł
8	Oszczędność w budżecie	422 987,31 zł
9	Oszczędność w emisji CO <sub>2</sub> /kg	308196,9878
10	Wskaźnik % redukcji emisji	0,69
11	Wartość inwestycji modernizacji brutto	3 865 509,36 zł

Koncepcja kompleksowej modernizacji oświetlenia drogowego na terenie gminy zakłada zastąpienie istniejącego wyeksploatowanego oświetlenia na oświetlenie oprawami LED, o mniejszej mocy i trwałości użytkowej min. 80 000 h. Zatem wymiana i utylizacja źródeł będzie zachodziła trzy razy rzadziej niż obecnie. W modernizacji sugeruje się zastosowanie opraw wyposażonych w gniazdo ZAGA, które stwarza w przyszłości dostosowanie systemu oświetlenia do standardów Smart Citi inteligentnego sterowania i kontroli sieci. Wariant przewiduje wymianę szaf SO na szafy z kompensacją mocy biernej, oraz pełnym monitoringiem pracy systemu.

### Wariant III

Modernizacja 1153 szt. punktów oświetleniowych z 1526 szt. istniejących. Wymiana zabezpieczeń, bezpieczników, tabliczek bezpiecznikowych. Wymiana 57 szt szaf sterowania oświetleniem z zastosowaniem układów kompensacji mocy biernych. Wariant przewiduje zastosowanie opraw z pełnym inteligentnym systemem sterowania. Wariant również przewiduje likwidację linii wspólnych i zastąpienie ich liniami izolowanymi, podwieszonymi typu ASxSN. Do podwieszenia przewidziano 2450 mb. linii.

**Inteligentny system sterowania oświetleniem umożliwia sterowanie parametrami oświetlenia każdej oprawy z pozycji komputera, zdalnie, oraz śledzenie na bieżąco wszystkich parametrów pracy systemu oświetlenia.**

Dla potrzeb wyliczeń audytowych dla omawianego wariantu przyjęto zakres redukcji mocy taki jak w przypadku wariantu II, ze względu na najbardziej ekonomiczne wyniki pracy systemu oświetlenia. A więc wszelkie oszczędności będą tożsame wariantowi II, jednak inwestycja będzie generowała odpowiednio wyższe koszty.

#### Koszt energii elektrycznej przed modernizacją:

Tabela 15

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - taryfa dzienna	1960	152,04	297998,4	0,79	235 418,74 zł	289 565,05 zł
Ilość h - taryfa nocna	2190	152,04	332967,6	0,79	263 044,40 zł	323 544,62 zł
Suma	4150		630966		498 463,14 zł	613 109,66 zł

#### Koszt energii elektrycznej po modernizacji wraz z zastosowaniem redukcji mocy:

Tabela 16

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - taryfa dzienna	1960	52,71	103311,6	0,79	81 616,16 zł	100 387,88 zł
Ilość h - taryfa nocna (-20%)	2190	42,168	92347,92	0,79	72 954,86 zł	89 734,47 zł
Suma	4150		195659,52		154 571,02 zł	190 122,36 zł

#### Porównanie zużycia energii z uwzględnieniem redukcji mocy:

Tabela 17

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	szt.	1526	1526
Zużycie energii	kWh	630966	195659,52
Ograniczenie zużycia	%		69%

**System oświetlenia ulicznego przy zastosowaniu wariantu III wygeneruje 435 306,48 kWh oszczędności, co przełoży się na oszczędność w budżecie w wysokości 422 987,30 zł**

### **ANALIZA ODZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO**

Modernizacja oświetlenia ma na celu oszczędność zużycia energii elektrycznej. W wyniku tych oszczędności zmniejszają się wielkości emisji do atmosfery i ilości popiołów produkowanych przez elektrownie węglowe. Planowane efekty oszacowano korzystając ze wskaźników emisyjności dla energii elektrycznej. Wskaźniki emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2019 rok, opublikowane przez KOBIZE w roku 2020.

*Tabela 18*

1	Moc przed modernizacją [kW]	152,04	
2	Moc po modernizacji [kW]	42,168	-109,872
3	Czas świecenia [h]	4150	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	435,30648	
L.p.	Zanieczyszczenia	Zanieczyszczenia [kg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO <sub>2</sub>	308196,9878	708
2	Tlenek węgla CO	103,1676358	0,237
3	Dwutlenek siarki SO <sub>2</sub>	219,8297724	0,505
4	Tlenki azotu NO <sub>x</sub>	219,8297724	0,505
5	Pyły całkowite TSP	9,57674256	0,022
	<b>Razem [kg]</b>	<b>308749,3918</b>	

### **Podsumowanie omawianego wariantu III**

*Tabela 19*

1	Ilość opraw całkowita	1526
2	Ilość opraw do modernizacji	1153
3	Moc systemu przed modernizacją	152,04
4	Moc systemu po modernizacji (noc)	42,168
5	Planowana oszczędność w %	69%
6	Koszt energii przed modern.	613 109,66 zł
7	Koszt energii po modern.	190 122,36 zł
8	Oszczędność w budżecie	422 987,31 zł
9	Oszczędność w emisji CO <sub>2</sub> /kg	308196,9878
10	Wskaźnik % redukcji emisji	0,69
11	Wartość inwestycji modernizacji brutto	4 643 228,21 zł

## WARIANT OPTYMALNY

Jako wariant optymalny do realizacji zostaje wskazany **Wariant II**

Z punktu widzenia poprawy warunków oświetlenia na terenie gminy Gostyń najkorzystniejszym rozwiązaniem było by wdrożenie Wariantu II wraz z redukcją mocy w godzinach ustalonych w momencie montażu opraw oświetleniowych. Dodatkowo zmodernizowane zostały by punkty sterowania oświetleniem z wdrożeniem monitoringu pracy systemu oświetleniem. Proponowany system szaf sterowniczych MidiBlue, to nowoczesny system zaprojektowany specjalnie dla gmin, które posiadają rozbudowaną infrastrukturę oświetlenia na dość rozległym terenie. System umożliwia obserwację funkcjonowania wszystkich szaf przez stronę internetową, co wpływa bezpośrednio na poprawę jakości oświetlenia, szybkość reakcji w sytuacjach awaryjnych oraz znaczne obniżenie kosztów utrzymania systemu.



Analizując efekt ekonomiczny oraz wartość inwestycji audytorzy rekomendują przeprowadzenie inwestycji w Wariantie II.

Proponowany wariant II jest najbardziej optymalnym rozwiązaniem z punktu widzenia uzyskiwanych efektów ekonomicznych, oraz poprawie bezpieczeństwa ruchu drogowego wszystkich uczestników. Audytorzy w omawianym wariantcie przyjęli modernizację systemu oświetleniowego zakwalifikowanego podczas szczegółowej inwentaryzacji do wymiany. Modernizacja oświetlenia zakłada wymianę starych energochłonnych i nieefektywnych energetycznie opraw wraz z ich zabezpieczeniem.

Dodatkowo modernizacja zakłada wprowadzenie systemu redukcji mocy w oprawach w godzinach od 23.00 do 5.00 każdego punktu oświetleniowego, na podstawie wgranego kalendarza do danej oprawy. Modernizacja przewiduje również zastosowanie szaf z instalacją systemu monitorowania pracy oświetlenia ulicznego, oraz kompensacji mocy biernej.

## Podsumowanie optymalnego wariantu inwestycji:

Tabela 14

1.	Ilość oprav całkowita	1526
2.	Ilość oprav do modernizacji	1153
3.	Pobór mocy przed modernizacją [kW]	152,04
4.	Pobór mocy po modernizacji [kW]	42,17
5.	Planowana oszczędność w %	69
6.	Koszt energii przed modern.	613 109,66 zł
7.	Koszt energii po modern.	190 122,36 zł
8.	Oszczędność w budżecie	422 987,31 zł
9.	Oszczędność w emisji CO <sub>2</sub>	308 196,98
10.	Wskaźnik redukcji emisji pyłów	0,69
11.	Zaoszczędzona energia finalna (toe/rok)	37,43
12.	Zaoszczędzona energia pierwotna (toe/rok)	93,57
13.	Wartość inwestycji modernizacji brutto	3 865 509,36 zł

## PROGRONA KOSZTÓW EKSPLOATACJI SYSTEMU PRZED I PO MODERNIZACJI

### Założenia:

Inwestor w okresie referencyjnym nie będzie ponosił żadnych dodatkowych kosztów eksploatacyjnych obiektu. W okresie gwarancji wynoszącym 60 miesięcy duża część kosztów eksploatacyjnych (nowy system) nie będzie ponoszona (źródła, oprawy, przerwy i zwarcia). Koszty te zostaną w dużej części przeniesione na wykonawcę robót budowlanych z tytułu gwarancji.

### Wyznaczenie współczynnika zapasu

Wszelkie wyliczenia parametrów oświetlenia muszą być poprzedzone wyliczeniem współczynnika zapasu. Projektant musi tak dopasować wszystkie elementy systemu oświetlenia, żeby wymagane normą parametry były spełnione nie tylko tuż po modernizacji, ale i po kilkunastu latach eksploatacji (Przyjęto okres 15 lat).

Możliwe jest założenie długich okresów eksploatacji systemu bez konserwacji (mycie kloszy) jednak zwiększa to nakłady na wykonanie inwestycji. Współczynnik zapasu zależy od wyboru sprzętu oświetleniowego, przyjętego sposobu wykonywania konserwacji, którego dobór zapewnia właściwą jakość oświetlenia przez cały okres eksploatacji systemu.

Dla zaproponowanego sprzętu oświetleniowego przyjęto zabieg mycia oprav co 4 lata. Współczynnik zapasu (k) powinien uwzględniać wszystkie elementy, które wpływają na zmianę parametrów

oświetleniowych. Odwrotnością współczynnika zapasu jest wskaźnik utrzymania. Poniżej elementy wpływające na zmianę parametrów współczynnika zapasu:

- zmiana warunków zasilania systemu oświetleniowego (u1)
- zmiana parametrów opraw na skutek starzenia się (u2)
- zmiana parametrów nawierzchni (u3)
- uszkodzenia, przepalenia pojedynczych opraw (źródeł) (u4)
- spadek strumienia świetlnego w czasie (u5)
- zmiana parametrów na skutek zabrudzenia oprawy (u6)

Wskaźnik utrzymania jest iloczynem wskaźników cząstkowych od wymienionych elementów. Źródła światła LED posiadają znacznie dłuższe trwałości pracy i powolniejszy ubytek strumienia świetlnego.

Przyjęto:

- u1 – 1,00 (stabilizacja temperaturowa zapewniona konstrukcją opraw, warunki zasilania gwarantowane umową o dostawę energii)
- u2 – 0,95 (klosz opraw nie podlegający żółknięciu)
- u3 – 1,00 (stałość charakterystyk odbiciowych dla niezmiennych warunków zewnętrznych)
- u4 – 1,00 (brak ubytków – uzupełniane w 24h)
- u5 – 0,95 (spadek strumienia świetlnego w czasie dla przewidzianego okresu eksploatacji)
- u6 – 0,89 (umiarkowane stopień zanieczyszczenia środowiska – mycie co 3-4 lata)

$$U = u_1 \times u_2 \times u_3 \times u_4 \times u_5 \times u_6$$

$$U = 0,80$$

Współczynnik zapasu jest odwrotnością wskaźnika utrzymania zatem:

$$K = 1/u \quad u = 1/0,80 = 1,25$$

Przedmiotem analizy jest kompleksowa modernizacja systemu oświetlenia ulic i dróg gminy przy uwzględnieniu norm oraz zaleceń dotyczących oświetlenia drogowego.

## ANALIZA ROZWIĄZAŃ TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNYCH

### Sprzęt oświetleniowy – źródła światła

Technologia LED jest coraz szerzej stosowana w oświetleniu, od niedawna w oświetleniu zewnętrznym. Na rynku pojawia się coraz więcej produktów będących alternatywą dla klasycznego oświetlenia zewnętrznego opartego do tej pory na źródłach wysokoprężnych. Źródła LED mają wiele zalet. Podstawowe to:

- długa żywotność – ok. 80 000 godzin

- nie generują promieniowania ultrafioletowego (UV) i podczerwonego (IR)
- biała barwa światła
- dobra jakość światła (wysoki współczynnik oddawania barw)
- wyeliminowany efekt stroboskopowy
- nie zawierają rtęci, metali ciężkich lub innych szkodliwych dla środowiska substancji
- natychmiastowy start - osiągnięcie normalnej jasności bezpośrednio po uruchomieniu, bez opóźnienia
- szybki ponowny zapłon źródła światła

Technologia LED jest ciągle udoskonalana i wciąż trwają prace nad wyprodukowaniem źródła LED o wyższej skuteczności. Dziś oświetlenie drogowe LED staje się racjonalną, ekonomiczną alternatywą dla klasycznego oświetlenia sodowego.

### Sprzęt oświetleniowy – oprawy

Oprócz źródeł światła, o jakości oświetlenia decyduje także w dużym stopniu, jakość zastosowanej oprawy oświetleniowej. Powinna się ona charakteryzować wysokimi parametrami technicznymi, gwarantującymi wysoką szczelność układu optycznego i elektrycznego oraz ograniczać powstawanie oślepienia. Poniżej zestawiono wymagane parametry techniczne i użytkowe, jakimi powinny się charakteryzować oprawy LED:

#### Minimalne Parametry techniczne oprawy drogowej w technologii LED

##### OPRAWY OŚWIETLENIA DROGOWEGO

##### Warunki brzegowe dla opraw z modułami LED

- Oprawa powinna zapewniać drogowy rozsył światła. Dopuszcza się inne rozsyły światła przy inwestycjach poza pasem drogowym, m.in. parki, osiedla mieszkaniowe, ścieżki rowerowe
- Należy podawać moce opraw wraz z mocą pobieraną przez układ zasilania. Dopuszczalny odchył mocy to +/-10% mocy znamionowej.
- Wydajność świetlna oprawy powinna być nie mniejsza niż 140 lm z 1W po uwzględnieniu strat w układzie optycznym oraz zasilaniu.
- Temperatura barwowa światła oprawy powinna być neutralna, dobrana wg potrzeb zamawiającego w zakresie barwa ciepła, neutralna i zimna. Gdy nie ma konkretnych wskazań należy korzystać z barwy neutralnej.



- Współczynnik oddawania barw powinien być większy od Ra (CRI)>70.
- Oprawa przy ustawieniu 0° (poziomym) nie może emitować światła w górną półprzestrzeń - zgodnie z Rozporządzeniem Komisji Europejskiej (WE) nr 245/2009 z 18 marca 2009 r.

- g. Układ zasilający panel LED ma zabezpieczać źródło światła przed przepięciami o napięciu co najmniej 10 kV. Zasilacz mikroprocesorowy musi być wyposażony w zabezpieczenia: przeciążeniowe, przeciwzwarceniowe, termiczne oraz nadnapięciowe.
- h. Oprawa ma być wykonana z ciśnieniowego odlew aluminium. Układ optyczny (soczewkowy, odbłyśnikowy) powinien chroniony być kloszem szklanym w celu ochrony przed kurzem oraz uszkodzeniami mechanicznymi – współczynnik nie mniejszy niż IK 08. W przypadku opraw nietypowych (parkowe, ozdobne, specjalistyczne) dopuszczalne jest stosowanie zamiast kloszy szklanych innych materiałów chroniących układ optyczny.
- i. Układ soczewkowy winien być wielosoczewkowy i powinien być wykonany z odpornego na warunki atmosferyczne materiału.
- j. Obudowa oprawy ma być szczelnie zamknięta. Stopień szczelności oprawy nie może być mniejszy niż IP 65.
- k. oprawa wyposażona w wyprowadzony przewód o długości, dopasowanej do potrzeb, zakończony konektorem przyłączeniowym (część męska i żeńska) w kształcie cylindrycznym o szczelności minimum IP 65, celem podłączenia przewodu zasilającego i sterującego bez konieczności otwierania oprawy. Przewód okrągły w miejscu wejścia do oprawy przechodzi przez dławicę zapewniającą zachowanie IP oprawy
- l. Oprawa powinna spełniać wymogi II klasy ochronności.
- m. Oprawa musi posiadać system umożliwiający sprawne odprowadzenie ciepła.
- n. Zastosowana oprawa musi posiadać certyfikat bezpieczeństwa - **Oznaczenie CE** (Conformité Européenne) potwierdzony deklaracją zgodności w języku polskim, wystawioną przez producenta na podstawie dołączonego certyfikatu ze stosownych badań wykonanych przez akredytowany ośrodek badawczy na terenie Unii Europejskiej (dokumenty wymagane do oferty w przypadku zakupu nowego rodzaju opraw, przy zakupach powtarzalnych przyjmujemy, że takowe dokumenty są). Dodatkowo oprawy powinny mieć dodatkowo Certyfikat z przeprowadzonych badań w zakresie spełnienia norm PN-EN 60598-1:2015-04, PN-EN 60598-2-3:2006 oraz PN-EN 60598-2-3:2006/A1:2012 musi być nadany przez niezależne laboratorium badawcze, posiadające akredytację na terenie Unii Europejskiej – wymagane dokumenty w oryginale i przetłumaczone na język polski.
- o. Oprawa musi być wyposażona w uchwyt (wyposażenie oprawy lub dodatkowy element) umożliwiający jej płynną regulację w zakresie minimum 90 stopni, dostosowany zarówno do wysięgnika o średnicy max 60 mm jak i do bezpośredniego montażu na słupie.
- p. Trwałość diodowych źródeł światła powinna wynosić nie mniej niż 100.000 h.
- q. Zakres temperatury pracy: - 30° C do + 35° C.
- r. Układ optyczny oprawy musi spełniać wymagania normy PN-EN 6247:2010. Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych.
- s. Dodatkowo dopuszcza się oprawy LED w wykonaniu: optyka diod LED wykonana z modułów odbłyśników rastrowych. Charakterystyka układu optycznego dobierana poprzez obliczenia fotometryczne dla typu optyk: asymetryczny, drogowy w kilku opcjach dedykowanego rozsyłu.
- t. Gwarancja na zastosowane oprawy powinna wynosić minimum: dla dostaw 10 lat.

## PRZEPISY Z ZAKRESU PRAWA OCHRONY ŚRODOWISKA

Nie stwierdzono przeszkód w realizacji inwestycji ze strony przepisów dotyczących ochrony środowiska. Inwestycja nie stwarza szczególnych warunków obciążenia środowiska ani szczególnych zagrożeń dla niego.



Nie zidentyfikowano żadnych potencjalnych przeszkód prawnych, które mogłyby zablokować realizację inwestycji lub zakłócić jej przebieg.  
**INWESTYCJA JEST WYKONALNA POD WZGLĘDEM PRAWNYM**

## ANALIZA FINANSOWA

Według dokumentu Instytucji Zarządzającej ZPORR „Wytyczne dotyczące przygotowywania Studiów Wykonalności w ramach III Priorytetu ZPORR – 2004.04.26” w rozdziale „Analiza finansowa” należy przedstawić dla inwestycji szczegółowy harmonogram rzeczowo-finansowych nakładów na budowę. Należy również określić źródła szacunków (np. kosztorys inwestorski, przetarg, oferty potencjalnych wykonawców, doświadczenia inwestora).

**Takie dane mogą być wstawione do audytu w trybie aktualizacji dopiero po powstaniu projektu budowlanego lub wyborze wykonawcy. Obecnie można przedstawić tylko szacunkowy harmonogram rzeczowo-finansowy wg zaleceń autora audytu. Kosztorysy szacunkowe załączone są do audytu, jako oddzielne dokumenty.**

Koszty finansowe do poniesienia natychmiast, to koszt sporządzenia dokumentacji przed-inwestycyjnej i koszty realizacji inwestycji: wykonawstwa, nadzoru, opłat wymaganych prawem itp. koszty odroczone, to dodatkowe (w stosunku do stanu sprzed realizacji projektu) koszty utrzymania powstałej infrastruktury.

**Koszt oświetlenia ulic i dróg można wyrazić za pomocą równania regresji jak poniżej:**

$$Ke = \sum_{i=1}^n (Pz * St + Pu * St) * ti + Kk + H$$

gdzie:

- Ke - koszt energii
- Pz - moc zainstalowana
- Pu - moc umowna
- ti – czas świecenia i-tego obwodu
- St - stawka taryfowa
- i – ilość obwodów oświetleniowych od 1 do n
- Kk - koszt konserwacji
- H - pozostałe stawki taryfowe jak np. opłata handlowa

Pomiar i monitorowanie wskaźników produktu:

- 1) **Liczba zmodernizowanych energetycznie punktów oświetleniowych** – pomiar wskaźnika nastąpi na podstawie weryfikacji dokumentacji projektowej oraz protokołu zdawczo-odbiorczego i dokumentacji księgowej, która zawierać będzie dane dotyczące liczby zmodernizowanych energetycznie punktów oświetleniowych
- 2) **Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych** – pomiar wskaźnika nastąpi na podstawie weryfikacji dokumentów księgowych, tj. faktur za zużytą energię elektryczną oraz dowodów odczytu stanu liczników potwierdzonych pisemnie w formie np. protokołu lub

notatki służbowej, a także na podstawie dokumentacji projektowej (audyt energetyczny, PFU). W oparciu o zebrane dane będzie opracowywany cyklicznie raport, w którym będzie wykazywany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych

Pomiar i monitorowanie wskaźników rezultatu:

- 1) **Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej** – pomiar wskaźnika będzie następował na podstawie weryfikacji dokumentów księgowych, tj. faktur za zużytą energię elektryczną oraz dowodów odczytu stanu liczników potwierdzonych pisemnie w formie np. protokołu lub notatki służbowej. Na podstawie zgromadzonych danych opracowany będzie raport, w którym wykazywane będą ilości zużytej energii elektrycznej oraz wielkość oszczędności w stosunku do roku bazowego.
- 2) **Należy przeprowadzić audyt weryfikacyjny w celu potwierdzenia uzyskania zakładanego efektu.**

### **Polityki horyzontalne**

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1303/2013 z dnia 17 grudnia 2013 ustanawiającego wspólne przepisy dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności, Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich oraz Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego oraz ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności i Europejskiego Funduszu Morskiego i Rybackiego oraz uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 1083/2006 - nakłada na państwa członkowskie wdrażające fundusze strukturalne, obowiązek stosowania tzw. polityk horyzontalnych:

Planowane działanie następująco wpływa na poszczególne polityki horyzontalne.

Do infrastruktury powstałej w ramach projektu równy dostęp będzie zapewniony kobietom i mężczyznom oraz osobom niepełnosprawnym różnych płci, wyznań i religii, rasy i narodowości.

Realizacja projektu będzie miała pozytywny wpływ na politykę zrównoważonego rozwoju przede wszystkim poprzez przeciwdziałanie niekorzystnym zmianom klimatu i poprawę jakości powietrza w regionie.

Projekt spełnia założenia tej polityki horyzontalnej rozwoju UE, która skupia się m.in. na takich elementach jak:

- budowanie bardziej konkurencyjnej gospodarki, która będzie korzystać z zasobów w sposób racjonalny i oszczędny.

### **Analiza specyficzna**

Głównymi powodami przechodzenia na stosowanie energooszczędnych technologii oświetlenia ulic są poszanowanie publicznych pieniędzy, gospodarność i dbałość o środowisko naturalne. Oświetlenie, odpowiadające za 19 proc. globalnego zużycia energii, to kluczowy obszar, wymagający innowacyjnych energooszczędnych rozwiązań. Szacuje się, że do roku 2026 w wyniku zastosowania rozwiązań LED 30 proc. mniej energii będzie wykorzystane na oświetlenie w porównaniu do roku 2000. Te oszczędności przełożą się na redukcję emisji CO<sub>2</sub> do atmosfery o 515 mln ton. Pełne przejście na oświetlenie półprzewodnikowe (LED) we wszystkich instalacjach oświetleniowych na całym świecie może ograniczyć zużycie energii o 40 proc., co pozwoli zaoszczędzić energię generowaną przez 640 średniej wielkości elektrownie. Wygeneruje to także oszczędności na poziomie 130 mld euro.

## Niemierzalne korzyści i koszty przedsięwzięcia

Efekty społeczne realizowanego projektu przedstawiono w oparciu o analizę ekonomiczną przeprowadzoną przy użyciu metody wielokryterialnej. Z uwagi na trudności ze skwantyfikowaniem korzyści w pieniądzu, poniższa analiza będzie przedstawiała korzyści społeczne w sposób opisowy, przy jednoczesnym podaniu ich wymiaru w wartościach niepieniężnych. Zastosowanie takiego zabiegu wynika z braku wiarygodnych i zunifikowanych danych statystycznych, dotyczących obecnej sytuacji, a tym samym z niemożności wiarygodnego określenia sytuacji po zakończeniu inwestycji.

## WNIOSKI OSTATECZNE

1. Wskazany w opracowaniu sposób modernizacji oświetlenia przedstawia drogę do obniżania kosztów i zwiększenia efektywności wydawanych środków finansowych. Uwzględnia również możliwości i plany budżetowe Zamawiającego.
2. Zalecanym rozwiązaniem przeprowadzenia modernizacji oświetlenia drogowego na terenie gminy jest wykonanie kompleksowej wymiany zakwalifikowanych opraw, z uwagi na zdecydowaną poprawę parametrów oświetleniowych modernizowanych ciągów komunikacyjnych.
3. **Powyższy audyt jest pewną propozycją zastosowania posunięć zmierzających do powstania znacznych oszczędności w energii i budżecie. Rozwiązania podobne należy rozpatrzyć we właściwych komisjach np.**
  - modernizacja z zastosowaniem redukcji mocy ( przedstawiona w audycie )
  - modernizacja bez zastosowania redukcji mocy
  - **autor niniejszej dokumentacji deklaruje chęć współpracy w zakresie dalszych opracowań zadań modernizacyjnych, które na podstawie niniejszego audytu będą dedykowane do ew. realizacji w drodze przetargu publicznego.**

## Wymagania ogólne

### Drogi :

Przyjęto:

- klasy oświetleniowe wg Normy PN-EN 13201:2016

## Przepisy związane

### Normy

1. PN-EN 13032-1:2005 (U) – Światło i oświetlenie
2. PN-EN 13201-4-2-3:2016 (U) – Oświetlenie dróg
3. PN-EN 60598-1:2005 (U) – Oprawy oświetleniowe
4. PN-CEN/TR 13201-1:2016 (U) – Oświetlenie dróg

5. PN-90/E-01005/Ap1:2004 – Technika świetlna
6. PN-EN40-5:2004 – Słupy oświetleniowe
7. PN-IEC 60364-1 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
8. PN-IEC 60364-47 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
9. PN-IEC 60364-43 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
10. PN-IEC 60364-6-61:2000 Sprawdzenie odbiorcze.
11. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U.z 2021 poz. 2351 ).
12. Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U. z 2021 poz. 1376 ).
13. PN-E-05100 - Elektroenergetyczne linie napowietrzne – Projektowanie i budowa
14. PN-80/B-03322 - Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Fundamenty konstrukcji wsporczych. Obliczenia statyczne i projektowanie
15. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w spr. BHP pracy z dnia 06-02-2003 Dz. U. 2003 nr.47 poz. 401

#### **Inne dokumenty**

1. Przepisy budowy urządzeń elektrycznych. PBUE. Wyd. 1980 r.
2. Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 26.11.1990 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciw porażeniowej. (Dz. U. Nr 81 z dn. 26,11. 1990 r poz. 473.)

## Oświadczenie

Oświadczam, że opracowanie o nazwie;

**„OPRACOWANIE AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGII  
ELEKTRYCZNEJ OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE  
GMINY GOSTYŃ, WRAZ Z INWENTARYZACJĄ NA  
PLATFORMIE ELEKTRONICZNEJ Z WYKORZYSTANIEM  
ELEMENTÓW GIS”**

Został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami i zasadami wiedzy technicznej oraz jest kompletny z punktu widzenia celu jakiemu ma służyć.

*MJ Energy*

*Bogusław i Jakub Sucheccy*

*05-400 Otwock, ul. Świderska 47*

*biuro@mjenenergy.pl*

*Maciej Suchecki – Właściciel MJ Energy*

.....

*Jakub Suchecki - Właściciel MJ Energy*

.....

*Mariusz Tabęcki - Project Manager*

.....

*Piotr Klember - Project Manager*

.....