

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

OŚWIETLENIA ULICZNEGO



Przygotowany dla

Gminy Bogatynia

Opracowali:

Mariusz Staniek.....

Michał Halama.....

CIESZYN – 2020

Spis treści

1. Wprowadzenie	3
1.1. Cel przeprowadzania audytu energetycznego	3
1.2. Charakterystyka wariantów inwestycyjnych, stanowiących możliwe..... kierunki rozwoju systemu oświetlenia ulicznego	4
1.3. Charakterystyka przeprowadzonych analiz porównawczych.....	5
2. Analiza stanu oświetlenia na dzień audytu	6
3. Analiza inwentaryzacji opraw i słupów	7
4. Analiza inwentaryzacji punktów poboru energii i szafek sterujących SOU.....	9
5. Analiza techniczna dla trzech wariantów	9
5.1. Wariant I.....	12
5.2. Wariant II.....	14
5.3. Wariant III.....	17
6. Analiza ekonomiczna	19
6.1 Wariant I.....	20
6.2 Wariant II.....	21
6.3 Wariant III.....	23
7. Analiza typów opraw po modernizacji	24
8. Analiza oddziaływania na środowisko	26
8.1 Wariant I.....	27
8.2 Wariant II.....	27
8.3 Wariant III.....	28
9. Wnioski	29
10. Strategiczne cele audytu oświetlenia ulicznego.....	31
11. Analiza formalno-prawna	33
12. Akty prawne	35

Załączniki:

- nr 1 Obliczenia Fotometryczne
- nr 2 Zestawienie Tabelaryczne

1. Wprowadzenie

1.1. Cel przeprowadzania audytu energetycznego

Podstawowym celem przeprowadzenia audytu energetycznego jest przygotowanie zbiorczego zestawienia wyników analizy ekonomiczno - techniczno - środowiskowej dla obszaru Gminy Bogatynia w zakresie funkcjonującej przed i po (planowanej) modernizacji infrastruktury oświetleniowej. Jednocześnie audyt ten ma stanowić wsparcie w procesie zarządzania i podejmowania strategicznych decyzji odnośnie systemu oświetlenia ulicznego na terenie Gminy. Aby powyższe było możliwe, konieczne są do zrealizowania cele częściowe, którymi są:

1. Zinwentaryzowanie systemu oświetleniowego na terenie Gminy – inwentaryzacja systemu oświetleniowego na terenie Gminy Bogatynia pozwoli na dokładne określenie ilości i jakości punktów świetlnych należących do systemu. Będzie również podstawą do dalszej analizy. Bez inwentaryzacji niemożliwym byłoby na dalszym etapie projektu opracowania wariantów modernizacji instalacji. Dzięki szerokiemu podejściu do inwentaryzacji możliwe będzie również sprawdzenie dodatkowych elementów systemu – stanu opraw oraz słupów
2. Zbadanie możliwości ograniczenia kosztów eksploatacji systemu – analiza kosztów ponoszonych przez gminę na wydatki związane z oświetleniem oraz inwentaryzacja pozwoli na zaproponowanie modernizacji i zaplanowanie nowych inwestycji oświetleniowych na terenie Gminy.
3. Podniesienie efektywności systemu oświetlenia w Gminie Bogatynia – aspekt dotyczy kilku obszarów podnoszenia efektywności.

➡ Pierwszym z nich, wspomnianym wyżej, jest ograniczenie kosztów eksploatacji systemu, który wykazany zostanie szczegółowo w każdym z wariantów.

➡ Drugi to obszar związany z zastosowaniem nowoczesnych technologii. Obniżanie mocy instalowanych urządzeń oświetleniowych idące w parze z podnoszeniem jakości oświetlenia dróg przy zastosowaniu sprzętu o najlepszych parametrach użytkowych – zastosowanie diod LED.

➡ Trzeci wreszcie związany jest z podnoszeniem efektywności w zakresie ekologii i zmniejszania emisji dwutlenku węgla do atmosfery.

➡ Ostatni z obszarów to zmierzenie się z normami oświetleniowymi – analiza sytuacji obecnej oraz sprawdzenie różnych wariantów oświetleniowych pozwoli odpowiedzieć na pytanie czy możliwe jest spełnienie wymogów wynikających z norm, a jeśli tak to w jaki sposób można zaplanować taką modernizację systemu.

1.2. Charakterystyka wariantów inwestycyjnych, stanowiących możliwe

kierunki rozwoju systemu oświetlenia ulicznego

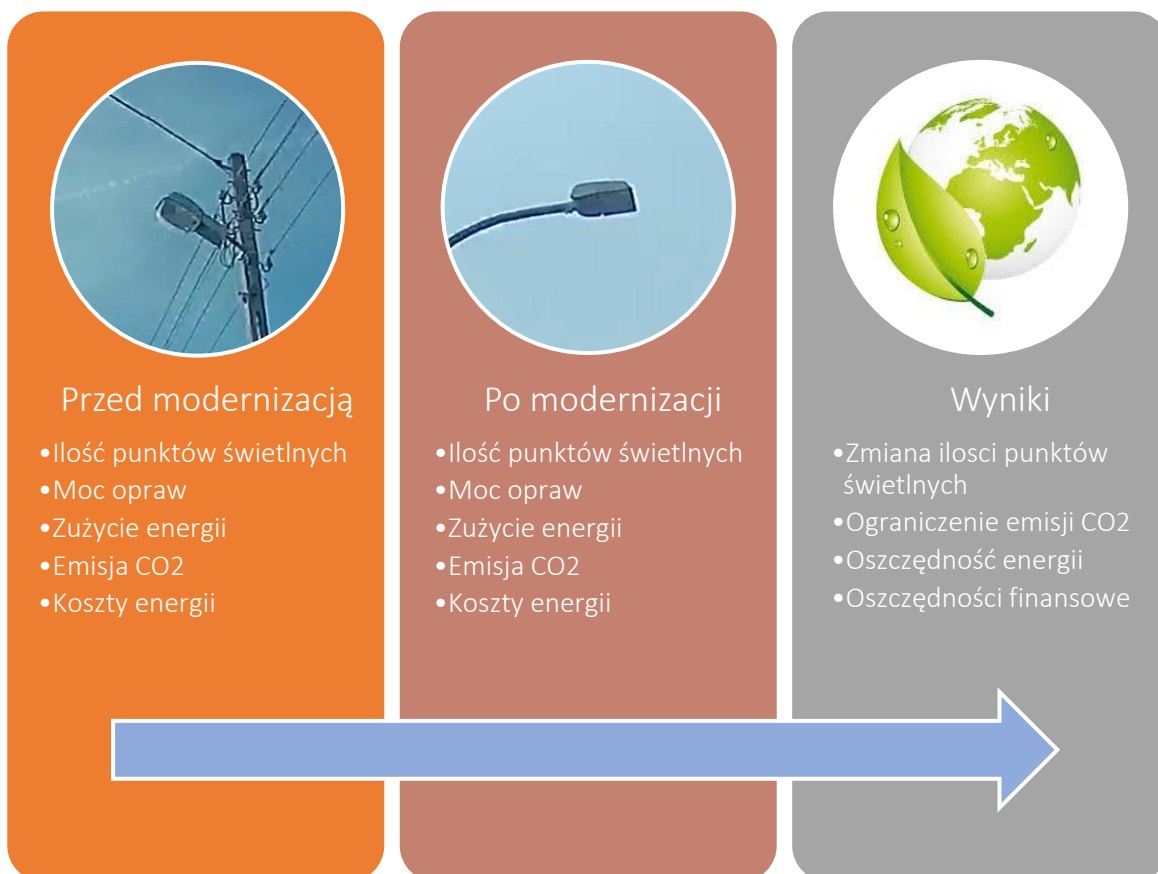
W ramach niniejszego audytu energetycznego przedstawione zostaną trzy różne warianty modernizacji systemu oświetlenia w gminie:

- I. Wymiana punktów świetlnych zgodnie z normą PN-EN 13201:2016 tam, gdzie jest to możliwe bez rozbudowy infrastruktury. W miejscach, gdzie nie ma takiej możliwości zakłada się dogęszczenie, lub zmianę wysokości podwieszenia oprawy. Uwzględniono zakres kwalifikowany do dofinansowania w ramach RPO WD 2014 – 2020.
- II. Dążenie do spełnienia normy oświetleniowej PN-EN 13201:2016 – ten wariant zakłada wymianę oświetlenia na nowe energooszczędne w technologii LED – podobnie jak w wariantcie I. Uwzględniono wymianę zużytej infrastruktury zasilającej oświetlenie.
- III. Dążenie do spełnienia normy oświetleniowej PN-EN 13201:2016 – ten wariant zakłada wymianę oświetlenia na nowe energooszczędne w technologii LED – podobnie jak w wariantcie II oraz wdrożenie systemu sterowania, zakładającego precyzyjne ustawienie współczynnika ściemniania.

Szczegółowe założenia każdego z wariantów opisane zostały w punkcie 5 niniejszego audytu energetycznego.

1.3. Charakterystyka przeprowadzonych analiz porównawczych

Przeprowadzona w ramach niniejszego opracowania wielowariantowa analiza porównawcza pozwoli uzyskać odpowiedź, w którym z ustalonych wariantów projektowych Gmina Bogatynia osiągnie największe zyski ekonomiczne przy jednoczesnym podniesieniu standardu funkcjonowania miejskiego systemu oświetlenia ulicznego. Na poniższym schemacie zilustrowano podstawową zasadę działania przeprowadzanej analizy. Widoczny schemat powtórzony zostanie dla



każdego wariantu projektowego niezależnie, a uzyskane wyniki podlegać będą szczegółowej analizie.

2. Analiza stanu oświetlenia na dzień audytu

Stan aktualny został określony na podstawie wizji lokalnych. Opracowaniu podlegał cały teren Gminy Bogatynia. Podczas prac terenowych zinwentaryzowano 3207 punkty świetlne oraz 2962 konstrukcje wsporcze. Wszystkie konstrukcje wsporcze jak i oprawy podlegały ocenie w sposób oględzin wizualnych.

Stan przeznaczonego do inwentaryzacji systemu oświetlenia ulicznego w mieście wymaga przeprowadzenia modernizacji, system jest energochłonny w złym stanie technicznym. Zdecydowana większość dróg publicznych jest oświetlona. Infrastruktura oświetleniowa zlokalizowana jest w miejscach gdzie występują zabudowania oraz wzdłuż głównych ciągów komunikacyjnych łączących Gminę Bogatynia z sąsiednimi gminami.

Poszczególne elementy systemu oświetleniowego tworzone i modernizowane były na przestrzeni ostatnich kilkunastu a nawet kilkudziesięciu lat. Aktualne wymogi normy oświetleniowej PN-EN 13201 są niezwykle restrykcyjne, nie można ich jednakże retroaktywnie odnosić do już istniejącego systemu, normy techniczne tak jak i normy prawne nie działają, bowiem wstecz, a jedynie przyszłościowo względem proponowanych rozwiązań.

Na terenie Gminy Bogatynia znajduje się również dedykowane oświetlenie dla przejść dla pieszych. Na dzień sporządzenia audytu nie ma potrzeby doświetlenia dodatkowych przejść dla pieszych oprawami dedykowanymi.

W dalszych punktach przedstawiono analizę stanu oświetlenia ulicznego na bazie stanu opraw, słupów i szafek oświetleniowych.

W poniższej tabeli przedstawiono zakres inwentaryzacji z podziałem na Miejscowości.

Miejscowość	Ilość Opraw
Białopole	5
Bogatynia	2140
Bogatynia Trzciniec	19
Bratków	48
Działoszyn	180
Jasna Góra	53
Kopaczów	68
Krzewina	74
Lutogniewice	92
Opolno Zdrój	97
Porajów	188
Posada	78
Sieniawka	134
Wyszków	31
Łącznie	3207

3. Analiza inwentaryzacji opraw i słupów

Na podstawie specyfikacji inwentaryzacyjnej stwierdzono, że istniejące oświetlenie uliczne oparte jest na źródłach światła wg typu:

➡ LED o mocy 29W	13 szt.
➡ LED o mocy 45W	1 szt.
➡ LED o mocy 55W	4 szt.
➡ LED o mocy 57W	1 szt.
➡ LED o mocy 90W	2 szt.
➡ Sodowa o mocy 60W	51 szt.
➡ Sodowa o mocy 80W	648 szt.
➡ Sodowa o mocy 115W	31 szt.
➡ Sodowa o mocy 165W	1725 szt.
➡ Sodowa o mocy 250W	1 szt.
➡ Sodowa o mocy 265W	452 szt.
➡ Sodowa o mocy 430W	23 szt.

- ➔ Sodowa o mocy 440W 1 szt.
- ➔ Rtęciowa o mocy 140W 254 szt.

W kwestii konstrukcji wsporczych, na terenie Bogatyni znajdują się aż dziesięć typów słupów na których znajduje się infrastruktura oświetleniowa. Poniższa tabela przedstawia rozkład ilościowy z uwzględnieniem typu linii na konstrukcji wsporczej.

Rodzaj Słupa	Rodzaj Linii		Łącznie
	kablowa	napowietrzna	
aluminiowy	70		70
betonowy	46	3	49
drewniany		5	5
kratownica		15	15
kompozytowy	21		21
aluminiowy stylowy	64		64
stalowy	2331	17	2348
stalowy stylowy	77		77
wirowany	2	115	117
ŻN		196	196
Łącznie	2611	351	2962

Większość opraw znajduje się na sieci kablowej. Dodatkowo 13 opraw podwieszonych jest na elewacjach budynków.

Stan słupów rozpatrywano w kategoriach:

- a) Dobry – bez oznak zużycia, śladowe ilości korozji lub jej brak
- b) Zły – obudowa porysowana, ze śladami korozji, przekrzywione wymagane pionowania
- c) Do wymiany – liczne ubytki w konstrukcji, mocno skorodowany, uszkodzony, brak możliwości naprawy

Spośród wszystkich konstrukcji wsporczych zakwalifikowano do wymiany 473 sztuki słupów. Ich lista, wraz z propozycją rodzaju i wysokości nowego słupa znajduje się w załączniku nr 2 – zestawienie tabelaryczne.

Na etapie opracowywania dokumentacji projektowej należy wskazać jednolity sposób oznakowania.

4. Analiza inwentaryzacji punktów poboru energii i szafek sterujących SOU

Przeprowadzona inwentaryzacja wykazała, iż wszystkie układy pomiarowe są układami pomiarowymi bezpośrednimi, nie ma, więc konieczności dostosowywania ich do wymogów prawnych związanych z uwolnieniem rynku energii. Odczytów zapisów z liczników dokonuje zakład energetyczny Tauron Dystrybucja.

W przypadku stwierdzenia przez zakład energetyczny, że w danym PPE przekroczono limit dla energii biernej po przeprowadzonej modernizacji, należy zamontować kompensatory mocy biernej. Konieczność montażu kompensatora uwarunkowana jest od opłacalności montażu, w stosunku do kwoty pobieranej przez zakład energetyczny.

Obecnie nie stwierdzono złego doboru mocy umownych do aktualnego zapotrzebowania. Po modernizacji należy przeprowadzić pomiary obciążeniowe, opisane w dokumentacji powykonawczej, w celu dostosowania zamówionych mocy umownych.

Na terenie Gminy sterowanie oświetleniem realizowane jest za pomocą czujników zmierzchowych, oraz w poszczególnych przypadkach, przez zegary astronomiczne. W przypadku wdrożenia inteligentnego systemu sterowania, funkcję zarządzania przejmują sterowniki. W takim przypadku nie ma potrzeby ingerowania w modernizację istniejących układów pomiarowo – sterowniczych.

5. Analiza techniczna dla trzech wariantów

Analiza dotyczy jedynie infrastruktury zakwalifikowanej do wymiany jako koszt kwalifikowany zgodnie z programem RPO WD 2014-2020, docelowo każda kompleksowa modernizacja oświetlenia ulicznego dąży do wymiany opraw na nowe, bardziej energooszczędne.

Poniżej w tabeli przedstawiono stan oświetlenia zakwalifikowany do modernizacji w ramach wariantu I. Obejmuje on wymianę 2900 sztuk istniejących opraw. Szczegółowy opis wariantów znajduje się w kolejnych punktach audytu.

<i>MOC OPRAWY [W]</i>	<i>ILOŚĆ</i>	<i>Moc systemu [kW]</i>
29	13	0,377

45	1	0,045
55	4	0,220
57	1	0,057
60	30	1,800
80	460	36,800
90	2	0,180
115	30	3,450
140	200	28,000
165	1688	278,520
250	1	0,250
265	446	118,190
430	23	9,890
440	1	0,440
Suma	2 900	478,219

Gmina Bogatynia posiada już oprawy nowe typu Led, których wymiana nie przyniesie efektu obniżenia zużycia energii elektrycznej i co za tym idzie nie zmniejszy emisji CO₂. Jednakże znajdują się również stare oprawy typu LED, które ze względu na zaawansowany stopień zużycia źródła światła, zakwalifikowano do wymiany. W większości przypadków wymianie podlegać będą stare oprawy sodowe i rtęciowe, oświetlające ciągi komunikacyjne, dla których zostaną spełnione wymagania normy PN-EN 13201:2016 po modernizacji.

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].

Dane odnośnie uzyskanych mocy opraw po modernizacji oświetlenia ulicznego, uzyskano z obliczeń fotometrycznych – dołączonych w załączniku nr 1 do Audytu. Istniejące oświetlenie podzielono na grupy opraw, które stanowią konkretną sytuację oświetleniową. Każda z sytuacji posiada

parametry: drogi, zawieszenia oprawy, odległości między oprawami itd. W wyniku takiego grupowania wyszczególniono 80 sytuacji oświetleniowych dla których przypisano oprawę uzyskaną z obliczeń fotometrycznych. Obliczenia fotometryczne potwierdzają fakt spełnienia normy oświetleniowej PN-EN 13201:2016.

5.1. Wariant I

Wariant ten zakłada wymianę opraw na istniejących konstrukcjach wsporczych zgodnie z obliczeniami fotometrycznymi. Wymiana opraw sodowych, rtęciowych i zużytych ledowych na nowoczesne energooszczędne oprawy typu Led. Liczbę opraw zakwalifikowanych określono na 2900 sztuk. Poniższa tabela przedstawia ilości opraw wybranych dla wariantu I.

Miejscowość	Ilość Opraw	
	Demontowanych	Montowanych
Białopole	5	3
Bogatynia	1855	1801
Bogatynia Trzciniec	19	19
Bratków	48	47
Działoszyn	180	180
Jasna Góra	53	53
Kopaczów	68	82
Krzewina	74	75
Lutogniewice	92	91
Opolno Zdrój	97	97
Porajów	166	163
Posada	78	78
Sieniawka	134	156
Wyszków	31	31
Łącznie	2900	2876

Przy realizacji zadania określono szereg elementów wchodzących w zakres prac. W pierwszej kolejności należy zrealizować prace demontażowe, które obejmują:

- demontaż 2900 sztuk istniejących opraw (w tym 2805 sztuk źródeł światła wraz z całym kloszem, oraz 95 sztuk samych źródeł światła z zapłonnikami)
- demontaż 349 sztuk słupów.
- demontaż 873 sztuk wysięgników

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

- montaż 2876 sztuk opraw Led (w tym 2781 sztuk źródeł światła wraz z całym kloszem, oraz 95 sztuk samych modułów LED)
- montaż 387 sztuk słupów, wraz z wymianą okablowania.

- montaż 371 sztuk wysięgników

Wariant ten nie zakłada zastosowanie systemu zarządzania oświetleniem ulicznym.

Poniżej przedstawiono moce i ilości opraw po modernizacji:

MOC OPRAWY [W]	IŁOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista [kW]
21	109	2,289
22	265	5,830
31	345	10,695
42	283	11,886
30,5	112	3,416
28	782	21,896
36	308	11,088
48	7	0,336
49	146	7,154
53	303	16,059
62	121	7,502
50	95	4,750
SUMA	2876	102,901

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

$$E_0 = 478,219 * 4150 / 1000 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 1\,984,60885 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

Dla wariantu pierwszego:

$$E_1 = 102,901 * 4150 / 1000 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_1 = 427,03915 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

Redukcja zużycia energii elektrycznej przedstawia się następująco:

Wariant I			
Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii
-	[kW]	[h]	[MWh]
Przed modernizacją	478,219	4150	1 984,60885
Po modernizacji	102,901	4150	427,03915
Różnica	-375,318	-	-1 557,56970

5.2. Wariant II

Wariant ten zakłada wymianę opraw na istniejących konstrukcjach wsporczych zgodnie z obliczeniami fotometrycznymi. Wymiana opraw sodowych, rtęciowych i zużytych ledowych na nowoczesne energooszczędne oprawy typu Led. Liczbę opraw zakwalifikowanych określono na 2900 sztuk. Poniższa tabela przedstawia ilości opraw wybranych dla wariantu II.

Miejscowość	Ilość Opraw	
	Demontowanych	Montowanych
Białopole	5	3
Bogatynia	1855	1801
Bogatynia Trzciniec	19	19
Bratków	48	47
Działoszyn	180	180
Jasna Góra	53	53
Kopaczów	68	82
Krzewina	74	75
Lutogniewice	92	91
Opolno Zdrój	97	97
Porajów	166	163
Posada	78	78
Sieniawka	134	156

Wyszków	31	31
Łącznie	2900	2876

Przy realizacji zadania określono szereg elementów wchodzących w zakres prac. W pierwszej kolejności należy zrealizować prace demontażowe, które obejmują:

- demontaż 2900 sztuk istniejących opraw (w tym 2805 sztuk źródeł światła wraz z całym kloszem, oraz 95 sztuk samych źródeł światła z zapłonnikami)
- demontaż 349 sztuk słupów.
- demontaż 873 sztuk wysięgników

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

- montaż 2876 sztuk opraw Led (w tym 2781 sztuk źródeł światła wraz z całym kloszem, oraz 95 sztuk samych modułów LED)
- montaż 387 sztuk słupów, wraz z wymianą okablowania.
- montaż 371 sztuk wysięgników
- zaproponowano wymianę kabla oświetleniowego na drodze wojewódzkiej nr 352. łączna długość modernizowanego kabla wynosi 1970 metrów. Jego wymiana konieczna jest ze względu na bardzo zły stan na danym odcinku.
- dodatkowo zaproponowano wymianę 8130 metrów przewodów linii napowietrznej na nowe izolowane przewody typu AsXSn.

Wariant ten nie zakłada zastosowanie systemu zarządzania oświetleniem ulicznym.

Poniżej przedstawiono moce i ilości opraw po modernizacji:

MOC OPRAWY [W]	IŁOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista [kW]
21	109	2,289
22	265	5,830
31	345	10,695
42	283	11,886
30,5	112	3,416

28	782	21,896
36	308	11,088
48	7	0,336
49	146	7,154
53	303	16,059
62	121	7,502
50	95	4,750
SUMA	2876	102,901

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

$$E_0 = 478,219 * 4150 / 1000 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 1\,984,60885 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

Dla wariantu drugiego:

$$E_2 = 102,901 * 4150 / 1000 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_2 = 427,03915 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

Redukcja zużycia energii elektrycznej przedstawia się następująco:

Wariant II			
Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii
-	[kW]	[h]	[MWh]
Przed modernizacją	478,219	4150	1984,60885
Po modernizacji	102,901	4150	427,03915
Różnica	-375,318	-	-1557,56970

5.3. Wariant III

Wariant ten zakłada wymianę opraw na istniejących konstrukcjach wsporczych zgodnie z obliczeniami fotometrycznymi. Wymiana opraw sodowych, rtęciowych i zużytych ledowych na nowoczesne energooszczędne oprawy typu Led. Liczbę opraw zakwalifikowanych określono na 2900 sztuk. Poniższa tabela przedstawia ilości opraw wybranych dla wariantu II.

Miejscowość	Ilość Opraw	
	Demontowanych	Montowanych
Białopole	5	3
Bogatynia	1855	1801
Bogatynia Trzciniec	19	19
Bratków	48	47
Działoszyn	180	180
Jasna Góra	53	53
Kopaczów	68	82
Krzewina	74	75
Lutogniewice	92	91
Opolno Zdrój	97	97
Porajów	166	163
Posada	78	78
Sieniawka	134	156
Wyszków	31	31
Łącznie	2900	2876

Przy realizacji zadania określono szereg elementów wchodzących w zakres prac. W pierwszej kolejności należy zrealizować prace demontażowe, które obejmują:

- demontaż 2900 sztuk istniejących opraw (w tym 2805 sztuk źródeł światła wraz z całym kloszem, oraz 95 sztuk samych źródeł światła z zapłonnikami)
- demontaż 349 sztuk słupów.
- demontaż 873 sztuk wysięgników

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

- montaż 2876 sztuk opraw Led (w tym 2781 sztuk źródeł światła wraz z całym kloszem, oraz 95 sztuk samych modułów LED)
- montaż 387 sztuk słupów, wraz z wymianą okablowania.
- montaż 371 sztuk wysięgników
- zaproponowano wymianę kabla oświetleniowego na drodze wojewódzkiej nr 352. łączna długość modernizowanego kabla wynosi 1970 metrów. Jego wymiana konieczna jest ze względu na bardzo zły stan na danym odcinku.
- dodatkowo zaproponowano wymianę 8130 metrów przewodów linii napowietrznej na nowe izolowane przewody typu AsXSn.

Wariant ten zakłada zastosowanie systemu zarządzania oświetleniem ulicznym. W ramach systemu należy zamontować 2876 sterowników do nowych opraw oświetleniowych. W szafkach oświetleniowych należy zamontować sterowniki, oraz 4 stacje bazowe

Poniżej przedstawiono moce i ilości opraw po modernizacji:

MOC OPRAWY [W]	IŁOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista [kW]
21	109	2,289
22	265	5,830
31	345	10,695
42	283	11,886
30,5	112	3,416
28	782	21,896
36	308	11,088
48	7	0,336
49	146	7,154
53	303	16,059
62	121	7,502
50	95	4,750
SUMA	2876	102,901

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

$$E_0 = 478,219 * 4150 / 1000 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_0 = 1\,984,60885 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

Dla wariantu trzeciego:

$$E_3 = 102,901 * 4150 / 1000 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

$$E_3 = 427,03915 \left[\frac{MWh}{rok} \right]$$

Redukcja zużycia energii elektrycznej przedstawia się następująco:

Wariant II			
Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii
-	[kW]	[h]	[MWh]
Przed modernizacją	478,219	4150	1984,60885
Po modernizacji	102,901	4150	341,63132*
Różnica	-375,318	-	-1642,97753

*uwzględniono system sterowania w wykorzystaniem redukcji mocy w oprawach, która powoduje redukcję zużycia energii, zgodnie z harmonogramem, o 40% w godzinach późnonocnych, co przekłada się na oszczędności zużycia energii w skali roku (tj. 4150 h świecenia opraw) o 20%.

Zużycie energii po modernizacji:

$$\text{Moc} * \text{Czas świecenia} * \text{redukcja systemu sterowania} = 102,901 * 4150 * 0,8 = 341,63132 \text{ [MWh]}$$

6. Analiza ekonomiczna

Inwestycja w oświetlenie uliczne zawsze przynosi wymierne korzyści dla Gminy. Obecne oświetlenie, charakteryzuje się dużą energochłonnością. Stan obecny zakwalifikowanych opraw i ich wpływ na roczne koszty kształtuje się następująco.

Stan przed modernizacją:

Przed modernizacją										
Moc umowna [kW]	Taryfa	Czas	Zużycie Energii [kWh]	Energia	Sieciowa	Jakościowa	Przejęciowa	Dys. Stała	Abonamentowa	
-	Dzienna	4150 h	793843,54	0,599	0,14980 zł	0,0014 zł	-	-		2,28 zł
-	Nocna	4150 h	1190765,31	0,357	0,12160 zł	0,0014 zł	-	-		
1700	C12	12 mies	1984608,85	-	-	-	0,08 zł	3,07 zł		
Koszt roczny				900 615,50 zł	263 714,82 zł	2 758,61 zł	1 632,00 zł	62 628,00 zł	1 094,40 zł	
									1 232 443,33 zł	1 515 905,29 zł

Średnioważona cena MWh	763,83 zł
------------------------	-----------

Przygotowano szacunkowe symulacje rocznych oszczędności i kosztów inwestycyjnych dla każdego z wariantów.

6.1 Wariant I

Dla wariantu I określono spadki zużycia energii elektrycznej i wynikające z tego tytułu roczne koszty za oświetlenie uliczne, dla modernizowanego zakresu. Poniższa analiza przedstawia rozkład kosztów po modernizacji.

Wariant I											
Moc umowna [kW]	Taryfa	Czas	Zużycie Energii [kWh]	Energia	Sieciowa	Jakościowa	Przejściowa	Dys. Stała	Abonamentowa	Netto	Brutto
-	Dzienna	4150 h	170815,66	0,599	0,14980 zł	0,0014 zł	-	-	2,28 zł		
-	Nocna	4150 h	256223,49	0,357	0,12160 zł	0,0014 zł	-	-			
1700	C12	12 mies	427039,15	-	-	-	0,08 zł	3,07 zł			
Koszt roczny				193 790,37 zł	56 744,96 zł	593,58 zł	1 632,00 zł	62 628,00 zł	1 094,40 zł	316 483,31 zł	389 274,47 zł

Średnioważona cena MWh	911,57 zł
-------------------------------	------------------

Średnioważona cena MWh wzrosła, ponieważ nie zmieniono kosztów stałych.

Roczne oszczędności z tytułu wymiany opraw energochłonnych wg. Wariantu I wynoszą:

$$1\ 515\ 905,29\ \text{zł} - 389\ 274,47\ \text{zł} = 1\ 126\ 630,82\ \text{zł rocznie.}$$

Koszty inwestycyjne kształtują się następująco:

Lp.	Wyszczególnienie	Netto	Brutto
1	Roboty ziemne/wykopy	183 529,84 zł	225 741,70 zł
2	Montaż izolowane złącz bezpiecznikowych z uchwyty na linii napowietrznej	70 751,50 zł	87 024,35 zł
3	Montaż i stawianie słupów oświetleniowych o masie do 10 kg z fundamentem	515 006,57 zł	633 458,08 zł
4	Montaż wysięgników rurowych o masie do 15 kg	84 214,41 zł	103 583,72 zł
5	Montaż przewodów do opraw oświetleniowych	367 588,62 zł	452 134,00 zł
6	Montaż opraw oświetlenia zewnętrznego na wysięgniku	2 372 719,39 zł	2 918 444,85 zł
7	Tablica bezpiecznikowa wnękowa	321 000,85 zł	394 831,05 zł
8	Szafka SOU	348 196,24 zł	428 281,38 zł
9	Malowanie słupów i oznakowań	10 307,46 zł	12 678,18 zł
10	Wykonanie tablic informacyjno-pamiątkowych	11 036,30 zł	13 574,65 zł
11	Pomiary sprawności linii kablowej	87 914,68 zł	108 135,06 zł
12	Zajęcie pasa drogowego	2 500,00 zł	3 075,00 zł
13	Wyłączenia i dopuszczenia	14 000,00 zł	17 220,00 zł
14	Dokumentacja powykonawcza	5 000,00 zł	6 150,00 zł
15	Demontaż słupów oświetleniowych	52 496,58 zł	64 570,79 zł
16	Demontaż szafek oświetleniowych SOK	2 285,08 zł	2 810,65 zł
17	Demontaż wysięgników	53 916,48 zł	66 317,27 zł
18	Demontaż opraw	237 779,85 zł	292 469,22 zł
19	Demontaż przewodów izolowanych w słupach	276 966,89 zł	340 669,27 zł
20	Demontaż złącz bezpiecznikowych	32 728,88 zł	40 256,52 zł
23	Nadzór inwestorski	129 798,13 zł	159 651,70 zł
24	Łącznie	5 179 737,75 zł	6 371 077,43 zł

Dla Wariantu I sumaryczne koszty eksploatacji kształtują się jak w tabeli poniżej. W przypadku Kosztów inwestycyjnych wpisano kwoty jakie gmina poniesie, pomniejszając o kwotę dotacji.

Wariant I	Przed modernizacją	Po modernizacji		
		Dotacja 0 %	Dotacja 75 %	Dotacja (75 % bez VAT)
Łączne koszty inwestycyjne	- zł	6 371 077,43 zł	1 592 769,36 zł	2 486 274,12 zł
SUMARYCZNE KOSZTY DYSTRYBUCJI I ENERGII EL.	1 515 905,29 zł	389 274,47 zł	389 274,47 zł	389 274,47 zł

Prosty okres zwrotu	5,65	1,41	2,21
---------------------	------	------	------

Lata kalendarzowe	6	2	3
-------------------	---	---	---

6.2 Wariant II

Dla wariantu II określono spadki zużycia energii elektrycznej i wynikające z tego tytułu roczne koszty za oświetlenie uliczne, dla modernizowanego zakresu. Poniższa analiza przedstawia rozkład kosztów po modernizacji.

Wariant II											
Moc umowna [kW]	Taryfa	Czas	Zużycie Energii [kWh]	Energia	Sieciowa	Jakościowa	Przejęciowa	Dys. Stała	Abonamentowa	Netto	Brutto
-	Dzienna	4150 h	170815,66	0,599	0,14980 zł	0,0014 zł	-	-	2,28 zł		
-	Nocna	4150 h	256223,49	0,357	0,12160 zł	0,0014 zł	-	-			
1700	C12	12 mies	427039,15	-	-	-	0,08 zł	3,07 zł			
Koszt roczny				193 790.37 zł	56 744.96 zł	593.58 zł	1 632.00 zł	62 628.00 zł	1 094.40 zł	316 483.31 zł	389 274.47 zł

Średnioważona cena MWh	911,57 zł
-------------------------------	------------------

Średnioważona cena MWh wzrosła, ponieważ nie zmieniono kosztów stałych.

Roczne oszczędności z tytułu wymiany opraw energochłonnych wg. Wariantu II wynoszą:

1 515 905,29 zł - 389 274,47 zł = 1 126 630,82 zł rocznie.

Koszty inwestycyjne kształtują się następująco:

Lp.	Wyszczególnienie	Netto	Brutto
1	Roboty ziemne/wykopy	183 529,84 zł	225 741,70 zł
2	Montaż izolowane złącza bezpiecznikowe z uchwytami na linii napowietrznej	70 751,50 zł	87 024,35 zł
3	Montaż i stawianie słupów oświetleniowych o masie do 10 kg z fundamentem	515 006,57 zł	633 458,08 zł
4	Montaż wysięgników rurowych o masie do 15 kg	84 214,41 zł	103 583,72 zł
5	Montaż przewodów do opraw oświetleniowych	367 588,62 zł	452 134,00 zł
6	Montaż opraw oświetlenia zewnętrznego na wysięgniku	2 372 719,39 zł	2 918 444,85 zł
7	Tablica bezpiecznikowa wnąkowa	321 000,85 zł	394 831,05 zł
8	Szafka SOU	348 196,24 zł	428 281,38 zł
9	Malowanie słupów i oznakowań	10 307,46 zł	12 678,18 zł
10	Wykonanie tablic informacyjno-pamiątkowych	11 036,30 zł	13 574,65 zł
11	Pomiary sprawności linii kablowej	87 914,68 zł	108 135,06 zł
12	Zajęcie pasa drogowego	2 500,00 zł	3 075,00 zł
13	Wyłączenia i dopuszczenia	14 000,00 zł	17 220,00 zł
14	Dokumentacja powykonawcza	5 000,00 zł	6 150,00 zł
15	Demontaż słupów oświetleniowych	52 496,58 zł	64 570,79 zł
16	Demontaż szafek oświetleniowych SOK	2 285,08 zł	2 810,65 zł
17	Demontaż wysięgników	53 916,48 zł	66 317,27 zł
18	Demontaż opraw	237 779,85 zł	292 469,22 zł
19	Demontaż przewodów izolowanych w słupach	276 966,89 zł	340 669,27 zł
20	Demontaż złącz bezpiecznikowych	32 728,88 zł	40 256,52 zł
21	Wymiana kabla wraz z robotami ziemnymi	177 215,26 zł	217 974,77 zł
22	Wymiana przewodu na linii napowietrznej	78 387,92 zł	96 417,14 zł
25	Nadzór inwestorski	129 798,13 zł	159 651,70 zł
26	Łącznie	5 435 340,93 zł	6 685 469,34 zł

Dla Wariantu II sumaryczne koszty eksploatacji kształtują się jak w tabeli poniżej. W przypadku Kosztów inwestycyjnych wpisano kwoty jakie gmina poniesie, pomniejszając o kwotę dotacji.

Wariant II	Przed modernizacją	Po modernizacji		
		Dotacja 0 %	Dotacja 75 %	Dotacja (75 % bez VAT)
Łączne koszty inwestycyjne	- zł	6 685 469,34 zł	1 671 367,34 zł	2 608 963,65 zł
SUMARYCZNE KOSZTY DYSTRYBUCJI I ENERGII EL.	1 515 905,29 zł	389 274,47 zł	389 274,47 zł	389 274,47 zł

Prosty okres zwrotu	5,93	1,48	2,32
---------------------	------	------	------

Lata kalendarzowe	6	2	3
-------------------	---	---	---

6.3 Wariant III

Dla wariantu III określono spadki zużycia energii elektrycznej i wynikające z tego tytułu roczne koszty za oświetlenie uliczne, dla modernizowanego zakresu. Poniższa analiza przedstawia rozkład kosztów po modernizacji.

Wariant III											
Moc umowna [kW]	Taryfa	Czas	Zużycie Energii [kWh]	Energia	Sieciowa	Jakościowa	Przejęciowa	Dys. Stała	Abonamentowa	Netto	Brutto
-	Dzienna	4150 h	136652,53	0,599	0,14980 zł	0,0014 zł	-	-	2,28 zł		
-	Nocna	4150 h	204978,79	0,357	0,12160 zł	0,0014 zł	-	-			
1700	C12	12 mies	341631,32	-	-	-	0,08 zł	3,07 zł			
Koszt roczny				155 032,29 zł	45 395,97 zł	474,87 zł	1 632,00 zł	62 628,00 zł	1 094,40 zł	266 257,53 zł	327 496,76 zł

Średnioważona cena MWh	958,63 zł
-------------------------------	------------------

Średnioważona cena MWh wzrosła, ponieważ nie zmieniono kosztów stałych.

Roczne oszczędności z tytułu wymiany opraw energochłonnych wg. Wariantu III wynoszą:

1 515 905,29 zł - 327 496,76 zł = 1 188 408,53 zł rocznie.

Koszty inwestycyjne kształtują się następująco:

Lp.	Wyszczególnienie	Netto	Brutto
1	Roboty ziemne/wykopy	183 529,84 zł	225 741,70 zł
2	Montaż izolowane złącza bezpiecznikowe z uchwytyami na linii napowietrznej	70 751,50 zł	87 024,35 zł
3	Montaż i stawianie słupów oświetleniowych o masie do 10 kg z fundamentem	515 006,57 zł	633 458,08 zł
4	Montaż wysięgników rurowych o masie do 15 kg	84 214,41 zł	103 583,72 zł
5	Montaż przewodów do opraw oświetleniowych	367 588,62 zł	452 134,00 zł
6	Montaż opraw oświetlenia zewnętrznego na wysięgniku	2 372 719,39 zł	2 918 444,85 zł
7	Tablica bezpiecznikowa wnękowa	321 000,85 zł	394 831,05 zł
8	Szafka SOU	348 196,24 zł	428 281,38 zł
9	Malowanie słupów i oznakowań	10 307,46 zł	12 678,18 zł
10	Wykonanie tablic informacyjno-pamiątkowych	11 036,30 zł	13 574,65 zł
11	Pomiary sprawności linii kablowej	87 914,68 zł	108 135,06 zł
12	Zajęcie pasa drogowego	2 500,00 zł	3 075,00 zł
13	Wyłączenia i dopuszczenia	14 000,00 zł	17 220,00 zł
14	Dokumentacja powykonawcza	5 000,00 zł	6 150,00 zł
15	Demontaż słupów oświetleniowych	52 496,58 zł	64 570,79 zł
16	Demontaż szafek oświetleniowych SOK	2 285,08 zł	2 810,65 zł
17	Demontaż wysięgników	53 916,48 zł	66 317,27 zł
18	Demontaż opraw	237 779,85 zł	292 469,22 zł
19	Demontaż przewodów izolowanych w słupach	276 966,89 zł	340 669,27 zł
20	Demontaż złącz bezpiecznikowych	32 728,88 zł	40 256,52 zł
21	Wymiana kabla wraz z robotami ziemnymi	177 215,26 zł	217 974,77 zł

22	Wymiana przewodu na linii napowietrznej	78 387,92 zł	96 417,14 zł
23	Montaż sterownika oprawy oświetleniowej	1 064 493,88 zł	1 309 327,47 zł
24	Montaż sterowników do istn. szafek oświetleniowych	142 755,60 zł	175 589,39 zł
25	Montaż stacji bazowej systemu sterowania	176 998,72 zł	217 708,43 zł
26	Serwer wraz z oprogramowaniem	21 580,00 zł	26 543,40 zł
29	Nadzór inwestorski	129 798,13 zł	159 651,70 zł
30	Łącznie	6 841 169,13 zł	8 414 638,03 zł

Dla Wariantu III sumaryczne koszty eksploatacji kształtują się jak w tabeli poniżej. W przypadku Kosztów inwestycyjnych wpisano kwoty jakie gmina poniesie, pomniejszając o kwotę dotacji.

Wariant III	Przed modernizacją	Po modernizacji		
		Dotacja 0 %	Dotacja 75 %	Dotacja (75 % bez VAT)
Łączne koszty inwestycyjne	- zł	8 414 638,03 zł	2 103 659,51 zł	3 283 761,18 zł
SUMARYCZNE KOSZTY DYSTRYBUCJI I ENERGII EL.	1 515 905,29 zł	327 496,76 zł	327 496,76 zł	327 496,76 zł

Prosty okres zwrotu	7,08	1,77	2,76
---------------------	------	------	------

Lata kalendarzowe	8	2	3
-------------------	---	---	---

7. Analiza typów oprav po modernizacji

Do oświetlenia dobrano oprawy ze źródłem światła LED o parametrach technicznych:

- Do oświetlenia ulicznego zaprojektowano oprawy oświetleniowe wykonane w technologii LED.
- Oprawy wyposażone w wysokowydajny system chłodzenia.
- Napięcie pracy – 230V/50Hz.
- Oprawy z układem zasilającym umożliwiającym współpracę z ustalonymi harmonogramami redukcji mocy, zaprogramowanymi w systemie sterowania.
- Diody wysterowane prądem nie większym niż: 700mA.
- Wymagana 10 letnia gwarancja producenta oprawy na wszystkie elementy.
- Oprawę, moduł oświetleniowy należy doposażyć w sterownik, niezbędny do prawidłowego działania systemu sterowania w celu zapewnienia wszystkich funkcjonalności. **Dla mocy znamionowej $\cos \phi \geq 0,93$.**

Wymagana funkcjonalność - system sterowania

- System sterowania musi umożliwiać wgrywanie, aktualizację i zmianę rocznych schematów redukcji (harmonogramów) strumienia świetlnego i mocy każdej sterowanej oprawy (każdej z osobna, jak również w grupie opraw), które umożliwią dopasowanie pracy opraw do dni charakterystycznych w tygodniu/roku (takich jak dzień roboczy, dzień wolny, święto) oraz miejsca ich lokalizacji.
- Urządzenia sterujące (sterowniki) muszą zapamiętać zaprogramowane schematy redukcji strumienia świetlnego i mocy i realizować schematy redukcji nawet w przypadku awarii Systemu Sterowania lub braku komunikacji z System Sterowania.
- Praca Urządzeń sterujących (sterowników) oprawy ma być synchronizowana z zewnętrznego źródła czasu, tak aby żądane zmiany natężenia oświetlenia i mocy odbywały się jednocześnie we wszystkich oprawach.
- System sterowania za pośrednictwem Urządzeń sterujących musi rejestrować, kontrolować i prezentować w formie raportów tabelarycznych (z podziałem na dni/miesiące/rok dla każdej oprawy z osobna) czas świecenia każdej oprawy.
- System sterowania musi kontrolować działanie opraw, rejestrować i powiadamiać użytkownika (w formie raportów wysyłanych na adresy email wskazane przez Zamawiającego) o oprawach niedziałających/wyłączonych/uszkodzonych.
- System sterowania musi prezentować automatycznie poszczególne oprawy oświetleniowe oraz zegary astronomiczne na mapie przestrzennej zgodnie z ich współrzędnymi geograficznymi ustalonymi za pośrednictwem zainstalowanego w każdym sterowniku, zegarze lokalizatora GPS.
- System sterowania musi posiadać polski i angielski język interfejsu użytkownika.
- System sterowania musi być dostępny z komputera wyposażonego w przeglądarkę internetową i posiadającego dostęp do Intranetu Zamawiającego (sieci wewnętrznej) poprzez wprowadzenie loginu i hasła. Komunikacja z Systemem sterowania musi odbywać się za pośrednictwem szyfrowanego połączenia.
- System sterowania musi być tzw. „otwarty”, czyli umożliwiać współpracę z różnymi typami i modelami opraw (wyposażonych w wyjście zewnętrzne typu Nema Socket 7 pin lub Zhaga (lub inne równoważne)) umożliwiające dostęp do interfejsu DALI (lub równoważnego interfejsu) oraz z uwagi na zapewnienie pełnej komunikacji innych systemów sterowania oświetlenia ulicznego oraz innych systemów nadrzędnych, które mogą w przyszłości być dostarczone do Zamawiającego w kolejnych inwestycjach, Wykonawca musi dla instalowanego systemu sterowania udostępnić - API (ang. application programming

interface) – interfejs programisty - zgodne z architekturą REST (ang. Representational State Transfer) wraz z kompletną dokumentacją API, która zapewni pełną dwukierunkową komunikację określoną w pkt. 1-6 „Wymagania funkcjonalność - system sterowania”.

Udostępnione API (interfejs programisty) będzie przetestowane przez Zamawiającego przed podpisaniem końcowego protokołu odbioru w zakresie wymaganej funkcjonalności.

- W przypadku braku dostępu do systemu sterowania (np. braku komunikacji, awarii serwera, itp.) infrastruktura oświetlenia ulicznego musi nadal działać zapewniając ciągłość świecenia w każdej lokalizacji. Przed odbiorem końcowym Wykonawca przeprowadzi stosowne próby przy udziale Zamawiającego, prezentując spełnienie tych wymagań.
- Punkty zbiorcze, radiostacje bazowe mają komunikować się z centralnym serwerem za pomocą komunikacji 3G, Ethernet, nie dopuszczalna jest komunikacja za pomocą sieci Wi-Fi. Ilość punktów dostępu do Internetu ma być nie większa niż ilość szaf oświetleniowych +/- 20%

Stacje bazowe należy zamontować w czterech lokalizacjach – ustalić z Inwestorem

8. Analiza oddziaływania na środowisko

W chwili obecnej moc zakwalifikowanych do modernizacji opraw oświetleniowych na terenie Gminy Bogatynia wynosi 478,219 kW, co przy 4150 godzinach działania urządzeń w skali roku daje nam odpowiednio: 1 984,60885MWh 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 1 518,22577 Mg. Do obliczeń użyto współczynnika emisji określonego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami (publikacja na rok 2018) wynoszącego 0,765.

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

	[kg/MWh]
Dwutlenek węgla (CO ₂)	765
Tlenki siarki (SO _x /SO ₂)	0.681
Tlenki azotu (NO _x /NO ₂)	0.631
Tlenek węgla (CO)	0.275
Pył całkowity	0.036

8.1 Wariant I

Redukcja emisji CO₂ przedstawiona została w tabeli poniżej.

Wariant I				
Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii	Emisja CO ₂
-	[kW]	[h]	[MWh]	[Mg]
Przed modernizacją	478,219	4150	1 984,60885	1518,22577
Po modernizacji	102,901	4150	427,03915	326,6849498
Różnica	-375,318	-	-1 557,56970	-1191,540821
Redukcja emisji CO ₂ [%]				78,48

Redukcja emisji zanieczyszczeń przedstawiona została w tabeli poniżej.

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Przed modernizacją [kg]	Po Modernizacji [kg]	Redukcja [kg]
SO ₂	0,681	1351,52	290,81	1060,70
NO _x	0,631	1252,29	269,46	982,83
CO	0,275	545,77	117,44	428,33
Pył Całkowity	0,036	71,45	15,37	56,07

8.2 Wariant II

Redukcja emisji CO₂ przedstawiona została w tabeli poniżej.

Wariant II				
Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii	Emisja CO ₂
-	[kW]	[h]	[MWh]	[Mg]
Przed modernizacją	478,219	4150	1984,60885	1518,225770
Po modernizacji	102,901	4150	427,03915	326,684950
Różnica	-375,318	-	-1557,56970	-1191,540821
Redukcja emisji CO ₂ [%]				78,48

Redukcja emisji zanieczyszczeń przedstawiona została w tabeli poniżej.

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Przed modernizacją [kg]	Po Modernizacji [kg]	Redukcja [kg]
SO ₂	0,681	1351,52	290,81	1060,70
NO _x	0,631	1252,29	269,46	982,83
CO	0,275	545,77	117,44	428,33
Pył Całkowity	0,036	71,45	15,37	56,07

8.3 Wariant III

Redukcja emisji CO₂ przedstawiona została w tabeli poniżej.

Wariant III				
Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii	Emisja CO ₂
-	[kW]	[h]	[MWh]	[Mg]
Przed modernizacją	478,219	4150	1984,60885	1518,22577
Po modernizacji	102,901	4150	341,63132	261,34796*
Różnica	-375,318	-	-1642,97753	-1256,87781
Redukcja emisji CO ₂ [%]				82,79

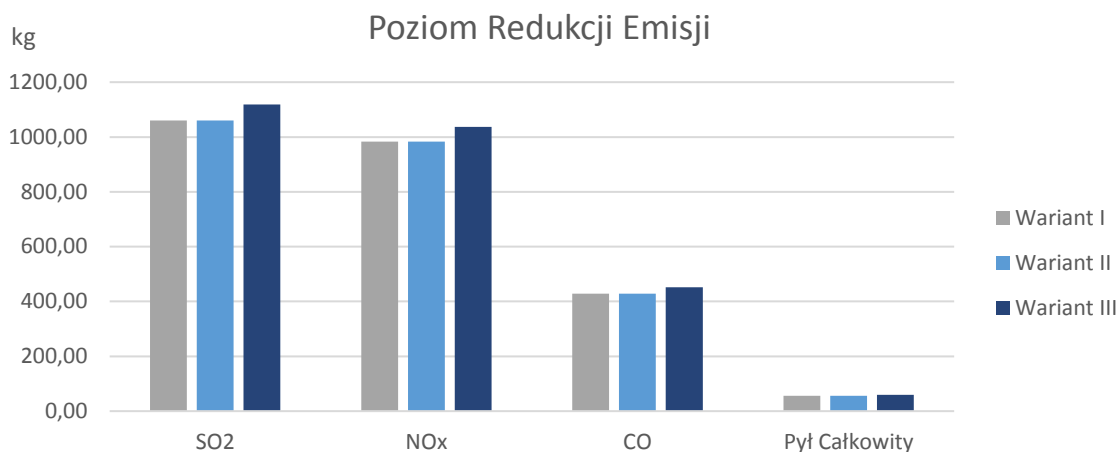
*uwzględniono system sterowania z wykorzystaniem redukcji mocy w oprawach, która powoduje redukcję zużycia energii, zgodnie z harmonogramem, o 40% w godzinach późnonocnych, co przekłada się na oszczędności zużycia energii w skali roku (tj. 4150 h świecenia opraw) o 20%.

Zużycie energii po modernizacji:

$Moc * Czas \text{ świecenia} * \text{redukcja systemu sterowania} = 102,901 * 4150 * 0,8 = 341,63132 \text{ [MWh]}$

Redukcja emisji zanieczyszczeń przedstawiona została w tabeli poniżej.

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Przed modernizacją [kg]	Po Modernizacji [kg]	Redukcja [kg]
SO ₂	0,681	1351,52	232,65	1118,87
NO _x	0,631	1252,29	215,57	1036,72
CO	0,275	545,77	93,95	451,82
Pył Całkowity	0,036	71,45	12,30	59,15



Z wykresu wynika, że największy spadek emisji zanieczyszczeń uzyskuje zamierzenie inwestycyjne określone w wariantcie III. Wybór wariantu III przyczyni się do znacznego ograniczenia emisji CO₂.

Realizacja przedsięwzięcia spowoduje zmniejszenie zużycia energii elektrycznej, co przyczyni się do ograniczenia zużycia paliw potrzebnych do wyprodukowania tej energii;

Na etapie użytkowania nie będzie wykorzystywana woda, przedsięwzięcie nie wpłynie na ilość ścieków bytowych oraz wód opadowych odprowadzanych z terenu. Zmodernizowane urządzenia nie będą także źródłem hałasu uciążliwego dla środowiska.

W związku z tym **nie nastąpi** zwiększone oddziaływanie na środowisko w wyniku zmian zachodzących w tej instalacji.

9. Wnioski

Oświetlenie Gminy jest efektem sumarycznym oświetlenia poszczególnych ulic, co z kolei składa się na wizerunek Gminy w godzinach nocnych. W opracowanej dokumentacji zaproponowano modernizację oświetlenia według trzech wariantów. Każdy z nich uwzględnia wymianę energochłonnych opraw oświetleniowych, co należy traktować jako minimum inwestycyjne.

Wszystkie warianty proponują redukcję emisji CO₂ na poziomie powyżej 70% ,co jest bardzo dobrym wynikiem.

Modernizacja oświetlenia według wariantu III jest najlepszym rozwiązaniem spełniającym kompleksowo warunki takie jak: spełnienie potrzeb mieszkańców, uzyskanie oszczędności, redukcję emisji CO₂ , optymalizacji obciążeń inwestycyjnych, oraz funkcjonalności. Koszt inwestycji wariantu III wynosi 8 414 638,03 zł brutto, co w przypadku dofinansowania z RPO WD dla 75% kosztów

kwalfikowanych daje okres zwrotu do dwóch lat kalendarzowych. Gmina poniesie tylko koszt inwestycji w kwocie 2 103 659,51 zł.

Po realizacji inwestycji należy dostosować zamówione moce do aktualnego zapotrzebowania.

Gmina przed modernizacją stara się o pozyskanie funduszy na realizację modernizacji. Uczyni to aplikując o pozyskanie funduszy w ramach RPO WD 3.4e, w celu uzyskania dofinansowania do 75% kosztów kwalifikowanych. W takim przypadku należy spełnić warunki opisane w szczegółowym opisie osi priorytetowych Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Dolnośląskiego 2014-2020.

Wchodzą w nie:

1. Przebudowa oświetlenia ulicznego w Gminach miejskich i miejsko – wiejskich (przy założeniu, że co najmniej 35% ilości modernizowanych opraw znajduje się na terenie miasta) finansowanego przez Gminy obejmującego wymianę elementów lub budowę nowej infrastruktury (ale zastępującej przeznaczoną do wyłączenia) m.in. opraw, słupów, okablowania, czujników, central sterujących itp. stanowiących oświetlenie lub wymaganych na potrzeby oświetlenia.
 - W Gminie Bogatynia 64,62% kwalifikowanego oświetlenia znajduje się na terenie miejskim, pozostałe 35,38% oświetlenia zlokalizowane jest na terenie wiejskim.
2. Oświetlenie musi być zgodne z obowiązującym prawem oraz normą PN EN 13201.
 - Wariant rekomendowany zakłada spełnienie normy PN EN 13201 dla wszystkich wymienianych opraw.
3. Inwestycje w oświetlenie muszą przyczyniać się do udokumentowanej aktualnym audytem efektywności energetycznej oszczędności energii elektrycznej co najmniej o 25%, z preferencją dla projektów o większej oszczędności energii oraz redukcji emisji CO₂
 - Wariant rekomendowany (III) zakłada redukcję zużycia energii elektrycznej na poziomie 82,79%
4. Minimalna wartość wydatków kwalifikowanych wynosi 3 000 000 zł.
 - wydatki kwalifikowane przekraczają tę kwotę i wynoszą 8 414 638,03 zł
5. Określenie redukcji emisji CO₂ względem stanu sprzed przebudowy (nawet jeśli ma nastąpić zagęszczenie opraw oświetleniowych)
 - Wariant rekomendowany (III) zakłada redukcję na poziomie 82,79%

6. Preferowane będą projekty:

- projekty przyczyniające się do oszczędności energii elektrycznej ponad 30%
- projekty przyczyniające się do znacznego ograniczenia emisji CO₂
- projekty kompletne:
 - W Gminie Bogatynia nowe oświetlenie będzie spełniać normę oświetleniową w 100 % długości odcinków, przy uwzględnieniu wszystkich elementów drogi.
- wykorzystujące inteligentne całościowe systemy zarządzania energią:
 - W Gminie Bogatynia wariant rekomendowany (III) zakłada zastosowanie całościowego systemu zarządzania energią.
- Gotowe do realizacji
 - Całość projektu stanowi remont istniejącej infrastruktury. Zgodnie z ustawą z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U.2019.1186 t.j. z dnia 2019.06.26) remont sieci oświetleniowej nie wymaga pozwolenia, ani zgłoszenia. W wyniku czego inwestor po uzyskaniu finansowania może przystąpić do prac.

10. Strategiczne cele audytu oświetlenia ulicznego.

Audyt jako czynnik stymulujący sposób myślenia o oświetleniu w gminie strategiczne cele audytu oświetlenia ulicznego

Podstawowym celem przeprowadzonego audytu oświetlenia ulicznego na terenie Gminy była analiza stanu istniejącego oświetlenia. Opisy poszczególnych ulic, klasy oświetleniowe oraz wyniki badań są częścią niniejszego opracowania. Uważamy jednak, iż nasz audyt powinien sięgać dalej. Audyt powinien wskazać kierunki rozwoju oświetlenia, sposób zarządzania kwestiami oświetlenia, kierunki rozwoju polityki oświetleniowej oraz miejsce oświetlenia oraz energii elektrycznej w życiu Gminy.

- Kompleksowe podejście do tematu oświetlenia ulicznego:

Elementem kluczowym w tworzeniu pozytywnego wizerunku jest odpowiedni marketing Gminy.

Proponujemy zintensyfikowanie działań w zakresie marketingu Gminy opartego na świetle. Walory Gminy można podziwiać zarówno w dzień i w nocy. Właściwe wskazanie nocnych akcentów może przyciągnąć dodatkowych turystów, zachęcić do zainwestowania w gminie, osiedlenia się.

Istotne jest, aby jak najwięcej podmiotów tworzących „nocną panoramę” Gminy skupiło się na realizacji wyznaczonych przez „Marketing Oświetlenia” celów. Miasto nie jest jedynym kreatorem nocnej panoramy. Do programu powinno włączyć się:

Hotele, Restauracje, itd.

Podmioty te uczestniczą w kształtowaniu nocnego wizerunku. Administracja gminna powinna być kimś w rodzaju koordynatora działań, planowania i strategii.

Marketing poprzez oświetlenie powinien ukazać piękno Gminy, silniej zidentyfikować mieszkańców i stworzyć pozytywny wizerunek nocą.

Strategia niezależności

Należy w miarę możliwości finansowych budować nowe wydzielone ciągi oświetleniowe, w celu całkowitego wydzielenia wszystkich obwodów oświetleniowych. Uzależnienie od zakładu energetycznego prowadzi obok kwestii czysto ekonomicznych (wysokie koszty urządzeń, stawki za konserwację) do niemożności prowadzenia skutecznej, własnej polityki oświetleniowej dlatego też zaleca się powołanie Spółki Międzygminnej zajmującą się całością spraw oświetlenia.

Zarządzanie infrastrukturą oświetleniową w dzisiejszych realiach należy do niemałych wyzwań z jakimi sobie muszą poradzić jednostki samorządowe. Zgodnie z art. 18 ust. 1 pkt 3 ustawy z 10 kwietnia 1997 r. prawo energetyczne, finansowanie oświetlenia ulic, placów i dróg publicznych znajdujących się na terenie Gminy należy do zadań własnych Gminy. Wskazanemu przepisowi odpowiada treść art. 7 ust. 1 pkt 3 ustawy z 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym, który wskazuje, że do zadań własnych Gminy należy zaspokajanie potrzeb wspólnoty, w tym m.in. zaopatrzenie w energię elektryczną i ciepłą oraz gaz. Realizacja powyższego obowiązku napotyka jednak szereg problemów wynikających ze stosunków własnościowych infrastruktury energetycznej, czyli m.in. właśnie słupów oświetleniowych. Właścicielem owych urządzeń może być Miasto lub przedsiębiorstwo energetyczne. Każdy bowiem z właścicieli może, zgodnie z art. 140 ustawy z 23 kwietnia 1964 r. kodeks cywilny (Dz.U. z 2019 r. poz. 1145 tj.) - dalej k.c., w granicach określonych przez ustawę i zasady współżycia społecznego z wyłączeniem innych osób, korzystać z rzeczy zgodnie ze społeczno-gospodarczym przeznaczeniem swego prawa, w szczególności może pobierać pożytki i inne dochody z rzeczy. W tych samych granicach może rozporządzać rzeczą. Z powyższego wynika, że w przypadku, w którym przedsiębiorstwo energetyczne jest właścicielem słupów energetycznych, to Miasto, realizując swój ustawowy obowiązek, nie może bez zgody przedsiębiorstwa ze słupów owych korzystać. Korzystanie z infrastruktury wiązać się będzie zatem z koniecznością zawarcia stosownej umowy odpłatnej. Kwestię oświetlenia ulic oraz wszystkich spraw związanych z energią elektryczną powinny zostać skupione w jednej komórce np. spółce między komunalnej. Mogłaby to być spółka

funkcjonująca w oparciu o Związek Gmin obsługująca zadania z zakresu energetyki. Spółka taka zajmowałaby się całością spraw związanych z oświetleniem i energetyką:

- Zarządzanie oświetleniem na terenie gmin, z wykorzystaniem doświadczonej kadry, której zakres obowiązków pozwoliłby na ciągłą praktykę i doksztalcanie się w zakresie oświetlenia.

- Projektowaniem oświetlenia na terenie gmin
- Konserwacja oświetlenia ulicznego na terenie Gminy.
- Zarządzanie całością spraw związanych w zakupem energii elektrycznej.
- Konserwacją sygnalizacji świetlnej.
- Iluminacją budynków i obiektów w gminie.
- Dekoracją świąteczną Gminy.
- Udostępnianiem słupów oświetleniowych do celów informacyjnych.

Gmina Bogatynia wymaga nowego podejścia do kwestii oświetlenia. Oświetlenie niesie ze sobą potężny potencjał promocyjny, możliwości oszczędności środków budżetowych oraz ogromne możliwości wpływu na ochronę środowiska. Dlatego Władze Gminy powinny pokusić się o stworzenie specjalnego podejścia do kwestii oświetlenia na terenie Gminy we współpracy z innymi Gminami powiatu. Takie rozwiązanie wzmocni pozycję negocjacyjną co bezpośrednio przełoży się na korzyści finansowe.

11. Analiza formalno-prawna

W celu ustalenia czy dany przedmiot zamówienia jest robotą budowlaną, czy też może dostawą z montażem należy w pierwszej kolejności przeanalizować definicje tych zamówień wskazane w ustawie z 29.01.2004 r. – Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2019 r. poz. 1843 tj.) – dalej p.z.p., oraz zweryfikować co jest głównym celem zamówienia.

Zgodnie z art. 2 pkt 2 p.z.p. poprzez dostawę należy rozumieć - cyt: "nabywanie rzeczy oraz innych dóbr, w szczególności na podstawie umowy sprzedaży, dostawy, najmu, dzierżawy oraz leasingu z opcją lub bez opcji zakupu, które może obejmować dodatkowo rozmieszczenie lub instalację". Natomiast robotę budowlaną, w świetle art. 2 pkt 8 p.z.p. jest wykonanie albo zaprojektowanie i wykonanie robót budowlanych określonych w przepisach wydanych na podstawie art. 2c p.z.p. lub też obiektu budowlanego, jak również realizację obiektu budowlanego, za pomocą dowolnych środków, zgodnie z wymaganiami określonymi przez zamawiającego. Przepis art. 2c p.z.p. odsyła do rozporządzenia Ministra Rozwoju z dnia 26.07.2016 r. w sprawie wykazu robót budowlanych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1125) - dalej r.w.w.r.b. W rozporządzeniu tym określono w formie tabelarycznej wykaz robót budowlanych z podziałem na działy, grupy i klasy robót, wraz z krótkim

opisem i kodem CPV. Co istotne, w wykazie tym wyszczególniono również wynajem sprzętu budowlanego wraz z obsługą operatorską. Tym samym wszelkie zamówienia, które mieszczą się w zakresie wskazanym w rozporządzeniu są robotami budowlanymi. W przypadku realizacji inwestycji zgodnie z wariantem III zamawiający ma do czynienia z zamówieniami mieszanymi, obejmującymi swoim zakresem zarówno roboty budowlane jak i dostawy. Ma to szczególne znaczenie przy zamówieniach o wartości wchodzącej w "próg unijny" dla dostaw, lecz pozostających w "progu krajowym" dla robót budowlanych.

Dla przedmiotowego wariantu III należy sięgnąć do dyspozycji art. 5c ust. 1 p.z.p, który stanowi – cyt: "Jeżeli na przedmiot zamówienia składają się zamówienia, do których mają zastosowanie te same przepisy ustawy, jak zamówienia sektorowe albo zamówienia w dziedzinach obronności i bezpieczeństwa albo zamówienia udzielane na zasadach ogólnych, obejmujące co najmniej dwa rodzaje zamówień spośród zamówień na roboty budowlane, usługi lub dostawy, do jego udzielenia stosuje się przepisy dotyczące tego rodzaju zamówienia, który odpowiada jego głównemu przedmiotowi". Wobec powyższego, w tym konkretnym przypadku celem zamówienia zgodnie z wariantem III jest wykonanie robót budowlanych a niezbędne do tego jest również dokonanie dostaw, dlatego też należy udzielić zamówienie według przepisów właściwych dla zamawiania robót publicznych to roboty w postaci prac instalacyjnych są niezbędne dla możliwości prawidłowego korzystania z rzeczy.

12. Akty prawne

Podstawą do opracowania niniejszej Analizy są następujące akty prawne, rozporządzenia oraz Polskie Normy:

Ustawy:

- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U.2020.470 t.j. z dnia 2020.03.18)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U.2019.1186 t.j. z dnia 2019.06.26)
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r. – Prawo zamówień publicznych (Dz.U.2019.1843 t.j. z dnia 2019.09.27)

Rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2.03.1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz.U.2016.124 t.j. z dnia 2016.01.29)
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 26 lipca 2016 r., w sprawie wykazu robót budowlanych (Dz.U.2016.1125 z dnia 2016.07.27)

Normy:

- PN-EN 13201 – Oświetlenie dróg