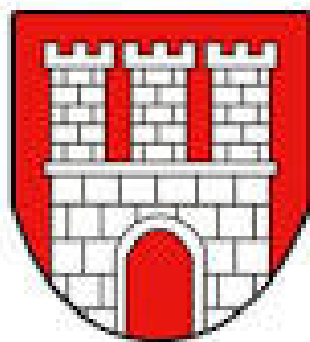


GMINA DĄBROWICE



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

Wykonawca:

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

Na zlecenie:

Miasto i Gmina Dąbrowice
ul. Nowy Rynek 17
99-352 Dąbrowice
NIP: 775 24 06 079



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.10
ANALIZA TECHNICZNA I TECHNOLOGICZNA – STAN AKTUALNY – str.10
STAN SYSTEMU OŚWIETLENIOWEGO PRZED MODERNIZACJĄ – str.12
PORÓWNANIE SYSTEMÓW OŚWIETLENIOWYCH PRZED I PO MODERNIZACJI – str. 21
WARIANTY MODERNIZACJI – str. 21
WARIANT OPTYMALNY – str.30
PRZEPROWADZENIE MODERNIZACJI OŚWIETLENIA
A WŁASNOŚĆ SYSTEMU I USTAWA PZP – str.32
ANALIZA ROZWIĄZAŃ TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNYCH – str.34
ANALIZA FINANSOWA – str.36

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

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania		
		12.06.2023		
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Poprawa efektywności energetycznej oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Dąbrowice.		
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/ zostało zrealizowane * przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):		MIASTO I GMINA DĄBROWICE ul. Nowy Rynek 17 99-352 Dąbrowice		
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	
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia: **	53 886,900	kWh/rok	4,633	toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia: **	134 717,250	kWh/rok	11,584	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:	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 całości systemu oświetlenia na terenie gminy Dąbrowice.

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 CO₂ 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 2022 r. poz. 673).

Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczania poziomu bazowego dla projektów realizowanych w Polsce - 0,708Mg CO₂/MWh czyli 708kg CO₂/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 2023. poz. 682)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Gospodarki Morskiej z dnia 18 maja 2004r. w sprawie określenie 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. 1634.)

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_o - całkowita równomierność wyrażona stosunkiem najmniejszej do średniej luminancji na drodze,

U_l - 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 ²	U_0 [minimum]	U_1^a [minimum]	U_{ow}^b [minimum]	f_{T1}^c [maximum] %	R_{E1}^d [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 oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Dąbrowice, 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).

Audytory zalecają optymalizację systemu poprzez dowieszenie opraw oświetleniowych, wymianę wysięgników lub zmianę konta 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.

Audytory opracowali obliczenia fotometryczne na oprawach LED renomowanego producenta. 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 CO₂].

Projekt jest wykonalny
przy założeniu spełnienia warunków określonych w niniejszym opracowaniu

TYTUŁ

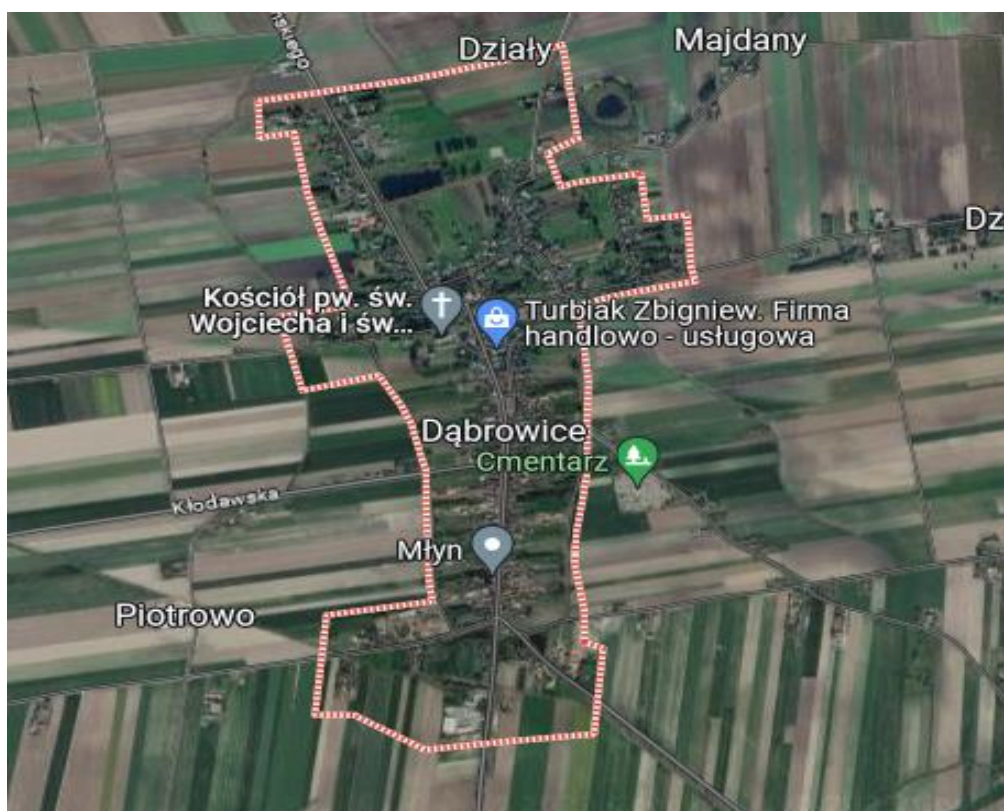
Rekomendowany projekt jest opatrzony tytułem:

„ Poprawa efektywności energetycznej systemu oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Dąbrowice ”

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

LOKALIZACJA PROJEKTU

Niniejszą analizą objęty został system oświetlenia drogowego gminy Dąbrowice.



Mapa 1. Granice administracyjne Gminy Dąbrowice

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 223 szt. punktów oświetleniowych z 425 szt. istniejących punktów świetlnych. Na terenie gminy istnieje 202 szt. opraw niepodlegających modernizacji – są to oprawy nowoczesne w technologii LED które, spełniają normy oświetleniowe.
2. **Wariant II** – Modernizacja 223 szt. punktów oświetleniowych z 425 szt. istniejących wraz z dostosowaniem wysięgników w celu poprawy wyników świecenia. Wymiana zabezpieczeń, tabliczek, przewodów kabelkowych wraz z zastosowaniem redukcji mocy w oprawach. Remont 38 szt. punktów zapalania z wdrożeniem monitoringu pracy systemu i kompensacji mocy biernej. Wyniesienie 17 szt. punktów zapalania ze stacji Tr.
3. **Wariant III** - Modernizacja 223 szt. punktów oświetleniowych z 425 szt. istniejących. Wymiana zabezpieczeń, bezpieczników, tabliczek bezpiecznikowych. Wymiana 38 punktów zapalania z wdrożeniem inteligentnego systemu sterowania oraz wdrożeniem systemu kompensacji mocy biernej i monitoringu pracy systemu. W tym wyniesienie 17 szt. punktów zapalania ze stacji Tr. Wymiana linii wspólnych AL. na linie podwieszone ASxSN ok. 7 840 mb. Zastosowanie opraw z inteligentnym system 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 **51%**, 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. Poprawi znacznie bezpieczeństwo na drogach 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 Dąbrowice, 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 20	63	20	1,26
LED 30	8	30	0,24
LED 40	59	40	2,36
LED 50	28	50	1,4
LED 60	44	60	2,64
sodowa 100	10	115	1,15
sodowa 150	5	176	0,88
sodowa 70	208	83	17,264
Razem	425		27,19

Tabela 2. Porównanie mocy opraw oświetleniowych przed i po modernizacji:

Oprawa	Stan istniejący			Stan projektowany		
	Ilość	Moc jednostkowa [W]	Moc łączna [kW]	Ilość	Moc jednostkowa [W]	Moc łączna [kW]
IZYLUM1 5300 20LED 45.5	0	0	0	41	45,5	1,8655
IZYLUM1 5367 20LED 45.5	0	0	0	12	45,5	0,546
IZYLUM1 5399 20LED 45.5	0	0	0	153	45,5	6,9615
IZYLUM1 5399 20LED 51.5	0	0	0	7	51,5	0,3605
STYLAGE FG 5068 24LED 37.6	0	0	0	10	37,6	0,376
LED 20	63	20	1,26	63	20	1,26
LED 30	8	30	0,24	8	30	0,24
LED 40	59	40	2,36	59	40	2,36
LED 50	28	50	1,4	28	50	1,4
LED 60	44	60	2,64	44	60	2,64
sodowa 100	10	115	1,15	0	115	0
sodowa 150	5	176	0,88	0	176	0
sodowa 70	208	83	17,264	0	83	0
Razem	425		27,19	425		18,01

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 2023 poz. 682) 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 obecnego właściciela oświetlenia Energa Oświetlenie Sp. z o.o.

Przeznaczony system do projektu oparty jest głównie na 3 rodzajach podziału strukturalnego sieci:

1. Oświetlenie realizowane jest z obwodów wydzielonych – 19 punktów oświetlenia na takich liniach
2. Oświetlenie wykorzystujące słupy linii napowietrznych oraz linie wspólną - sieć skojarzona – 363 punkty oświetlenia
3. Oświetlenie podwieszone – wykorzystanie słupów linii abonenckich z podwieszeniem linii oświetleniowej ASxSN –43 punkty 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.

Warunki techniczne określić powinny sposób rozliczenia demontowanego majątku, sposób utylizacji zużytego sprzętu, określić warunki wykonania prac instalacyjnych na urządzeniach Energa Oświetlenie sp. z o.o., oraz określić zastosowanie osprzętu dodatkowego na liniach N.N. takich jak zabezpieczenia, zaciski, mostki itp. Przed przystąpieniem do modernizacji systemu oświetlenia gmina zobligowana jest do zawarcia umowy dzierżawy systemu oświetlenia na określony czas inwestycji, co w świetle obowiązujących przepisów prawa zezwala na ogłoszenie zadania publicznego na wykonanie modernizacji oświetlenia.

Wykonanie modernizacji systemu oświetlenia będzie w zgodzie z ustawą Prawo Zam. Publicznych, realizując umowę najmu majątku oświetleniowego na okres spłaty inwestycji. Taki scenariusz wykonania modernizacji systemu oświetlenia nie będzie naruszać ustawy o Samorządach (Dz. ust. 2023 poz. 40) ustawy o finansach publicznych (Dz. Ust. 2022 poz.1634), ustawy Prawo Energetyczne (Dz. Ust. 2022 poz. 1385).

ANALIZA TECHNICZNA I TECHNOLOGICZNA – STAN AKTUALNY

Stan aktualny określony został na podstawie kompleksowej inwentaryzacji z terenu metodą geoinformatyczną. Na terenie gminy zamontowanych jest obecnie 425 punktów oświetlenia drogowego objętych projektem.

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 miasta i gminy Dąbrowice.

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 części wykorzystuje

linie dystrybucyjne Energa Operator S.A. Obecnie moc systemu oświetlenia zainstalowanego w mieście wynosi **27,19 kW**. Jeśli przyjmemy, że gmina zapewnia mieszkańcom oświetlenie dróg i terenów publicznych zgodnie z wymogami, a więc 4150 godzin świecenia – **rocznie system zużywa**

112 838,50 kWh (112,84 MWh), bo:

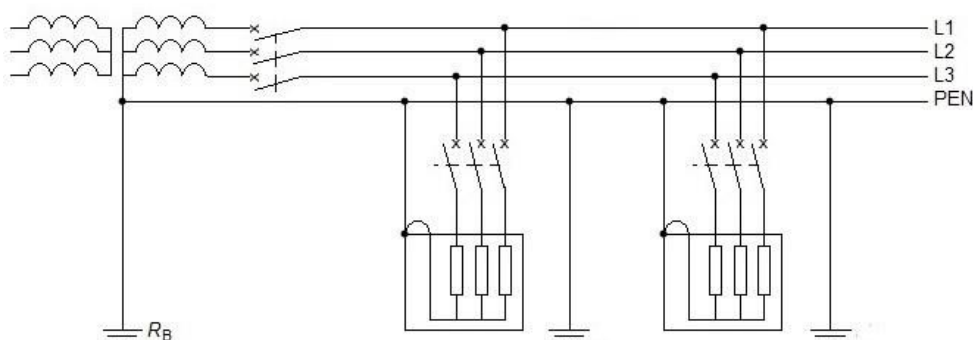
$$27,19 \text{ kW} \times 4150 \text{ h} = 112\,838,50 \text{ kWh}$$

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 – 35 szt. 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 Dąbrowice zasilony jest z 38 szaf sterowniczych, zasilonych z 35 stacji Tr. Szafy te dzielą się na:

1. Szafy w stacjach Tr. – ilość 17 szt. – umiejscowione w stacjach Tr., albo jako wewnętrzne tablice. Szafy te zasilają w większości obwody linii napowietrznych.
2. Szafy wiszące oddzielnie - ilość 21 – szafy umiejscowione na początkach obwodów najczęściej na słupach linii nN.

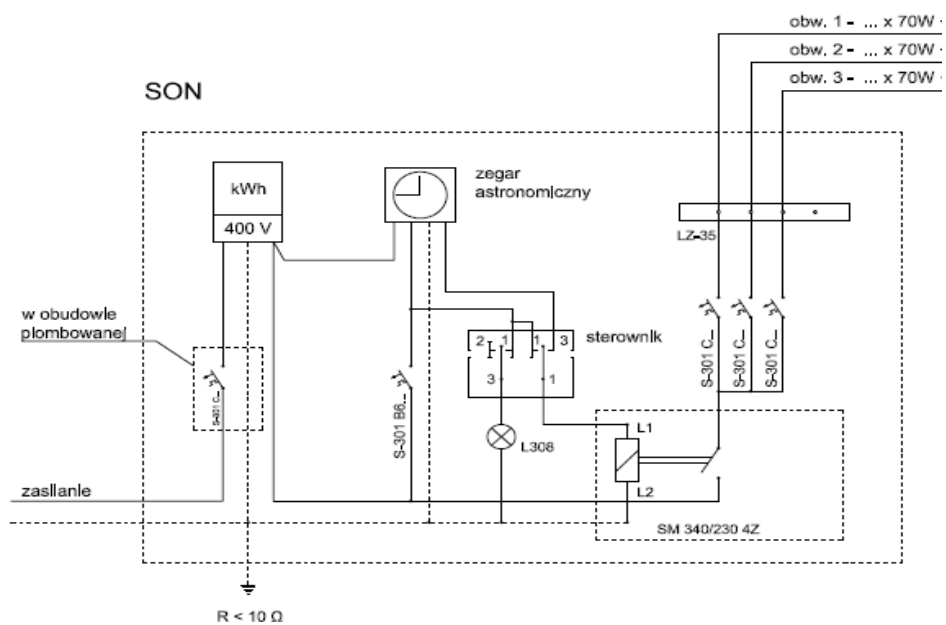
Przykłady szaf w stacji Tr



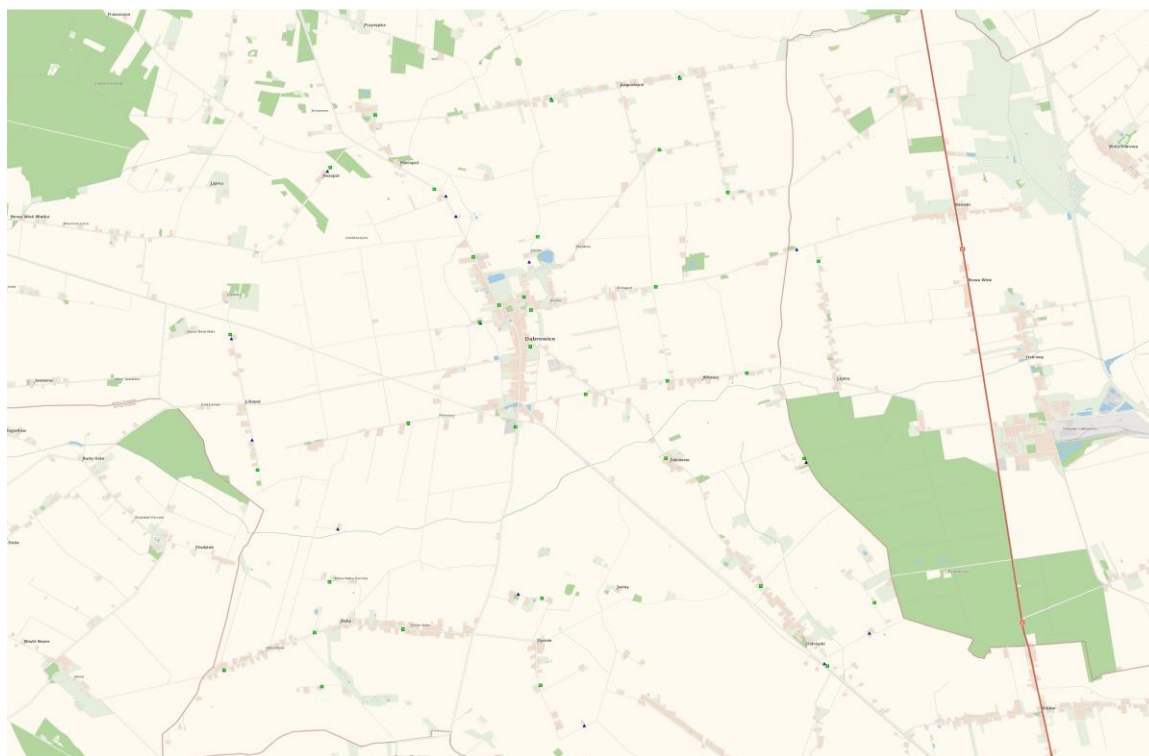
Przykłady szaf wiszących oddzielnie, których jest 21 szt.



Poniżej typowy schemat obecnych szaf oświetleniowych na terenie miasta i gminy Dąbrowice.



LOKALIZACJA SZAF OŚWIECZENIA ULICZNEGO



Sieć zasilająca i zastosowane oprawy oświetlenia ulicznego:

Na terenie gminy Dąbrowice system oświetlenia oparty jest głównie na liniach napowietrznych (407 pkt światła). Na liniach kablowych jest tylko 18 pkt oświetlenia. W liniach napowietrznych sieć wykorzystuje zarówno tzw. gołe przewody AL, (196 punktów oświetlenia), jak również izolowane kable typu ASxSN (211 punktów oświetlenia). Te ostatnie zapewniają większe bezpieczeństwo, i są mniej narażone na awarie. W tych wypadkach system oświetlenia jest zupełnie wydzielony jako oddzielna linia podwieszona, w której prowadzone jest zasilenie lamp zarówno przez przewód prądowy, jaki i własny przewód neutralny (zerowy). W przypadku linii wykorzystujących gołe przewody AL, lampy zasilają oddzielny podwieszony przewód, zaś przewód neutralny stanowi przewód zerowy linii abonenckich.

Oświetlenie uliczne w gminie Dąbrowice realizowane jest zarówno wykorzystując linie abonenckie wspólne, jak i wydzielone specjalnie dedykowane oświetleniu:

Poniżej przykłady oświetlenia na liniach napowietrznych wspólnych:



Zdarzają się w terenie miejsca, gdzie oprawa zamontowana jest pod linią abonencką. Jest to niezgodne z kanonami oświetlenia zewnętrznego. Oprawa powinna być zamontowana nad linią z wykorzystaniem odpowiedniego wysięgnika.



Poniżej przykłady oświetlenia na wydzielonych liniach:



Przykłady oświetlenia na liniach podwieszonych:



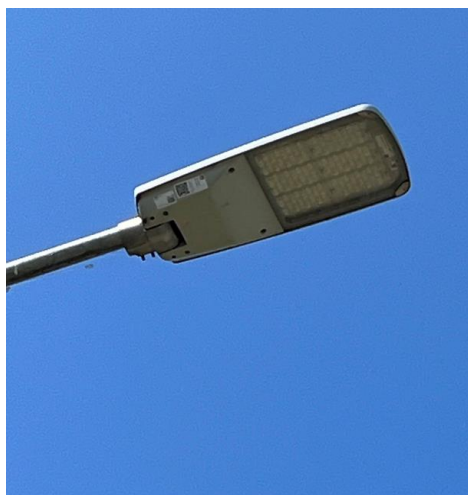
Istnieją też miejsca, gdzie oświetlenie jest umiejscowione w dużej odległości od jezdni. W tych wypadkach po wymianie opraw będzie trudno o spełnienie warunków normy PN-EN 13 201. Na tym etapie modernizacji zaleca się zaprojektowanie opraw o fotometrii zapewniającej jak najwyższe zbliżenie się do wymogów normy, zaś w dalszym etapie zastosowanie linii np. kablowych usytuowanych w odległości min 1 m od krawędzi drogi.



Podczas modernizacji, oraz w trakcie trwania czynności konserwacji należy zwrócić uwagę na usytuowanie opraw w miejscach zadrzewionych. W tych wypadkach należy dokonać przycięcia gałęzi drzew aby nie zaciemniać oświetlanej powierzchni dróg.



Generalnie widać że system oświetlenia jest zamontowany prawidłowo, z utrzymaniem właściwego kąta wysięgnika. Linie prowadzone są w dobrej odległości od pasa ruchu drogowego a oprawy są zamontowane na właściwej wysokości. Inwentaryzacja wykazała iż na terenie gminy Dąbrowice jest już duża ilość nowoczesnych lamp Ledowych. Są to oprawy spełniające wszelkie normy i są w nowoczesnej technologii:



System oświetlenia ulic, bazujący na oprawach sodowych, o nienajnowszej technologii optycznej proponuje się zastąpić nowym systemem bazującym na oprawach w technologii LED. Poprawi on znacznie jakość oświetlenia ulic, oraz dostosuje oświetlenie do obowiązującej normy PN-EN 13 201.

Na terenie gminy Dąbrowice obecnie oświetlenie oparte jest w połowie na technologii sodowej (223 szt.). Najwięcej, bo aż 208 szt. to oprawy o mocach 70W. W związku ze stratami na układach zapłonowych oprawy te w rzeczywistości pobierają 83W. Na terenie gminy jest również 10 szt. opraw o mocy 100W, które pobierają z sieci 115 W. W inwentaryzacji stwierdzono też 5 opraw o mocy 150W. Te z sieci pobierają 176W. W systemie oświetlenia zidentyfikowano również 202 szt. opraw w technologii LED. Są to oprawy które nie będą ulegały modernizacji, ze względu na swoją energooszczędność, dobre parametry fotooptyczne oraz stosunkowo niedawny montaż.

Mimo iż system jest w dość dobrym stanie technicznym zaleca się przeprowadzenie modernizacji w celu poprawy jego efektywności energetycznej oraz dostosowaniu do Normy PN EN 13-201

Oprawy często są zamontowane na zbyt krótkich wysięgnikach oraz pod niewłaściwym kątem, Zdarzają się sytuacje (trudne do uniknięcia przy wykorzystywaniu linii abonenckiej), w których pomiędzy słupem, a drogą występuje zadrzewienie skutecznie przesłaniające zamontowane oprawy. W takich przypadkach, w miejscach silnego zadrzewienia należy okresowo wykonywać tzw. przecinki konarów drzew.

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

Zestawienie inwentaryzacyjne

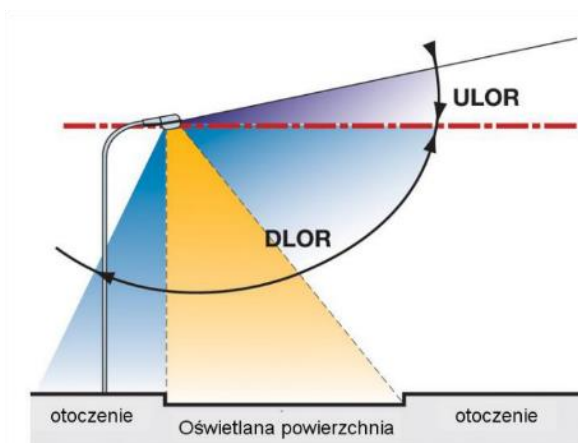
atrybut	ilość
Ilość punktów światła ogółem	425
Ilość opraw sodowych	223
Ilość opraw LED	202
Oprawy na liniach napowietrznych	407
Oprawy na liniach kablowych	18
Oprawy na liniach wspólnych	363
Oprawy na liniach podwieszonych	43
Oprawy na liniach wydzielonych	19
Oprawy na słupach betonowych	410
Oprawy na łupach stalowych	5
Oprawy na słupach parkowych	10

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 zanieczyszczenia 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, miasto 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 wariantcie 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 2

Oprawa	Stan istniejący			Stan projektowany		
	Ilość	Moc jednostkowa [W]	Moc łączna [kW]	Ilość	Moc jednostkowa [W]	Moc łączna [kW]
IZYLUM1 5300 20LED 45.5	0	0	0	41	45,5	1,8655
IZYLUM1 5367 20LED 45.5	0	0	0	12	45,5	0,546
IZYLUM1 5399 20LED 45.5	0	0	0	153	45,5	6,9615
IZYLUM1 5399 20LED 51.5	0	0	0	7	51,5	0,3605
STYLAGE FG 5068 24LED 37.6	0	0	0	10	37,6	0,376
LED 20	63	20	1,26	63	20	1,26
LED 30	8	30	0,24	8	30	0,24
LED 40	59	40	2,36	59	40	2,36
LED 50	28	50	1,4	28	50	1,4
LED 60	44	60	2,64	44	60	2,64
sodowa 100	10	115	1,15	0	115	0
sodowa 150	5	176	0,88	0	176	0
sodowa 70	208	83	17,264	0	83	0
Razem	425		27,19	425		18,01

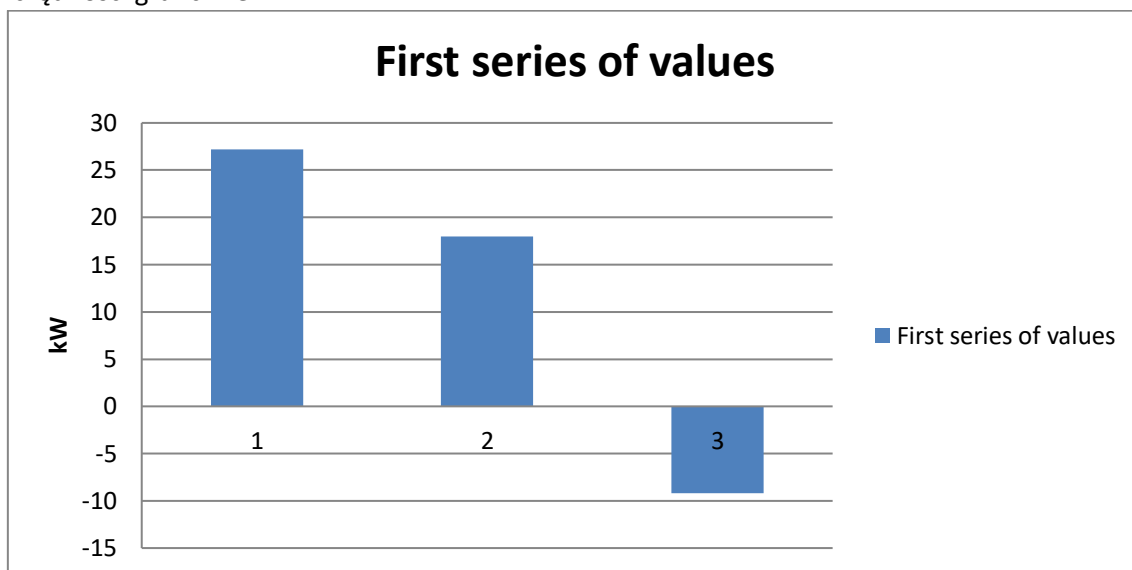
Moc rzeczywista (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **18,01 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej bez uwzględnienia strat na liniach przesyłowych będzie wynosiło ok. **9,18 kW** czyli około **34 %**

Oszczędności wynikające z wymiany opraw na energooszczędne:

Tabela 3

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji	Różnica
Ilość punktów świetlnych	szt.	425	425	
Moc zainstalowana	kW	27,19	18,01	-9,18
Redukcja mocy	%		34%	

Oszczędności graficznie:



Analiza energochłonności oraz kosztów zużycia energii została przedstawiona w tabelach poniżej. **Na potrzeby tej analizy przyjęto stawkę Taryfy C12b (dzienna - 0,79 zł, nocna - 0,79 zł) za kWh netto**

Koszt energii elektrycznej przed modernizacją:

Tabela 4

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - taryfa dzienna	1960	27,19	53292,4	0,79	42100,996	51784,2251
Ilość h - taryfa nocna	2190	27,19	59546,1	0,79	47041,419	57860,9454
Suma	4150		112838,5		89142,415	109645,17

Koszt energii elektrycznej po modernizacji:

Tabela 5

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - taryfa dzienna	1960	18,01	35299,6	0,79	27886,68	34300,62
Ilość h - taryfa nocna	2190	18,01	39441,9	0,79	31159,1	38325,69
Suma	4150		74741,5		59045,79	72626,32

Porównanie zużycia energii w kWh

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	szt.	425	425
Pobór mocy	kWh	112838,5	74741,5
Redukcja mocy	%		34%

Redukcja kosztów oraz poboru energii w tym wariancie wykonania modernizacji wynosi 34 % przy założeniu, że inwestycja zostanie wykonana zgodnie z załączonym projektem fotometrycznym, oraz w pełnym proponowanym zakresie.

Wartość oszczędności w PLN to 37 018,85 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 CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2022 rok, opublikowane przez KOBIZE w roku 2022.

Czynnik środowiskowy dla omawianego wariantu inwestycji:

Tabela 6

1	Moc przed modernizacją [kW]	27,19	
2	Moc po modernizacji [kW]	18,01	-9,18
3	Czas świecenia [h]	4150	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	38,097	
L.p.	Zanieczyszczenia	Zanieczyszczenia [kg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO ₂	26591,706	698
2	Tlenek węgla CO	7,733691	0,203
3	Dwutlenek siarki SO ₂	19,391373	0,509
4	Tlenki azotu NO _x	19,886634	0,522
5	Pyły całkowite TSP	0,990522	0,026
	Razem [kg]	26639,70822	

Podsumowanie omawianego wariantu:

Tabela 7

1	Ilość opraw całkowita	425
2	Ilość opraw do modernizacji	223
3	Moc systemu przed modernizacją	27,19
4	Moc systemu po modernizacji (dzień/noc)	18,01
5	Planowana oszczędność w %	34
6	Koszt energii przed modern.	109645,1705
7	Koszt energii po modern.	72626,31555
8	Oszczędność w budżecie	37018,8549
9	Oszczędność w emisji CO ₂ /kg	984,87
10	Wskaźnik % redukcji emisji	0,34
11	Wartość inwestycji modernizacji brutto	892 645,56

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 opraw w ilości 223 szt. wraz z ich zabezpieczeniem. Dodatkowo modernizacja zakłada wprowadzenie systemu redukcji mocy w oprawach w godzinach 23.00-5.00 o 40%. Inwestycja zakłada również remont szaf sterowania oświetleniem w ilości 38 szt. wraz z wdrożeniem systemu monitoringu pracy oświetlenia gminy. Wyniesienie punktów sterowania ze stacji Tr w ilości 17 szt. i zmontowanie skrzynek według wymaganego standardu. 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 kompensatorów mocy biernej. (38 szt.).

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 proszkowo, 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.

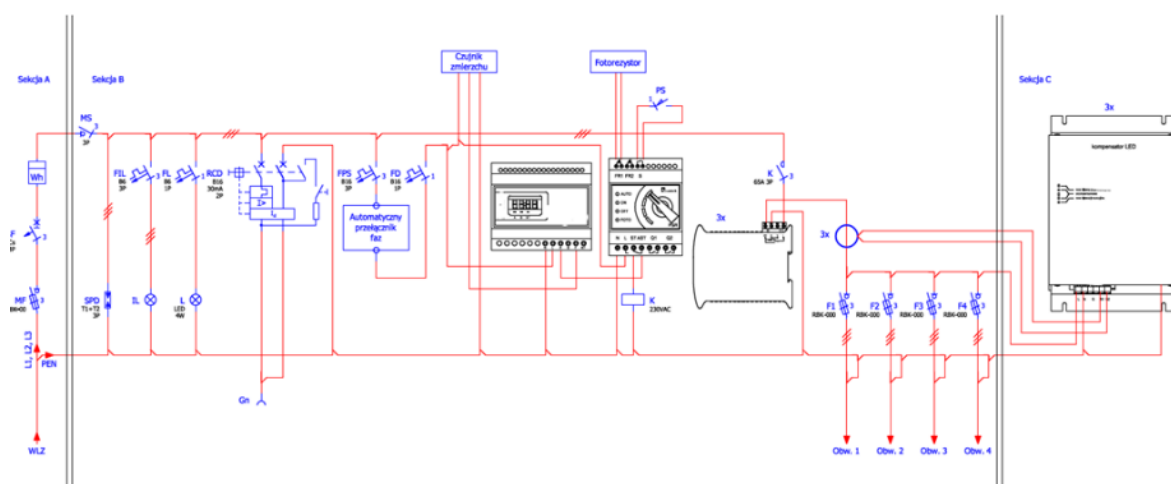


W przypadku stosowania opraw LED o $\cos \phi_i < 0.93$ mamy $\sin \phi_i = 0,36$ tzn., że na każde 100W mocy czynnej mamy 36VAR mocy biernej pojemnościowej. W przypadku, gdy zakład energetyczny wymieni liczniki na zdalny odczyt i/lub zmieni się operator energii zgodnie z Prawem „Regulacji Energetyki” (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 biernej pojemnościowej zgodnie ze zmianą redukcji mocy czynnej w oprawach na poszczególnych fazach.

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

Poniżej schemat nowej szafy sterowniczej SO z elementami kompensacji mocy biernej



Jest to wariant rekomendowany przez autora dokumentacji audytu.

Koszt energii elektrycznej przed modernizacją:

Tabela 8

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - taryfa dzienna	1960	27,19	53292,4	0,79	42100,996	51784,2251
Ilość h - taryfa nocna	2190	27,19	59546,1	0,79	47041,419	57860,9454
Suma	4150		112838,5		89142,415	109645,17

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

Tabela 9

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - taryfa dzienna	1960	18,01	35299,6	0,79	27886,684	34300,621
Ilość h - taryfa nocna (-40%)	2190	10,8	23652	0,79	18685,08	22982,648
Suma	4150		58951,6		46571,764	57283,27

Porównanie:

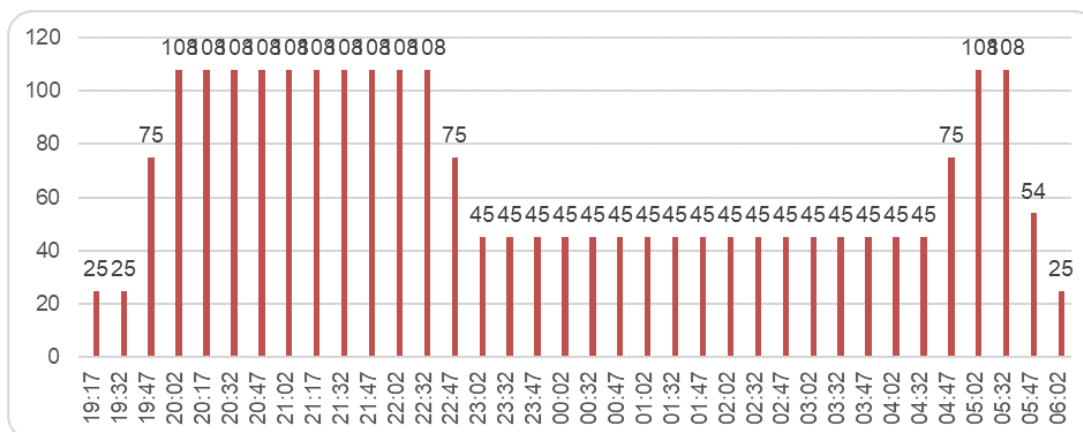
Tabela 10

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	szt.	425	425
Pobór mocy	kWh	112838,5	58951,6
Redukcja mocy	%		48%

Oprawa LED z systemem redukcji mocy w określonych godzinach pracy

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 40% zmniejszenie zużycia energii elektrycznej.

Poniżej przykładowy scenariusz redukcji strumienia świetlnego w wariantcie wielostopniowym:



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 **10,8 kW**. Pozwala to uzyskać redukcję poboru mocy na poziomie **48 %**.

Koszt samej energii elektrycznej spadnie o 52 361,9 PLN brutto.

Redukcja kosztów oraz poboru energii w tym wariantcie wykonania modernizacji wynosi 48% 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 48%, 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 CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2022 rok, opublikowane przez KOBIZE w roku 2022.

Tabela 11

1	Moc przed modernizacją [kW]	27,19	
2	Moc po modernizacji [kW]	10,8	-16,39
3	Czas świecenia [h]	4150	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	53,8869	
L.p.	Zanieczyszczenia	Zanieczyszczenia [kg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO ₂	37613,0562	698
2	Tlenek węgla CO	10,9390407	0,203
3	Dwutlenek siarki SO ₂	27,4284321	0,509
4	Tlenki azotu NO _x	28,1289618	0,522
5	Pyły całkowite TSP	1,4010594	0,026
	Razem [kg]	37680,95369	

Podsumowanie omawianego wariantu II:

Tabela 12

1	Ilość opraw całkowita	425
2	Ilość opraw do modernizacji	223
3	Moc systemu przed modernizacją	27,19
4	Moc systemu po modernizacji (dzień/noc)	10,8
5	Planowana oszczędność w %	48
6	Koszt energii przed modern.	109645,1705
7	Koszt energii po modern.	57283,26972
8	Oszczędność w budżecie	52361,90073
9	Oszczędność w emisji CO ₂ /kg	37613
10	Wskaźnik % redukcji emisji	0,48
11	Wartość inwestycji modernizacji brutto	1 438 472,58

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 stwarzają 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 223 szt. punktów oświetleniowych z 425 szt. istniejących. Wymiana zabezpieczeń, bezpieczników, tabliczek bezpiecznikowych. Wymiana 38 szt. szaf sterowania oświetleniem z zastosowaniem układów kompensacji mocy biernych. Z 38 szaf 17 należy wynieść ze stacji Tr, według warunków technicznych otrzymanych z Energa Oświetlenia sp. z o.o. 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 7 840 mb. linii.

Inteligentny system sterownia oświetleniem umożliwia sterowanie parametrów 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	27,19	53292,4	0,79	42100,996	51784,2251
Ilość h - taryfa nocna	2190	27,19	59546,1	0,79	47041,419	57860,9454
Suma	4150		112838,5		89142,415	109645,17

Koszt energii elektrycznej po modernizacji wraz z zastosowaniem redukcji mocy i rozbudową systemu:

Tabela 16

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - taryfa dzienna	1960	18,01	35299,6	0,79	27886,684	34300,621
Ilość h - taryfa nocna (-40%)	2190	10,8	23652	0,79	18685,08	22982,648
Suma	4150		58951,6		46571,764	57283,27

Porównanie zużycia energii z uwzględnieniem redukcji mocy:

Tabela 17

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	szt.	425	425
Pobór mocy	kWh	112838,5	58951,6
Redukcja mocy	%		48%

System oświetlenia ulicznego przy zastosowaniu wariantu III wygeneruje 53,10 MWh oszczędności, co przełoży się na oszczędność w budżecie w wysokości 52 361,90 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 CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2022 rok, opublikowane przez KOBIZE w roku 2022.

Tabela 18

1	Moc przed modernizacją [kW]	27,19	
2	Moc po modernizacji [kW]	10,8	-16,39
3	Czas świecenia [h]	4150	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	53,8869	
L.p.	Zanieczyszczenia	Zanieczyszczenia [kg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO ₂	37613,0562	698
2	Tlenek węgla CO	10,9390407	0,203
3	Dwutlenek siarki SO ₂	27,4284321	0,509
4	Tlenki azotu NO _x	28,1289618	0,522
5	Pyły całkowite TSP	1,4010594	0,026
	Razem [kg]	37680,95369	

Podsumowanie omawianego wariantu III

Tabela 19

1	Ilość oprav całkowita	425
2	Ilość oprav do modernizacji	223
3	Moc systemu przed modernizacją	27,19
4	Moc systemu po modernizacji (dzień/noc)	10,8
5	Planowana oszczędność w %	48
6	Koszt energii przed modern.	109645,1705
7	Koszt energii po modern.	57283,26972
8	Oszczędność w budżecie	52361,90073
9	Oszczędność w emisji CO ₂ /kg	37613
10	Wskaźnik % redukcji emisji	0,48
11	Wartość inwestycji modernizacji brutto	1 997 472,26

WARIANT OPTYMALNY

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

Z punktu widzenia poprawy warunków oświetlenia na terenie gminy Dąbrowice najkorzystniejszym rozwiązaniem było by wdrożenie Wariantu II wraz z redukcją mocy w godzinach ustalonych w momencie montażu oprav 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 Wariantcie 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 13

1	Ilość opraw całkowita	425 szt.
2	Ilość opraw do modernizacji	223 szt.
3	Moc systemu przed modernizacją	27,19 kW
4	Moc systemu po modernizacji (dzień/noc)	10,8 kW
5	Planowana oszczędność w %	48%
6	Koszt energii przed modern.	109 645,17zł
7	Koszt energii po modern.	57 283,26 zł
8	Oszczędność w budżecie	52 361,90 zł
9	Oszczędność w emisji CO2/kg	37 613
10	Wskaźnik % redukcji emisji	0,48%
11	Wartość inwestycji modernizacji brutto	1 438 472,58

PROGNOZA 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 16 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 opraw 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 (u_1)
- zmiana parametrów opraw na skutek starzenia się (u_2)
- zmiana parametrów nawierzchni (u_3)
- uszkodzenia, przepalenia pojedynczych opraw (źródeł) (u_4)
- spadek strumienia świetlnego w czasie (u_5)
- zmiana parametrów na skutek zabrudzenia oprawy (u_6)

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

Przyjęto:

- u_1 – 1,00 (stabilizacja temperaturowa zapewniona konstrukcją opraw, warunki zasilania gwarantowane umową o dostawę energii)
- u_2 – 0,95 (klosz opraw nie podlegający żółknięciu)
- u_3 – 1,00 (stałość charakterystyk odbiciowych dla niezmiennych warunków zewnętrznych)
- u_4 – 1,00 (brak ubytków – uzupełniane w 24h)
- u_5 – 0,95 (spadek strumienia świetlnego w czasie dla przewidzianego okresu eksploatacji)
- u_6 – 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 oślepień. 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

- a. Oprawa powinna zapewniać drogowy rozsył światła. Dopuszcza się inne rozsyły światła przy inwestycjach poza pasem drogowym, m.in. parki, osiedla mieszkaniowe, ścieżki rowerowe
- b. Należy podawać moce opraw wraz z mocą pobieraną przez układ zasilania. Dopuszczalny odchył mocy to +/-10% mocy znamionowej.
- c. Wydajność świetlna oprawy powinna być nie mniejsza niż 140 lm z 1W po uwzględnieniu strat w układzie optycznym oraz zasilaniu.
- d. 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.



- e. Współczynnik oddawania barw powinien być większy od Ra (CRI)>70.
- f. 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 odlewów 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 klosza 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 oprawy, 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
- t_i – 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 ustanawiające 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 CO₂ 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 2023 poz. 682).
12. Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U. z 2023 poz. 645).
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;

**„WYKONANIE USŁUGI AUDYTU EFEKTYWNOŚCI
ENERGII ELEKTRYCZNEJ OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA
TERENIE GMINY DĄBROWICE, 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

.....