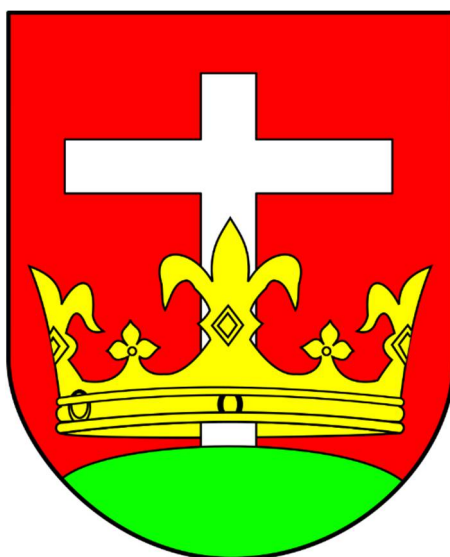


AUDYT OŚWIETLENIA ULICZNEGO

Przygotowany dla



GMINY KORYCIN

DLA ZADANIA:

*OPRACOWANIE AUDYTU ENERGETYCZNEGO I DOKUMENTACJI TECHNICZNEJ OŚWIETLENIA
ULICZNEGO NA TERENIE GMINY KORYCIN W RAMACH PROGRAMU INWESTYCJI STRATEGICZNYCH
„ROZŚWIETLAMY POLSKĘ.”*

CIESZYN – 2024

AUDYTOR: MICHAŁ HALAMA

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie.....	3
1.1 Cel opracowania.....	3
1.2 Wskaźniki Emisyjności	4
1.3 Zagadnienia Specyficzne Dla Oświetlenia Ulicznego I Drogowego	4
2. Analiza i ocena jakości oświetlenia	5
2.1 Wnioski Z Inwentaryzacji Oświetlenia.....	6
3. Analiza techniczno - technologiczna	7
3.1 Sprzęt oświetleniowy – źródła światła	7
3.2 modernizacja oświetlenia.....	8
3.3 Koszty i oszczędności dla poszczególnych wariantów.....	19
3.4 Zgodność z normami	19
3.4.1 Zjawisko Light Pollution	19
3.4.2 Norma Oświetleniowa	20
4. Analiza ekonomiczna kosztów eksploatacji systemu oświetlenia	23
4.1 Analiza czasu eksploatacji systemu oświetleniowego.....	23
4.2 Analiza kosztów dostawy i dystrybucji energii elektrycznej.....	24
4.2.1 Przed modernizacją	24
4.2.2 Po modernizacji.....	25
4.3 Analiza ekologiczna	29
5. Wnioski.....	30

1. WPROWADZENIE

1.1 CEL OPRACOWANIA

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 oraz jego rozbudowy
 - analizy stanu technicznego obecnego systemu oświetlenia

W prawidłowo zorganizowanym procesie przygotowania inwestycji, audyt energetyczny 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. Audyt poddaje analizie zintegrowaną koncepcję kompleksowej modernizacji całości systemu oświetlenia na terenie Gminy Korycin.

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.

1.2 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 2020: 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.2020.1077 t.j. z dnia 2020.06.22).

Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczenia poziomu bazowego dla projektów realizowanych w Polsce - 0,685Mg CO₂/MWh czyli 685kg CO₂/MWh opublikowany przez KOBiZE w grudniu 2023r.

1.3 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.2021.1129 t.j. z dnia 2021.06.24)
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz.U.2020.1609 z dnia 2020.09.18)
- Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. (Dz.U.2020.1333 t.j. z dnia 2020.08.03.)
- 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 2004 Nr 130, poz. 1389)
- Ustawa o Samorządzie Gminnym z dn. 8 marca 1990r (Dz.U.2021.1372 t.j. z dnia 2021.07.27)

Normy:

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

2. ANALIZA I OCENA JAKOŚCI OŚWIETLENIA

LOKALIZACJA PROJEKTU

Niniejszą analizą objęty został system oświetlenia drogowego Gminy Korycin.



Powyższa mapka obrazuje zakres objęty analizą.

2.1 Wnioski Z Inwentaryzacji Oświetlenia

Stan aktualny określony został na podstawie kompleksowej inwentaryzacji z terenu metodą geoinformatyczną. Na terenie gminy, w ramach analizowanego zakresu, zamontowanych jest obecnie **827** punktów oświetlenia na których zamontowano łącznie **868 sztuk** opraw oświetleniowych.

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

Parametrami tymi są:

a) Punkty świetlne

- numer ID latarni
- wysokość słupa oświetleniowego
- odległość słupa od jezdni
- długość wysięgnika
- moc oprawy
- typ źródła światła (led, sodowe, rtęciowe)
- liczba opraw na słupie
- rodzaj linii (napowietrzna, kablowa)

b) Parametry drogi

- nawierzchnia (asfalt, grunt, kostka)
- szerokość drogi
- klasa oświetleniowa

Poniższe zestawienie przedstawia ilości opraw z podziałem na rodzaj źródła światła:

- Sodowe 794 sztuk
- Metalohalogenkowe 42 sztuki
- Ledowe 32 sztuki – nie podlegają wymianie

Oświetlenie (oprawy) w Gminie Korycin należy do majątku gminnego. Poniższa tabela przedstawia wyszczególnienie rodzaju opraw (źródeł światła) w zależności od rodzaju linii.

Rodzaj linii \ Rodzaj oprawy	Rodzaj linii					Łącznie
	1 * AI	5 * AI	AsXSn 2x25mm2	5 * AsXSn	Kablowa	
LED		6			26	32
metalohalogen					42	42
sodowe	6	335	241	45	167	794
Łącznie	6	341	241	45	235	868

Stan techniczny opraw oceniony został na bazie oględzin wizualnych. Nie zaobserwowano jakichkolwiek uszkodzeń mechanicznych, ani nieprawidłowości w działaniu. Jedynym mankamentem jest jednak zabrudzenie kloszy oraz odbłyśników w oprawach sodowych. Powoduje, to utratę znacznej części strumienia świetlnego co w efekcie końcowym sprawia iż obowiązująca norma oświetleniowa nie jest spełniona. Należy wskazać na źródło tego problemu – brudna woda z opraw, poprzez nieszczelne uszczelki przedostaje się do klosza, gdzie po odparowaniu pozostaje brudny, trudno zmywalny osad.

3. ANALIZA TECHNICZNO - TECHNOLOGICZNA

3.1 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.

3.2 MODERNIZACJA OŚWIETLENIA

W ramach modernizacji istniejącej infrastruktury należy uwzględnić aktualne normy oświetleniowe, oraz rozwiązania technologiczne. Rekomenduje się zastąpienie istniejących opraw sodowych oraz rtęciowych, nowymi oprawami typu LED. Modernizacja powinna uwzględniać spełnienie normy oświetleniowej przez nowe oprawy.

W ramach analizy pomiarów oraz zgodności ze standardami przyjęto rozwiązanie polegające na dokonywaniu obliczeń fotometrycznych w programie Dialux/Relux. W ramach infrastruktury przewidzianej do modernizacji, wyszczególniono 16 wariantów oświetleniowych z podziałem na oświetlenie uliczne oraz oświetlenie parkowe. Warianty dla oświetlenia ulicznego zakładają dobór opraw umożliwiających spełnienie normy oświetleniowej, warianty dla oświetlenia zewnętrznego nie wymagają spełnienia normy oświetleniowej. Poszczególne warianty przyporządkowano do ciągów oświetleniowych wskazując tym samym możliwość spełnienia normy oświetleniowej po przeprowadzonej modernizacji.

Poniżej przedstawiono parametry każdej z sytuacji.

Lp.	Szerokość drogi [m]	Długość wysięgnika [m]	Nawis oprawy [m]	Moduł [m]	Klasa ośw. Drogi	Wysokość zawieszenia oprawy[m]
1	3	0,5	-1	10	P4	3
2	2	0,5	-1	20	P4	3,5
3	4	0	-1	20	P4	5
4	3	0,5	-0,5	20	P3	4
5	6	1	-0,5	45	M3	10
6	6	1	-4	45	M3	10
7	8	1	-2,5	45	M3	10
8	7	1	-1,5	45	M3	8,5
9	7	1	-2	45	M3	9
10	6	1	-1,5	40	M4	8,5
11	4,5	1	-0,5	30	M4	9
12	7	1	-1,5	45	M4	9
13	6	1	-0,5	43	M5	9
14	5	1	-1	40	M5	8,5
15	4	1	-1	45	M6	8,5
16	6	1	-0,5	35	M5	8

Modernizację systemu oświetlenia zakłada wymianę opraw zgodnie z obliczeniami fotometrycznymi. Zakwalifikowano do wymiany oprawy sodowe i metalohalogenkowe (**835 sztuk**).

Przy realizacji zadania określono szereg elementów wchodzących w zakres prac. Pierwszym etapem są prace demontażowe, które obejmują:

- demontaż 794 istniejących opraw sodowych
- demontaż 42 istniejących opraw metalohalogenkowych na boiskach

Następnym etapem są prace montażowe i remontowe. Wariant ten zakłada:

- montaż 794 sztuk nowych opraw wraz z okablowaniem i zabezpieczeniami
- montaż 42 sztuk nowych opraw na boiskach wraz z okablowaniem i zabezpieczeniami
- wymiana zabezpieczeń wraz z przewodami dla linii kablowej i napowietrznej
- prace pomiarowe

Po modernizacji liczba opraw wyniesie **868 sztuk**(836 nowych opraw LED oraz 32 istniejące oprawy LED).

Wszystkie nowe oprawy powinny posiadać certyfikat ZD4i, ENEC, ENEC+.

Wymagane parametry nowych opraw:

1) Oprawa oświetleniowa - uliczna

- a) musi posiadać znak CE
- b) producent musi mieć wdrożony system zarządzania w standardzie ISO 9001, 14001, 45001 i 50001 – na potwierdzenie spełnienia wymagane przedstawienie odpowiednich certyfikatów
- c) musi posiadać certyfikat potwierdzający wykonanie jej zgodnie z normami europejskimi nadany przez niezależne laboratorium badawcze, posiadające akredytację na terenie Unii Europejskiej, certyfikat ENEC i ENEC+
- d) musi posiadać certyfikat ZD4i opublikowany na oficjalnej stronie Zhaga Consortium
- e) musi posiadać deklarację środowiskową autoryzowaną przez instytucję zewnętrzną na podstawie norm ISO 14025 i 14040/14044 oraz EN 15804 + A2:2019 – na potwierdzenie wymagane przedstawienie dokumentu wraz z ofertą

- f) przy ustawieniu 0° w stosunku do podłoża, nie może emitować światła w górną półprzestrzeń zgodnie z Rozporządzeniem Komisji Europejskiej nr 245/2009 z dnia 18 marca 2009 (DZ Urzędowy UE z dnia 24.03.2009 r.)
 - g) ma mieć możliwość wyposażenia w rastry na poziomie układu optycznego ograniczające świecenie w wybranych kierunkach
 - h) musi spełniać wymogi bezpieczeństwa fotobiologicznego lamp i systemów lampowych IEC 62471 klasy RG0
 - i) Skuteczność świetlna oprawy, rozumiana jako strumień świetlny emitowany przez oprawę z uwzględnieniem wszelkich występujących strat do całkowitej energii zużywanej przez oprawę, jako system, nie może być gorsza niż 140 lm/W
 - j) musi spełniać wymogi I lub II klasy ochronności
 - k) stopień szczelności oprawy IP 66
 - l) ochrona przeciwprzebieciowa 10 kV przed zasilaczem
 - m) musi posiadać dodatkową ochronę przed przepięciami elektrostatycznymi (ESD) pozwalającą rozładować nadmiar ładunku elektrostatycznego gromadzącego się na korpusie oprawy – potwierdzona certyfikatem ENEC
 - n) Zakres temperatur pracy od -40° do +50° C
 - o) Oprawa (wraz z uchwytem) musi spełniać wymogi dotyczące wibracji ANSI C136-31 3G lub IEC 60068-2-6. Wymagany jest raport z badań pochodzący z laboratorium akredytowanego przy PCA
- 2) Korpus oprawy ma spełniać następujące wymagania
- a) Ma być wykonany z ciśnieniowego odlewu aluminium stanowiącym jednocześnie radiator oprawy
 - b) Ma być pomalowany proszkowo w kolorze RAL
 - c) Źródło światła - panel LED ma być osłonięty płaską szybą ze szkła hartowanego o IK nie gorszym niż IK 09.
 - d) Ma być wyposażona w górne gniazdo ZHAGA Book 18, zabezpieczone zaślepką
- 3) Uchwyt montażowy oprawy musi umożliwiać
- a) Montaż oprawy zarówno na wysięgniku jak i na słupie o średnicy 48-60 mm
 - b) Regulację położenia oprawy na wysięgniku w zakresie do +/- 20° z krokiem nie mniejszym niż 5°, bezpośrednio na słupie 0 – 20°
 - c) Uchwyt montażowy musi być wykonany z tego samego materiału, co korpus oprawy i być jej integralną częścią. Nie dopuszcza się stosowania zewnętrznych adapterów.

- 4) Oprawa ma być wyposażona w panel LED o następujących cechach:
- a) Temperatura barwowa - biała neutralna 4000K +/- 5%
 - b) Trwałość co najmniej 100 000 h pracy do L90 przy $T_a = 25^{\circ}\text{C}$ (po upływie 100 000 godzin świecenia strumień świetlny nie mniejszy niż 90% strumienia nominalnego oprawy)
 - c) Każda dioda w panelu LED musi być wyposażona w indywidualną soczewkę pozwalającą emitować światło równomiernie na całą oświetlaną przez oprawę powierzchnię. W przypadku przepalenia się którejś z diod zmieni się jedynie strumień świetlny a nie rozsył światła
 - d) Deklarowany strumień świetlny oprawy ma być mierzony w temperaturze otoczenia oprawy nie mniejszej niż 25°C
 - e) Panel LED musi umożliwiać jego wymianę bez wykonywania połączeń lutowanych
 - f) Panel LED chroniony przez płaską hartowaną szybę
 - g) Dla opraw z szybą zabezpieczającą źródła LED, konieczny jest czujnik temperatury zamontowany na płytce ze źródłami światła LED, redukujący prąd w przypadku przekroczenia temperatury, z odpowiednim zasilaczem, który zabezpiecza tę funkcjonalność.
- 5) Oprawa ma być wyposażona w układ zasilający o następujących cechach:
- a) układ zasilający ma posiadać trwałość nie gorszą niż zasilany z niego panel LED.
 - b) Układ zasilający musi być w standardzie D4i
 - c) układ zasilający ma mieć możliwość zaprogramowania 5-stopniowej autonomicznej redukcji mocy
 - d) układ zasilający ma być wyposażony w zewnętrzny interfejs służący do połączenia oprawy z zewnętrznym komputerem w celu zmian parametrów oświetlenia oraz czynności serwisowych. Komunikacja pomiędzy zasilaczem a komputerem ma odbywać się bezprzewodowo i bez konieczności zasilania oprawy.
 - e) Układ zasilający musi umożliwiać jego wymianę jako element serwisowy. Nie dopuszcza się układów wlutowanych w płytkę z panelem LED.
- 6) Oprawa musi posiadać gwarancję producenta min. 5 lat

Do oprawy musi być dołączony pakiet naklejek umożliwiających wklejenie ich we wnęce słupowej. Naklejki muszą zawierać informację o parametrach oprawy (moc, strumień świetlny, wartość zaprogramowanego prądu pracy zasilacza, współczynnik mocy) w postaci kodu QR możliwego do odczytania w darmowej aplikacji na smartfon.

7) Oprawa oświetleniowa – parkowa i ozdobna

- p) musi posiadać znak CE
- q) producent musi mieć wdrożony system zarządzania w standardzie ISO 9001, 14001, 45001 i 50001 – na potwierdzenie spełnienia wymagane przedstawianie odpowiednich certyfikatów
- r) musi posiadać certyfikat potwierdzający wykonanie jej zgodnie z normami europejskimi nadany przez niezależne laboratorium badawcze, posiadające akredytację na terenie Unii Europejskiej, certyfikat ENEC i ENEC+
- s) musi posiadać certyfikat ZD4i opublikowany na oficjalnej stronie Zhaga Consortium
- t) musi posiadać deklarację środowiskową autoryzowaną przez instytucję zewnętrzną na podstawie norm ISO 14025 i 14040/14044 oraz EN 15804 + A2:2019 – na potwierdzenie wymagane przedstawienie dokumentu wraz z ofertą
- u) przy ustawieniu 0° w stosunku do podłoża, nie może emitować światła w górną półprzestrzeń zgodnie z Rozporządzeniem Komisji Europejskiej nr 245/2009 z dnia 18 marca 2009 (DZ Urzędowy UE z dnia 24.03.2009 r.)
- v) ma mieć możliwość wyposażenia w rastry na poziomie układu optycznego ograniczające świecenie w wybranych kierunkach
- w) musi spełniać wymogi bezpieczeństwa fotobiologicznego lamp i systemów lampowych IEC 62471 klasy RG0
- x) Skuteczność świetlna oprawy, rozumiana jako strumień świetlny emitowany przez oprawę z uwzględnieniem wszelkich występujących strat do całkowitej energii zużywanej przez oprawę, jako system, nie może być gorsza niż 120 lm/W
- y) musi spełniać wymogi I lub II klasy ochronności
- z) Stopień szczelności oprawy IP 66
- aa) Ochrona przeciwprzepięciowa 10 kV przed zasilaczem
- bb) musi posiadać dodatkową ochronę przed przepięciami elektrostatycznymi (ESD) pozwalającą rozładować nadmiar ładunku elektrostatycznego gromadzącego się na korpusie oprawy – potwierdzona certyfikatem ENEC
- cc) Zakres temperatur pracy od -40° do +50° C

8) Korpus oprawy ma spełniać następujące wymagania

- a) Ma być wykonany z ciśnieniowego odlewu aluminium stanowiącym jednocześnie radiator oprawy
- b) Ma być pomalowany proszkowo w kolorze RAL

- c) Źródło światła - panel LED ma być osłonięty kloszem z PCC o IK nie gorszym niż IK 10.
 - d) Ma być wyposażona w górne gniazdo ZHAGA Book 18, zabezpieczone zaślepką
- 9) Uchwyt montażowy oprawy musi umożliwiać
- a) Montaż oprawy zwieszany na wysięgniku (oprawy ozdobne) lub na słupie (oprawy parkowe)
 - b) Uchwyt montażowy musi być wykonany z tego samego materiału, co korpus oprawy i być jej integralną częścią.
- 10) Oprawa ma być wyposażona w panel LED o następujących cechach:
- a) Temperatura barwowa - biała neutralna 3000K +/- 5%
 - b) Trwałość co najmniej 100 000 h pracy do L90 przy Ta = 25°C (po upływie 100 000 godzin świecenia strumień świetlny nie mniejszy niż 90% strumienia nominalnego oprawy)
 - c) Każda dioda w panelu LED musi być wyposażona w indywidualną soczewkę pozwalającą emitować światło równomiernie na całą oświetlaną przez oprawę powierzchnię. W przypadku przepalenia się którejś z diod zmieni się jedynie strumień świetlny a nie rozsył światła
 - d) Deklarowany strumień świetlny oprawy ma być mierzony w temperaturze otoczenia oprawy nie mniejszej niż 25°C
 - e) Panel LED musi umożliwiać jego wymianę bez wykonywania połączeń lutowanych
 - f) Dla opraw z szybą zabezpieczającą źródła LED, konieczny jest czujnik temperatury zamontowany na płytce ze źródłami światła LED, redukujący prąd w przypadku przekroczenia temperatury,
- z
- odpowiednim zasilaczem, który zabezpiecza tę funkcjonalność.
- 11) Oprawa ma być wyposażona w układ zasilający o następujących cechach:
- f) układ zasilający ma posiadać trwałość nie gorszą niż zasilany z niego panel LED.
 - g) Układ zasilający musi być w standardzie D4i
 - h) układ zasilający ma mieć możliwość zaprogramowania 5-stopniowej autonomicznej redukcji mocy
 - i) układ zasilający ma być wyposażony w zewnętrzny interfejs służący do połączenia oprawy z zewnętrznym komputerem w celu zmian parametrów oświetlenia oraz czynności serwisowych. Komunikacja pomiędzy zasilaczem a komputerem ma odbywać się bezprzewodowo i bez konieczności zasilania oprawy.
 - j) Układ zasilający musi umożliwiać jego wymianę jako element serwisowy. Nie dopuszcza się układów wlutowanych w płytkę z panelem LED.
- 12) Oprawa musi posiadać gwarancję producenta min. 5 lat

Do oprawy musi być dołączony pakiet naklejek umożliwiających wklejenie ich we wnęce słupowej. Naklejki muszą zawierać informację o parametrach oprawy (moc, strumień świetlny, wartość zaprogramowanego prądu pracy zasilacza, współczynnik mocy) w postaci kodu QR możliwego do odczytania w darmowej aplikacji na smartfon.

Naświetlacz:

- Optyka symetryczna i asymetryczna dostępna w tej samej konstrukcji korpusu
- Strumień świetlny oprawy co najmniej 30 000 lm
- Napięcie zasilania 230V 50 Hz
- Temperatura barwowa światła 4000 K/3000K
- Ogólny wskaźnik oddawania barw co najmniej 70
- Deklaracja zgodności CE (na żądanie Zamawiającego dostępny pełen raport z testów)
- Deklaracja środowiskowa autoryzowana przez instytucję zewnętrzną na podstawie normami EN 15804+A2 I ISO 40025
- Certyfikat jakości ENEC
- Certyfikat jakości ENEC+
- Certyfikat ZD4i
- Oprawa wyposażona w niskonapięciowe gniazdo Zhaga
- Oprawa wyprodukowana na terenie Unii Europejskiej
- Korpus oprawy wykonany z odlewu aluminium
- Masa oprawy co najwyżej 16 kg
- Stopień szczelności co najmniej IP 66
- Stopień odporności na uderzenia co najmniej IK 09
- Certyfikat odporności na uderzenia piłką VDE
- Podziałka kątowa naniesiona na oprawę celem ustawienia kąta nachylenia oprawy
- Otwieranie oprawy beznarzędziowe za pomocą klipsów.
- Skuteczność świetlna oprawy co najmniej 120 lm/W
- Rozłącznik nożowy odcinający napięcie po otwarciu oprawy
- Stalowy regulowany uchwyt montażowy
- II klasa ochronności elektrycznej
- Trwałość co najmniej 100 000 h L90 udokumentowana raportem LM80 i projekcją TM21 dla co najmniej 3 temperatur (w tym obowiązkowo + 105°C)

- Współczynnik mocy co najmniej 0,95 w trybie 100%
- Współczynnik mocy co najmniej 0,9 w trybie 50%
- Ochrona przeciwprzepięciowa 10 kV
- Zasilacz jako osobny element w oprawie (nie zintegrowany na płycie LED) podlegający niezależnemu serwisowaniu i programowaniu
- Grupa ryzyka fotobiologicznego RG0
- Oprawa wyposażona w kod QR umożliwiający jej pełną identyfikację
- Gwarancja producenta co najmniej 5 lat
- Gwarancja dostępności podstawowych części zamiennych (zasilacz, moduł LED, klosz, optyka) co najmniej 10 lat od daty zakupu produktu
- Wymagany wygląd oprawy oraz wymiary. Dopuszczalna tolerancja wymiarów $\pm 15\%$ pod warunkiem zachowania proporcji i kształtu.
- Powierzchnia wiatrowa boczna $< 0.2 \text{ m}^2$

Oprawy uliczne, parkowe i stylowe powinny posiadać możliwość współpracy z systemem sterowania oświetleniem ulicznym.

System powinien składać się z warstwy informatycznej oraz warstwy sprzętowej.

Warstwa informatyczna

Platforma informatyczna – aplikacja internetowa zlokalizowana w chmurze internetowej, służąca do

zarządzania oświetleniem, wspomagająca pracę w zakresie detekcji uszkodzeń lub zaniku komunikacji.

Rozwiązanie pozwala na zarządzanie zużyciem energii elektrycznej, optymalne dopasowanie ilości światła

do danego miejsca, pory nocy oraz warunków atmosferycznych.

Platforma informatyczna ma realizować następujące funkcjonalności:

Ogólne

- Graficzną prezentację pracy poszczególnych elementów systemu na mapie przestrzennej zgodnie z ich współrzędnymi geograficznymi pozyskanymi bezpośrednio ze sterowników w oprawach.
- Tworzenie struktury sterowania opartej na strukturze drzewa
- Grupowanie punktów świetlnych

- Automatyczne dostosowanie się wyświetlanego obszaru mapy do wyboru miejsca w nawigacji.
 - Interfejs użytkownika w języku polskim
 - Wysyłanie informacji mailem i sms o zdarzeniach zachodzących w infrastrukturze na wskazane adresy e-mail lub numery telefonów użytkowników
 - Przyznawanie indywidualnych poziomów dostępu dla poszczególnych użytkowników
- Zarządzanie alarmami
- Bieżący podgląd występujących w systemie nieprawidłowości i alarmów.
 - Zgłaszanie alarmów związanych z uszkodzeniem elementów oprawy oświetleniowej lub sterownika w ciągu 24 godzin od pojawienia się awarii
 - Zgłaszanie problemów związanych z komunikacją z oprawą w okresie 24 godzin od ich powstania,
 - Przeglądanie alarmów aktywnych, nieaktywnych, aktywnych w ostatnich 3 miesiącach.
 - Wyszukiwanie alarmów po:
 - Nazwie elementu i/lub komponentu
 - Typie komponentu systemu
 - Modelu komponentu systemu
 - Kategorii awarii
 - Dacie wystąpienia awarii
 - Opisie błędu
 - Eksport tworzonych raportów do plików formatu Excel.
- Kontrola zużycia energii
- Kontrolę zużycia energii przez pojedyncze punkty świetlne, grupy punktów świetlnych jak i przez całą instalację.
 - Prezentację graficzną i liczbową zużytej energii elektrycznej w okresie 1 miesiąca, 3 miesięcy, 1 roku, 5lat.
 - Graficzne i liczbowe porównanie zużycia energii elektrycznej kilku punktów świetlnych lub kilku obszarów w tym samym czasie.
 - Graficzne i liczbowe porównanie zużycia energii pojedynczego punktu świetlnego, grupy punktów świetlnych w dwóch różnych okresach np. w tym samym miesiącu różnych lat.
 - Eksport tworzonych raportów do plików formatu Excel.
- Regulacja strumienia świetlnego

- Przypisania każdemu punktowi świetlnemu, grupie punktów świetlnych, czy obszarowi indywidualnego kalendarza pracy.
 - Definiowanie kalendarzy pracy opartych na dniach charakterystycznych
 - Swobodne definiowanie dni charakterystycznych np. dzień roboczy, dzień wolny od pracy, Sylwester czy Nowy Rok.
 - Przypisanie każdemu dniowi charakterystycznemu indywidualnego schematu oświetleniowego uwzględniającego:
 - Redukcję strumienia świetlnego wybranej oprawy/grupy opraw.
 - Czasu występowania redukcji
 - Opóźnienie/przyspieszenie załączenia systemu o określonym czasie względem tabeli wschodów i zachodów słońca dla lokalizacji instalacji.
 - Ręczne załączenie/wyłączenie oraz regulację strumienia świetlnego pojedynczych punktów świetlnych oraz grup opraw. Kontrola kanałów komunikacji poszczególnych elementów systemu
 - Przedstawienie graficzne struktury komunikacji z każdym elementem sieci
 - Komunikacja z każdym z elementów systemu
 - Pobieranie danych o pracy każdego elementu systemu na żądanie
 - Zmianę konfiguracji – nazwy, lokalizacji itp. poszczególnych elementów sieci.
- Bezpieczeństwo transmisji danych i utrzymanie systemu
- Wszystkie interakcje użytkowników z platformą są zabezpieczone za pomocą 128-bitowego szyfrowania SSL
 - Certyfikat cyberbezpieczeństwa ISO/IEC62443 i ISO27001
 - Bezpieczna komunikacja między urządzeniami i serwerem za pomocą prywatnych APN, VPN, szyfrowania AES, DTLS i protokołów TLS
 - Posiada system dwuczynnikowej autentykacji (2FA) zapobiegający przypadkowemu lub celowemu użyciu konta użytkownika, minimalizującemu ryzyko włamań na konta przez hakerów
 - Jest regularnie testowany pod względem bezpieczeństwa, a pod względem bezpieczeństwa przed włamaniem przez strony trzecie w szczególności, przez autoryzowanego zewnętrznego audytora.
 - Jest utrzymywany i wspierany przez dostawcę w okresie, co najmniej 10 lat od jego wdrożenia
 - Oprogramowanie platformy będzie na bieżąco aktualizowane przez dostawcę
 - Gromadzone na platformie dane będą własnością inwestora, a jej dostawca zapewni ich

przechowywanie od ich powstania do rezygnacji z jej korzystania przez inwestora.

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

Warstwa sprzętowa

Warstwa sprzętowa powinna składać się z indywidualnych sterowników w każdej z opraw w standardzie ZHAGA lub NEMA bez wykorzystywania dodatkowych urządzeń typu Gateway lub sterownik grupowy, realizujących następujące funkcje:

- Oprawy oświetleniowe wyposażone w sterowniki pozwalające na bezpośrednią, dwustronną komunikację z platformą informatyczną służąca do zarządzania oświetleniem poprzez sieć GSM każdej oprawy z osobna.

Zastosowany w każdej oprawie sterownik pozwala na:

- Załączanie i wyłączenie oprawy
- Ustawienie poziomu i czasu redukcji strumienia świetlnego
- Monitorowanie parametrów elektrycznych oprawy
- Wykrywanie i raportowanie uszkodzeń oprawy
- Określenie pozycji geograficznej oprawy
- Pomiar energii elektrycznej zużywanej przez oprawę
- Wartość współczynnika $\cos \phi$
- Monitorowanie czasu świecenia oprawy od momentu instalacji

- Sterowniki montowane w oprawach muszą być zgodne z europejskim standardem ZD4i oraz ENEC.

Koszty komunikacji GSM są wliczone w koszty korzystania z platformy informatycznej i są opłacone z góry w

ramach zakupionych elementów warstwy sprzętowej systemu. W czasie obowiązywania kontraktu użytkownik

nie ponosi dodatkowych opłat z tytułu transmisji danych.

3.3 KOSZTY I OSZCZĘDNOŚCI DLA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW

Na koszty związane z modernizacją zgodnie z modernizacją składa się:

- Prace demontażowe
- Prace montażowe wraz z zakupem materiałów
- Koszty nadzoru
- Koszty obsługi przetargowej

Oszczędności:

- Zmniejszenie zużycia energii elektrycznej.
- Likwidacja kosztów konserwacji oświetlenia na okres gwarancji.

3.4 ZGODNOŚĆ Z NORMAMI

3.4.1 ZJAWISKO LIGHT POLLUTION

Light Pollution to angielska nazwa zjawiska zanieczyszczenia środowiska światłem. Występuje wszędzie tam, gdzie oświetlenie zamiast służyć celowi, dla którego zostało zbudowane, oświetla również inne obiekty, a w szczególności niebo. Zaśmiecanie światłem, w obecnym stanie prawnym w Polsce nie jest karane, w przeciwieństwie do Włoch, Hiszpanii czy Portugalii, gdzie jest takim samym wykroczeniem, jak śmiecenie odpadami. Regulacje unijne w tym zakresie są opracowywane.

Zanieczyszczenie światłem, z pewnością nawet w Polsce narusza standardy dobrego projektowania oświetlenia. Ponadto w negatywny sposób wpływa na wykorzystanie korytarzy migracji ptaków i nietoperzy. Zjawisko zanieczyszczenia światłem na terenie Gminy Korycin występuje w szczególności wszędzie tam, gdzie:

- oprawy uliczne, z odbłyśnikiem o dużej asymetrii instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 15°
- oprawy uliczne, odbłyśnikiem o stosunkowo niskiej asymetrii instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 30°

Na terenie Gminy Korycin nie zaobserwowano zanieczyszczenia światłem wśród opraw o niskiej asymetrii odbłyśnika. Dla opraw sodowych – gdzie światło jest bardziej rozproszone, czyli w którym odbłyśnik emituje światło o dużej asymetrii, zjawisko zanieczyszczenia światłem niestety

występuje. Ma to miejsce dla opraw zawieszonych na słupach linii napowietrznej zakładu energetycznego, umiejscowionych pod linią przewodów zasilających. Umiejscowiona tak oprawa, aby oświetlić drogę nachylona została pod większym kątem, aniżeli oprawa zawieszona na wysięgniku nad linią.

Rekomenduje się stosowanie opraw o kierunkowym rozsyłu światła (np. ledowe).

3.4.2 NORMA OŚWIETLENIOWA

Nowa norma PN-EN 13201:2016 Oświetlenie Dróg składa się z pięciu części:

- CEN/TR 13201-1:2016-02 Oświetlenie dróg –część 1: Wytyczne dotyczące wyboru klas oświetlenia
- PN-EN 13201-2:2016-03 Oświetlenie dróg –część 2: Wymagania eksploatacyjne,
- PN-EN 13201-3:2016-03 Oświetlenie dróg –część 3: Obliczenia parametrów oświetleniowych,
- PN-EN 13201-4:2016-03 Oświetlenie dróg –część 4: Metody pomiaru efektywności oświetlenia
- PN-EN 13201-5:2016-03 Oświetlenie dróg –część 5: Wskaźniki efektywności energetycznej.

Wprowadzono oznaczenia poszczególnych klas oświetleniowych:

klasa M -	Kierowcy pojazdów silnikowych, trasy komunikacyjne, średnie i wysokie prędkości ruchu.
klasa C -	Obszary konfliktowe: pojazdy, piesi, rowerzyści; obszary wykazujące zmianę geometrii drogi, obszary o zwiększonym prawdopodobieństwie kolizji.
klasa P -	Piesi i rowerzyści, chodniki i ścieżki rowerowe, kierowcy przy niskich prędkościach – uliczki osiedlowe, obszary niezależne od jezdni.

Klasa oświetlenia M dotyczy wymagań wizualnych stawianych przez kierowców pojazdów silnikowych na drogach, z całym spektrum dopuszczalnej prędkości ruchu pojazdów (od niskich ≤ 40 km/h do bardzo wysokich ≥ 100 km/h). Do określenia granic poziomów w klasach oświetlenia (M1 ÷ M6) stosuje się następujące parametry oświetlenia:

- L_{sr} - średnia wartość luminancji jezdni [cd/m^2],
- U_0 - równomierność całkowita (ogólna) rozkładu luminancji jezdni [-],
- U_1 - równomierność wzdłużna rozkładu luminancji jezdni [-],

- F_{Tl} - przyrost wartości progowej luminancji, związany z poziomem oślnienia przeszkadzającego [%],
- R_{EI} - współczynnik oświetlenia poboczy jezdni.

Wymagania fotometryczne dla klasy oświetleniowej M

Poziom w klasie M	Luminancja suchej i mokrej jezdni drogi				Oślnienie	Oświetlenie otoczenia
	Sucha nawierzchnia		Mokra nawierzchnia	Sucha nawierzchnia	Sucha nawierzchnia	
	L_{sr} [cd/m ²] [eksploatacyjne min.]	U_o [min.]	U_L^* [min.]	U_{ow}^{**} [min.]	f_{Tl}^{***} [max.] %	R_{EI}^{****} [min.]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50		0,60		15	
M3	1,00					
M4	0,75	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M5	0,50					
M6	0,30					

* równomierność wzdłużna U_L - pomiar powtarzalnych jasnych i ciemnych obszarów na powierzchni drogi. Powinien być uwzględniony jedynie dla długich odcinków dróg. Zdefiniowano wartości minimalne równomierności, które mogą zostać zmienione uzasadnionych przypadkach (analiza układu drogowego oraz określonych wymogów krajowych).

** kryterium tylko dla mokrej nawierzchni. Może być stosowane dodatkowo dla kryteriów dotyczących nawierzchni suchej, zgodnie ze szczegółowymi wymogami krajowymi. Wartości podane w kolumnie mogą zostać zmienione w przypadku, gdy mają zastosowanie szczególne wymogi krajowe.

*** wartości z tej kolumny są zalecanymi maksymalnymi wartościami dla danej klasy oświetleniowej. Mogą zostać zmienione, jeżeli zastosowanie mają określone wymagania krajowe.

**** To kryterium może być stosowane jedynie wówczas, gdy nie istnieją obszary ruchu o własnych wymaganiach znajdujące się w sąsiedztwie jezdni. Podane wartości są tymczasowe i mogą zostać zmienione w przypadku, gdy określone zostaną szczegółowe wymagania dotyczące krajowych lub indywidualnych systemów. Wartości te mogą być wyższe lub niższe niż podane, jednakże należy zwrócić uwagę na zapewnienie wystarczającego oświetlenia obszarów.

Klasa oświetlenia C dotyczy wymagań wizualnych stawianych przez kierowców, pieszych i rowerzystów na obszarach konfliktowych: skrzyżowania dróg, ulice w centrach handlowych, deptaki; na drogach o złym stanie nawierzchni lub niekorzystnych warunkach atmosferycznych oraz obszarach o zwiększonym prawdopodobieństwie kolizji i wypadków z całym spektrum dopuszczalnej prędkości ruchu pojazdów (od niskich ≤ 40 km/h do bardzo wysokich ≥ 100 km/h). Do określenia granic w poziomach klas oświetlenia (C0 ÷ C5) stosuje się następujące parametry oświetlenia:

- E_{sr} -średnią wartość natężenia oświetlenia na powierzchni jezdni - (utrzymywane minimum eksploatacyjne) [lx],
- U_0 - równomierność ogólną rozkładu natężenia oświetlenia na powierzchni jezdni [-].

Wymagania fotometryczne dla klasy oświetleniowej C

Poziom w klasie C	Poziome natężenie oświetlenia	
	\bar{E} [lx] [utrzymywane w minimum]	U_0 [-] [minimum]
C0	50	0,4
C1	30	
C2	20	
C3	15	
C4	10	
C5	7,5	

Klasa oświetleniowa P jest przeznaczona dla pieszych i rowerzystów korzystających z chodników, ścieżek rowerowych, pasów postojowych i innych powierzchni drogi, oddzielonych lub leżących wzdłuż jezdni, dla dróg osiedlowych, deptaków parkingów, szkolnych dziecińców, itp. Wymagania oświetleniowe, zestawione w poniższej tabeli, mogą dotyczyć całej powierzchni drogi, tj. jezdni na drogach osiedlowych i pasów rozdzielających między jezdniami, chodnikami i ścieżkami rowerowymi. Do określenia granic w poziomach klas oświetlenia ($P1 \div P7$) stosuje się następujące parametry oświetlenia:

- E_{sr} – średnie, eksploatacyjne natężenie oświetlenia
- E_{min} – minimalne, eksploatacyjne natężenia oświetlenia
- $E_{v \text{ min}}$ – minimalne, pionowe, eksploatacyjne natężenia oświetlenia
- $E_{sc \text{ min}}$ – minimalne, półcylicydryczne, eksploatacyjne natężenia oświetlenia

Wymagania fotometryczne dla klasy oświetleniowej P

Poziom w klasie P	Poziome natężenie oświetlenia	Wymagania dodatkowe jeśli rozpoznawalność twarzy jest konieczna
----------------------	-------------------------------	---

	E*śr [ekspl. min] [lx]	E _{min} [ekspl.] [lx]	Ev.min [ekspl.] [lx]	Esc,min [ekspl.] [lx]
P1	15	3	5	5
P2	10	2	3	2
P3	1,5	1,5	2,5	1,5
P4	5	1	1,5	1
P5	3	0,6	1	0,6
P6	2	0,4	0,6	0,2
P7	brak wymagań	brak wymagań		

*Dla zapewnienia odpowiedniej równomierność, rzeczywista wartość średniego natężenia oświetlenia nie może przekraczać 1,5-krotnej wartości E_s dla danej klasy

4. ANALIZA EKONOMICZNA KOSZTÓW EKSPLOATACJI SYSTEMU OŚWIETLENIA

4.1 ANALIZA CZASU EKSPLOATACJI SYSTEMU OŚWIETLENIOWEGO

Zgodnie z rozporządzeniem ministra gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii tabela nr 6. – czas użytkowania źródeł światła dla oświetlenia ulicznego wynosi 4150 h/rok.

Akt obowiązujący z dnia 22 maja 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Energii w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii tabela nr 6. – również określa czas użytkowania źródła światła (Tu) dla oświetlania ulicznego na 4150 h/rok.

Mając na uwadze okres gwarancji opraw wyznaczony na 10 lat, eksploatacja oświetlania wyniesie 41 500 godzin. Zgodnie z IES LM-80 - TM-21 oprawy muszą utrzymać strumień świetlny w czasie minimum 80% po 100 000 godzinach pracy. Wynika z tego, że nowe oprawy LED spełniające standardy, są w stanie prawidłowo działać w okresie gwarancyjnym.

4.2 ANALIZA KOSZTÓW DOSTAWY I DYSTRYBUCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ

4.2.1 PRZED MODERNIZACJĄ

Poniżej w tabeli przedstawiono stan oświetlenia przed modernizacją.

<i>MOC NOMINALNA OPRAWY [W]</i>	<i>MOC RZECZYWISTA OPRAWY [W]</i>	<i>ILOŚĆ</i>	<i>Moc systemu [kW]</i>
50	55	86	4,73
70	83	300	24,9
100	115	335	38,525
150	168	73	12,264
200	220	42	9,24
	łącznie	836	89,659

Roczne zużycie energii elektrycznej dla wybranych opraw przed modernizacją wyznaczone zostało z poniższego wzoru:

$$E_0 = P_0 * t_0 / 1000 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

Gdzie:

E_0 - roczne zużycie energii elektrycznej przed modernizacją przez oświetlenie zewnętrzne [MWh/rok],

P_0 - sumaryczna moc zainstalowana przed modernizacją [kW],

t_0 - roczny czas pracy oświetlenia [h/rok].

Roczne zużycie energii elektrycznej po modernizacji wyznaczone zostało z poniższego wzoru:

$$E_n = P_n * t_0 / 1000 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

Gdzie:

E_n - roczne zużycie energii elektrycznej po modernizacji przez oświetlenie zewnętrzne [MWh/rok],

P_n - sumaryczna moc zainstalowana po modernizacji [kW]

t_0 - roczny czas pracy oświetlenia [h/rok].

Roczna oszczędność energii elektrycznej wyznaczona została jako różnica rocznego zużycia energii elektrycznej przed oraz po modernizacji, zgodnie z poniższym wzorem:

$$\Delta E_{0n} = E_0 - E_n \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

Gdzie:

ΔE_{0n} - roczna oszczędność energii elektrycznej przez oświetlenie zewnętrzne [MWh/rok],

E_0 - roczne zużycie energii elektrycznej przed modernizacją [MWh/rok],

E_n - roczne zużycie energii elektrycznej po modernizacji [MWh/rok].

Zgodnie ze sposobem obliczania zużycia energii elektrycznej, zużycie energii elektrycznej przed modernizacją kształtuje się następująco:

$$E_0 = 89,659 * 4150 / 1000 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 372,08 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

4.2.2 PO MODERNIZACJI

Wymiana opraw sodowych na nowoczesne energooszczędne oprawy typu Led. W poniższym wariantcie liczba opraw oświetleniowych będzie taka sama.

Poniżej przedstawiono moce i ilości opraw po modernizacji:

Bez Redukcji			
<i>MOC NOMINALNA OPRAWY [W]</i>	<i>MOC RZECZYWISTA OPRAWY [W]</i>	<i>ILOŚĆ</i>	<i>Moc systemu [kW]</i>
7,8	7,8	76	0,5928
11,3	11,3	41	0,4633
13,4	13,4	19	0,2546
18,6	18,6	20	0,372
24,8	24,8	11	0,2728
31,5	31,5	404	12,726
38,2	38,2	49	1,8718
54,2	54,2	36	1,9512
69,4	69,4	27	1,8738
98,4	98,4	49	4,8216
113,7	113,7	62	7,0494
225	225	30	6,75
280	280	12	3,36
	Łącznie	836	42,359

Modernizacja zakłada redukcję mocy w godzinach późnonocnych.

Wymagane programy redukcji:

- od zmierzchu do godz. 23.00 – 100% mocy
- w godz. 23.00-5.00 – 60% mocy
- od godz. 5.00 do świtu – 100% mocy.

**Redukcja dotyczy jedynie opraw drogowych, na boiskach nie przewiduje się redukcji.*

Redukcja 60%			
<i>MOC NOMINALNA OPRAWY [W]</i>	<i>MOC RZECZYWISTA OPRAWY [W]</i>	<i>IŁOŚĆ</i>	<i>Moc systemu [kW]</i>
7,8	4,68	76	0,35568
11,3	6,78	41	0,27798
13,4	8,04	19	0,15276
18,6	11,16	20	0,2232
24,8	14,88	11	0,16368
31,5	18,9	404	7,6356
38,2	22,92	49	1,12308
54,2	32,52	36	1,17072
69,4	41,64	27	1,12428
98,4	59,04	4	2,89296
113,7	68,22	62	4,22964
225	225	30	6,75
280	280	12	3,36
	łącznie	836	29,459

Z harmonogramu wynika, że czas roczny świecenia będzie się kształtował następująco:

- 2190 h/rocznie – redukcja
- 1960 h/rocznie – brak redukcji

Zgodnie ze sposobem obliczania zużycia energii elektrycznej, zużycie energii elektrycznej po modernizacji kształtuje się następująco:

Bez redukcji

$$E_{1B} = 42,359 * 1960/1000 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_{1B} = 83,023 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

Z redukcją

$$E_{1R} = 23,551 * 2190/1000 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_{1R} = 64,515 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

łącznie

$$E_1 = E_{1B} + E_{1R}$$

$$E_1 = 83,023 \left[\frac{MWh}{rok} \right] + 64,515 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_1 = 147,538 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

Redukcja zużycia energii elektrycznej przedstawia się następująco:

$$\Delta E = E_0 - E_1$$

$$\Delta E = 372,08 \left[\frac{MWh}{rok} \right] - 147,538 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

$$\Delta E = 224,542 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

4.3 ANALIZA EKOLOGICZNA

W chwili obecnej moc zakwalifikowanych do modernizacji opraw oświetleniowych na terenie Gminy Korycin wynosi 89,659 kW co przy 4150 godzinach działania urządzeń w skali roku daje nam 372,08 MWh zużytej energii elektrycznej. Ilość zużytej energii przekłada się na wielkość emisji szkodliwego dla środowiska dwutlenku węgla (CO₂). Emisja CO₂ odpowiadająca takiej ilości zużytej energii elektrycznej kształtuje się na poziomie 254,875 Mg. Do obliczeń użyto współczynnika emisji określonego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (publikacja na rok 2023) wynoszącego 0,685.

Poniżej przedstawiono wskaźniki emisji w [kg/MWh] dla odbiorców energii elektrycznej.

Dwutlenek węgla (CO₂)	685
Tlenki siarki (SO_x/SO₂)	0.436
Tlenki azotu (NO_x/NO₂)	0.456
Tlenek węgla (CO)	0.261
Pył całkowity	0.018

Redukcja emisji CO₂ przedstawiona została w tabeli poniżej.

Modernizacja				
Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii	Emisja CO ₂
-	[kW]	[h]	[MWh]	[Mg]
Przed modernizacją	89,659	4150	372,080	254,875
Po modernizacji	23,551	2190	64,515	44,193
	42,359	1960	83,023	56,871
Różnica		-	224,542	153,811
Redukcja emisji CO ₂ [%]				60,35

- Szacowany roczny spadek emisji gazów cieplarnianych wynosi **153,811 ton/ rok**.
- Stopień poprawy efektywności energetycznej wynosi **60,35 %**
- Stopień redukcji CO₂ w okresie trwałości modernizacji (10 lat) wynosi **1 538,11 Mg**

Redukcja emisji zanieczyszczeń przedstawiona została w tabeli poniżej.

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Przed modernizacją [kg]	Po Modernizacji [kg]	Redukcja [kg]
SO ₂	0,436	162,23	64,33	97,90
NO _x	0,456	169,67	67,28	102,39
CO	0,261	97,11	38,51	58,61
Pył Całkowity	0,018	6,70	2,66	4,04

5. WNIOSKI

Modernizacja oświetlenia ulicznego w Gminie Korycin zakłada uzyskanie redukcji emisji gazów cieplarnianych o 60,35 %. Redukcja zużycia energii w skali roku wyniesie 224,542 MWh, a roczny spadek emisji gazów cieplarnianych (CO₂) wyniesie 153,811 ton.

Rekomenduje się aby po modernizacji zweryfikować zapotrzebowanie na moc umowną dla każdej szafki oświetleniowej. Taka zmiana pozwoli osiągnąć dodatkowe oszczędności dla Gminy.