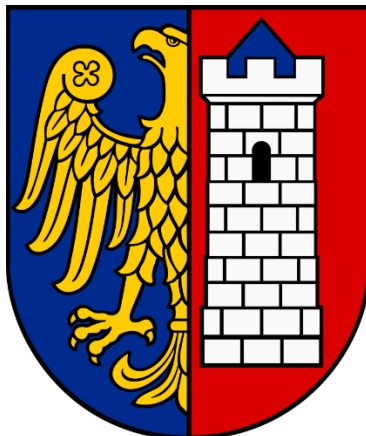
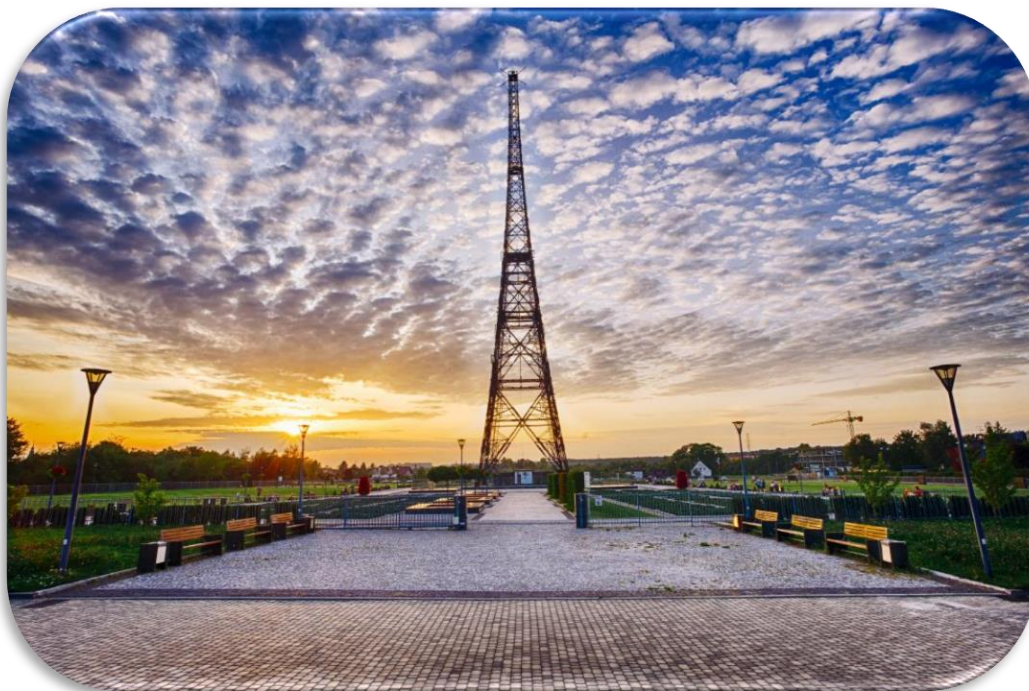


**AUDYT ENERGETYCZNY
OŚWIETLENIA ULICZNEGO**

DO REGIONALNEGO PROGRAMU OPERACYJNEGO WOJEWÓDZTWA ŚLĄSKIEGO (2014-2020)



Przygotowany dla
Gminy Gliwice



Zdjęcie: <https://gliwice.eu>

CIESZYN – 2019

Opracowanie:

ECO ENERGY POLAND MARIUSZ STANIEK

Michał Halama

Siedziba:

Ul. Górna 29B
43-400 Cieszyn

Oddział:

Ul. Hetmańska 44/215
15-727 Białystok

Tel: +48 737 778 596

E-mail: biuro@ecoenergypoland.pl

Spis Treści:

1. Wstęp.....	str. 4
2. Podstawa opracowania audytu.....	Str. 5
3. Inwentaryzacja stanu oświetlenia objętego zakresem.....	Str. 5
4. Podsumowanie inwentaryzacji.....	str. 8
5. Zalecenia związane z ochroną środowiska i bezpieczeństwem.....	str. 11
6. Analiza zużycia energii systemu oświetleniowego.....	str. 18
7. Analiza techniczno-technologiczna.....	str. 20
8. Wymiana opraw oświetlenia ulicznego.....	str. 23
9. Analiza Oświetlenia dla trzech wariantów.....	str.24
10. Analiza zmniejszenia emisji CO ₂ wraz z analizą kosztów przed i po modernizacji.....	str. 40
11. Zgodność z politykami strategicznymi.....	str.46
12. Podsumowanie.....	str. 47
13. Wnioski.....	str. 51

1. Wstęp

Przedmiotem niniejszego audytu jest:

- opracowanie danych inwentaryzacji 1958 opraw oświetleniowych
- określenie możliwości zmniejszenia kosztów eksploatacji
- określenie możliwości wymiany opraw sodowych na oprawy z diodami LED, w oparciu o dofinansowanie unijne w ramach DZIAŁANIA 4.5 NISKOEMISYJNY TRANSPORT MIEJSKI ORAZ EFEKTYWNE OŚWIETLENIE – TYP PROJEKTU 4 TJ. POPRAWA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego na lata 2014 – 2020.

Audyt sporządzony został zgodnie z metodyką określoną w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

Nazwa projektu w ramach którego Gmina Gliwice partycypuje brzmi: „*Eko-Światło w Gliwicach – Modernizacja i budowa oświetlenia ulicznego – Etap II*”. W audycie uwzględniono usprawnienia umożliwiające uzyskanie oszczędności energii: zastosowanie bardziej energooszczędnych źródeł światła i opraw oświetleniowych.

Wykonanie audytu poprzedzono wizją lokalną, podczas której wykonano inwentaryzację istniejących opraw na wskazanych ulicach, zidentyfikowano typy i moce poszczególnych opraw.

2. Podstawa opracowania audytu

1. Umowa nr PU.7021.2.17.2019 CRU:743/19 z dn. 01.03.2019r. pomiędzy: miastem Gliwice a firmą Eco Energy Poland Mariusz Staniek.
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
3. Norma PN-EN 13201 - 2, 3, 4 - Oświetlenie dróg.
4. Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz.U.2017.220 t.j. z dnia 2017.02.06, z późn. zm.).
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 maja 2004 r. w sprawie określenie metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych.
6. Materiały otrzymane od Zamawiającego (w tym: karty wymagań oświetlenia wynikających z Masterplanu oświetlenia; warunki techniczne dla urządzeń oświetleniowych")

3. Inwentaryzacja stanu oświetlenia objętego zakresem

Stan aktualny określony został na podstawie analizy danych pozyskanych, w wyniku inwentaryzacji z natury, metodą geoinformatyczną. Inwentaryzacja istniejącej infrastruktury przeprowadzona została w marcu 2019r. Pozyskane dane przedstawiają informację na temat parametrów oprawy, słupa, oraz jezdni.

Poniższa tabela przedstawia liczbę oprav przyjętych do dalszej części opracowania audytu dla każdej z ulic. Wykazane w tabeli oprawy zostały zakwalifikowane przez audytora jako spełniające kryteria modernizacji w ramach planowanego przedsięwzięcia wymiany oświetlenia ulicznego przez Miasto Gliwice.

Ulica	Ilość oprav
Bajana	4
Bereniki	2
Bojkowska	16
Cmentarz Centralny	75
Czerskiego	5
Da Vinci	17
Diamentowa	12
DK 88	280
Drozdów	11
Dybowskiego	9
Eiffela	29
Einsteina	19
Estakada Heweliusza	15
Gajdy	7
Gaudiego	37
Gierymskiego	20
Główna	32
Graniczna	21
Grodeckiego	32
Gutenberg	46
Gwiazdy Polarnej	2
Horsta Bienka	15
Idy	7
Jaskółcza	12
Jasna	20
Jesienna	34
Jondy	5
Karolinki	20
Knurowska	26
Kopernika	1
Kozielska	138
Królowej Bony	13
Lema	9
Lindego	6
Literatów	9
Makuszyńskiego	16
Metalowców	3
Mieszka I	15

Nobla	23
Noworoczna	4
Nowy Swiat	44
Oleśnickiego	5
Owsiana	11
Park Chopina	50
Park Grunwaldzki	49
Park Nacka	49
Park Narutowicza	16
Park Syriusza	68
Park Szwajcaria	37
Parkowa	31
Perseusza	45
Pionierów	27
Pistaczowa	5
Pliszki	28
Płowiecka	18
Przemyska	19
Pułaskiego	14
Rejtana	2
Robotnicza	27
Rybnicka	84
Skowrończa	12
Skwer Oriona	17
Smolnicka	11
Stalmacha	2
Sylwestrowa	11
św Elżbiety	5
Toruńska	6
Wandy	22
Widokowa	22
Wielkiej Niedźwiedzicy	2
Wroblewskiego	14
Wyczółkowskiego	64
Zacisze	5
Zawiszy Czarnego	19
Ziemowita	25
Ziębia	11
Zimnej wody	14
łącznie	1958

4. Podsumowanie inwentaryzacji

Poziom oświetlenia na terenie Gliwic, w ramach zleconego zakresu jest bardzo wysoki. Wszystkie odcinki dróg są oświetlone, jak również tereny w pobliżu jezdni (chodniki, ścieżki, pobocza). Całość infrastruktury oświetleniowej zamontowana jest na dedykowanej konstrukcji wsporczej, należącej w pełni do majątku Gminy. Jest to bardzo pozytywny aspekt, z racji braku ograniczeń narzuconych przez operatora energetycznego, jak to ma miejsce w przypadku występowania oświetlenia na sieci skojarzonej.

W ocenie jakości oświetlenia ciągów komunikacyjnych ważne są względy bezpieczeństwa, komfortu poruszania się, ochrony środowiska, oraz estetyczne. Dla każdej z tych kwestii nasuwają się wnioski:

- ➔ **Bezpieczeństwo** – tu należy poruszyć głównie kwestię oświetlenia przejść dla pieszych. Na terenie Gliwic w ramach analizowanego zakresu żadne przejście nie jest oświetlone prawidłowo. Modernizacja istniejącej infrastruktury oświetleniowej, lub mocniejsze doświetlenie miejsca przejścia dla pieszych istniejącymi oprawami, nie poprawi w żadnym stopniu poziomu bezpieczeństwa. W takich przypadkach należy zastosować dedykowaną infrastrukturę oświetleniową dla przejść dla pieszych, której opis i zalecenia znajdują się w następnym punkcie opracowania.

- ➔ **Komfort** - z pojęciem tym wiąże się efekt olśnienia kierowcy podczas poruszania się po drodze. Zjawisko to powinno być wyeliminowane w stopniu zadowalającym, przy doborze opraw spełniających normę oświetleniową dla danego odcinka drogi. Planowana modernizacja zrealizowana ze sztuką projektową, przy doborze wiarygodnego produktu spełniającego wymagane normy, powinna wykluczyć powstanie tego zjawiska. Z komfortem również wiąże się temperatura barwowa źródła światła. Na potrzeby Gliwic opracowany został Masterplan oświetlenia, w którym określono temperaturę barwową dla każdej z ulic. Zastosowanie się do wymagań opracowanego Masterplanu na etapie modernizacji poprawi komfort użytkowania dróg i chodników w mieście.

- ➔ **Ochrona środowiska**-należy ją głównie wiązać z oszczędnością energetyczną, oraz związaną z tym emisją gazów cieplarnianych do atmosfery. Obecnie w obrębie analizowanego zakresu zamontowane są oprawy o niskim

poziomie oszczędności energetycznej. Wymiana opraw na oszczędne oprawy typu LED, w najlepszy sposób poprawi obecny stan rzeczy. Z pojęciem ochrony środowiska związane jest również zjawisko Light Pollution, który obecnie występuje przy części opraw stosowanych na terenie Miasta.

- ➔ Estetyka - zależy głównie od charakteru miasta. Obecnie nie stwierdzono nie stwierdzono niedopasowania oprawy do słupa, oraz ogólniej do otoczenia. Nowe oprawy powinny mieć jednakowy styl w ramach danego ciągu komunikacyjnego.

Oprawy

Na ulicach objętych opracowaniem zastosowane są oprawy z wysokoprężnymi sodowymi, lub rtęciowymi źródłami światła. Istniejące oprawy pochodzą z różnych lat. Najstarsze oprawy Pilot SL produkcji firmy Thorn, oraz OUS produkcji polskiej firmy ELGO z Gostynina. Ich produkcja zaczęła się już w latach 70-tych ubiegłego wieku. W Gliwicach zastosowano jedynie jeden z dostępnych dla tych opraw typoszeregów, mianowicie 150W źródła światła.

W późniejszym okresie rozwijania infrastruktury oświetleniowej w Gliwicach zastosowano oprawy sodowe firmy Philips, które obecnie najczęściej występują w inwentaryzowanym zakresie. Zastosowano tutaj model SGS o mocach 100W oraz 150W. W ramach najnowszych inwestycji, lub bieżącej wymianie konserwatorskiej stosowano oprawy es-system typu Boyen o mocy 150W. Gmina również korzystało z rozwiązań firmy Disano do oświetlania ulic i alejek.

Na terenie Gminy Gliwice do oświetlania chodników zastosowano oprawy o rozsyłach światła ulicznych(drogowych) jak i oprawy o rozsyłach światła symetrycznych z rozpraszającym mlecznym kloszem w postaci kuli. Zawieszane oprawy na niższych wysokościach wymagały zmniejszenia luminancji pochodzącej od sodowego źródła światła.

Stan opraw w ramach badanego zakresu nie należy określać w ujęciu całościowym. Oprawy starsze przejawiają oznaki wysokiego zużycia. Klosze są zabrudzone, co prowadzi do strat w emisji strumienia świetlnego na jezdnię. Strata strumienia świetlnego w tych oprawach może przekraczać 50% stanu początkowego. Oprawy instalowane w latach późniejszych mają również brudne klosze, ale jeszcze przeświecalne.

Ograniczenie przeświecalności klosza ma tutaj dwa źródła. Pierwsze to czynnik zabrudzenia zewnętrznego klosza przez zanieczyszczenia w atmosferze (głównie pochodzące od pojazdów spalinowych ew. produktów zanieczyszczenia pochodzących z przemysłu). Drugi to materiał, z którego wykonano klosze opraw - część z opraw ma klosze z poliwęglanu, który mimo stosowania uszlachetniaczy jest jednak wrażliwy na destrukcyjne działanie promieniowania ultrafioletowego. Efektem zastosowania tego materiału jest mętnienie tworzywa i pogorszenie przeświecalności klosza.

Znaczne zaniedbania widoczne są niemal na każdej oprawie, za wyjątkiem nowych instalacji.

Na terenie inwentaryzowanego obszaru często Gmina Gliwice stosuje oprawy OCP tzw. „kule”. Znajdują się one przy ruchliwych ulicach, jako dodatkowa oprawa do oświetlania chodników. Oprawy uliczne oświetlają jezdnię, natomiast drugie „kule” zastosowano do oświetlania biegnących wzdłuż jezdni chodników. Taki sam typ oprawy zastosowano przy oświetlaniu niektórych ścieżek pieszych, montowane na szczycie słupa parkowego. Niestety oprawy te emitują światło z rozsyłem w każdą stronę, co nie tylko powoduje spadek efektywności świetlnej dla pożądanego obszaru, lecz również bezpośrednio źle wpływa na środowisko.

Słupy

Na inwentaryzowanym obszarze występują tylko słupy metalowe. Wyróżnić tu można słupy o różnych konstrukcjach:

- jednorodna średnica rury
- segmentowa średnica rury
- malejąca średnica rury (stożkowa)
- średnica o kształcie wielokąta
- łączenie kilku rur w jedną konstrukcję

Stan słupów należy określić jako zadowalający, nie ma potrzeby wymiany słupów ze względu na ich stopień zużycia. Lokalizacyjnie należy wyróżnić 4 typy rozmieszczenia względem jezdni:

1. Po jednej stronie drogi
2. Po obu stronach drogi na tej samej wysokości
3. Po obu stronach drogi naprzemiennie
4. W pasie rozdzielającym dwie jezdnie bądź jezdnię i chodnik.

Wstępna ocena geometrii ich posadowienia daje możliwość uzyskania z ich pomocą zgodności parametrów oświetleniowych z wymaganiami normy PN- EN13201.

5. Zalecenia związane z ochroną środowiska i bezpieczeństwem

Zjawiska 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 odpadkami. 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 korytarze migracji ptaków i nietoperzy określonych w zakresie objętym programem Natura 2000. Zjawisko zanieczyszczenia światłem na terenie Gliwic 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°

Rekomenduje się zmianę kątów wysięgników na wynikający z obliczeń fotometrycznych, oraz stosowanie opraw o kierunkowym rozsyle światła (np. ledowe).

Doświetlenie przejść dla pieszych

Stosowne standardy oświetlenia przejść dla pieszych wymagają oświetlenia pieszego wchodzącego na jezdnię lub znajdującą się na pasie ruchu przez lampę usytuowaną od strony nadjeżdżającego pojazdu w odległości równej 0,5 – 1,0 wysokości zawieszenia oprawy lampy (zaleca się aby $a=0,7h$ -> patrz: rys 5.1.).

Przejścia dla pieszych powinny być tak oświetlone, aby kierowca miał możliwość obserwacji sytuacji drogowej i obserwacji oczekującego na przejście lub poruszającego się po przejściu pieszego, natomiast pieszy miał możliwość obserwacji otoczenia przejścia dla pieszych i zbliżających się do niego pojazdów.

W tym celu należy zapewnić urządzenia oświetleniowe, które zapewniają kontrast luminacji postaci pieszego oraz tła za pieszym. Jednocześnie żaden z użytkowników nie powinien być oślepiony przez źródło światła.

Zaleca się doprowadzić do dodatniego kontrastu luminacji, czyli takiego, gdzie luminacja postaci pieszego jest dodatnia względem tła (czyli jezdni) w odległości ok. 50m za pieszym. Jednym ze sposobów na uzyskanie tego efektu jest instalowanie dodatkowych, poza oświetleniem, ciągu lamp oddzielnie nad każdym pasem ruchu. Lampy instaluje się przed przejściem dla pieszych w kierunku jazdy, w odległości od 0,5 – 1,0 m wysokości zawieszenia oprawy lampy.

Zaleca się, aby obszary na chodniku lub poboczu, gdzie piesi oczekują na przejście, były również odpowiednio oświetlone. Oświetlenie ograniczone do wąskiego pasa wokół powierzchni przejścia powoduje bardzo silny efekt towarzyszący wzrostowi uwagi.

Niekorzystnym rozwiązaniem jest oświetlenie przejścia w taki sposób, że pieszy oświetlony jest jedynie przez ciąg lamp z jednej strony ulicy. Wytwarza to sytuację, w której pieszy w zależności od położenia na przejściu dla pieszych ma kontrast luminacji dodatni przechodząc przez kontrast zerowy do kontrastu ujemnego. To z kolei stwarza sytuację, w której pieszy, idąc przez przejście dla pieszych nagle „z ciemności” wkracza w przestrzeń rozświetloną i jest dostrzegany przez kierujących w ostatniej chwili. Może powstać też sytuacja odwrotna, czyli pieszy z rozświetlonej przestrzeni wkracza w obszar zaciemniony, przy czym przekracza kontrast zerowy, w którym jest niewidoczny.

Jeśli nie ma możliwości zapewnienia dodatniego kontrastu luminacji, to należy zapewnić na całej długości przejścia ujemny kontrast luminacji – ciemna sylwetka pieszego na jasnym tle nawierzchni. Efekt ten uzyskuje się poprzez instalowanie lamp zlokalizowanych wysoko nad jezdnią w obszarze przejścia. Oświetlenie z góry rozświetla nawierzchnię i postać od góry, ale boczny profil w postaci pieszego pozostaje w cieniu i wyróżnia się na jasnym tle jezdni.

Oświetlenie należy zaplanować biorąc pod uwagę poziome natężenie oświetlenia na powierzchni przejścia dla pieszych oraz pionowe natężenie oświetlenia na płaszczyźnie w osi przejścia, zwróconej w kierunku ruchu dla pasów właściwych dla danego kierunku ruchu, dodatkowo rozszerzonej o strefę oczekiwania na chodniku.

- a) Poziomy natężenia oświetlenia uzyskane na poszczególnych płaszczyznach, tj. płaszczyźnie poziomej i pionowej przejścia, oraz płaszczyźnie poziomej w strefie oczekiwania na chodniku należy dostosować do warunków oświetleniowych na drodze na której znajduje się przejście, zgodnie z tabelą:

	E_m [lx]	U_0
Przejście na drodze nieoświetlonej		
Płaszczyzna pozioma przejścia *	50 *	0,40 *
Płaszczyzna pozioma w strefie oczekiwania	30	0,30
Płaszczyzna pionowa przejścia	25	0,20
Przejście na drodze o niskim poziomie oświetlenia ($L_{sr} < 0,75 \text{ cd/m}^2$, $E_{sr} < 10 \text{ lx}$)		
Płaszczyzna pozioma przejścia	75	0,40
Płaszczyzna pozioma w strefie oczekiwania	45	0,30
Płaszczyzna pionowa przejścia	35	0,20
Przejście na drodze o wysokim poziomie oświetlenia ($L_{sr} \geq 0,75 \text{ cd/m}^2$, $E_{sr} \geq 10 \text{ lx}$)		
Płaszczyzna pozioma przejścia	100	0,40
Płaszczyzna pozioma w strefie oczekiwania	60	0,30
Płaszczyzna pionowa przejścia	50	0,20

* poziom oświetlenia na przejściu wg. PN-EN 12464-2

gdzie:

E_m – średnie natężenie oświetlenia (wskazano wartość minimalną do osiągnięcia)

U_0 – równomierność oświetlenia (wskazano wartość minimalną do osiągnięcia)

L_{sr} – luminancja średnia

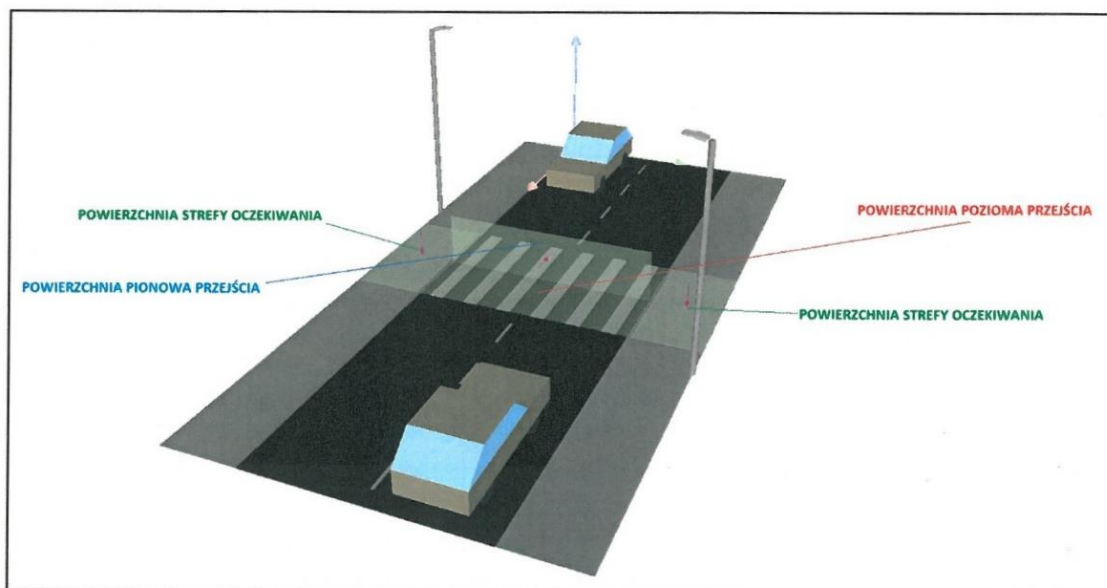
Należy przyjmować płaszczyzny obliczeniowe zgodnie z rysunkiem 5.1.

Powierzchnię obliczeniową dla płaszczyzny pionowej przejścia należy przyjmować w osi przejścia, o długości równej długości przejścia, o długości równej długości przejścia i o wysokości 1,5m.

Powierzchnię obliczeniową dla płaszczyzny w strefie oczekiwania na chodniku należy przyjmować o długości minimum 1,0 m i szerokości równej szerokości przejścia.

Gęstość siatek obliczeniowych dla wszystkich obliczanych powierzchni należy przyjąć nie mniejsze niż 0,5m x 0,5m.

Do projektu należy dołączyć szczegółowe obliczenia fotometryczne wykonane w ogólnodostępnym programie do kalkulacji oświetlenia, np. DIALux.



Rys. 5.1. Rozmieszczenie płaszczyzn obliczeniowych

- b) W celu dodatkowego wyróżnienia strefy przejścia dla pieszych, należy wytworzyć kontrast barwy światła, tj. zastosowana temperatura barwowa źródeł światła w oprawach oświetlenia przejść dla pieszych powinna być odmienna od temperatury barwowej źródeł światła opraw oświetlenia ulicznego, np.: przy oświetleniu ulicznym wykorzystującym sodowe źródła światła, dla przejścia dla pieszych zastosować należy źródła LED o barwie światła neutralnej - białej (ok. 4000K) lub chłodno - białej (ok. 5700K), przy oświetleniu ulicznym wykorzystującym źródła światła LED o barwie światła neutralnej - białej (ok. 4000K) lub chłodno - białej (ok. 5700K), dla przejścia dla pieszych zastosować należy źródła LED o barwie ciepło - białej (ok. 3000K)
- c) Ograniczenie emisji wiązki świetlnej oprawy wysyłanej ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem Komisji (WE) NR 245/2009
- d) Nie dopuszcza się rotacji opraw względem osi wysięgnika: wartość rotacji musi wynosić 0°.

Słupy Oświetleniowe powinny być tak usytuowane, aby nie powodowały zagrożenia bezpieczeństwa ruchu i nie ograniczały widoczności. Słupy oświetleniowe oraz oprawy oświetleniowe powinny być umieszczone poza skrajnią drogi oraz zlokalizowane poza chodnikiem. Wyjątkowo dopuszcza się lokalizację słupów w chodniku, pod następującymi warunkami:

- ✓ Pozostawienia użytkowej szerokości dla ruchu pieszych nie mniejszej niż 1,5 m.
- ✓ Umieszczenia przy zewnętrznej krawędzi (obrzeżu) chodnika.
- ✓ Odległość lica słupa oświetleniowego nie powinna być mniejsza niż:
1,0m - od krawędzi jezdni nieograniczonej krawężnikami,

0,5m – od krawędzi pasa awaryjnego, pasa postojowego, utwardzonego pobocza lub opaski,

1,0m – od lica krawężnika na drodze klasy GP,

0,5m - od lica krawężnika na drodze klasy G.

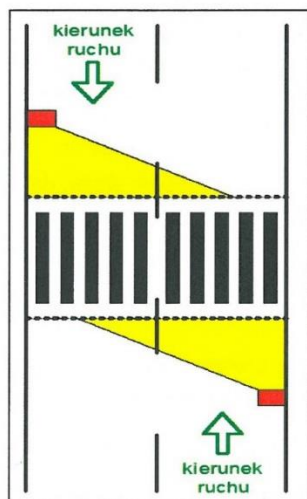
✓ Wysokość skrajni drogi, powinna być, nie mniejsza niż:

4,7m – nad drogą klasy GP,

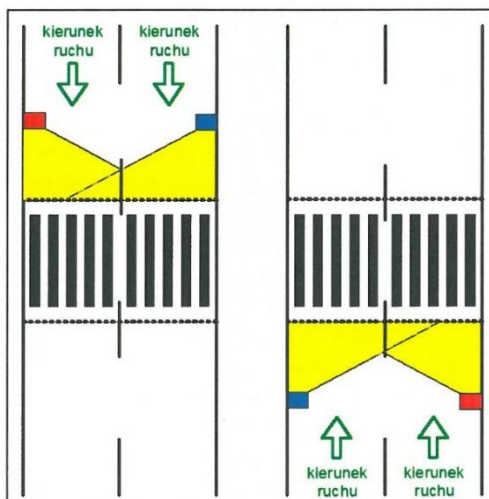
4,6m – nad drogą klasy G.

Słupy z oprawami oświetleniowymi powinny być usytuowane przed przejściem dla pieszych. Przy zastosowaniu układu optycznego PRAWOSTRONNEGO, słupy powinny być zlokalizowane z prawej strony patrząc od strony jadącego pojazdu. Schematy rozmieszczenia słupów pokazano na rysunkach 5.2 i 5.3, a schemat usytuowania lamp na rys. 5.4.

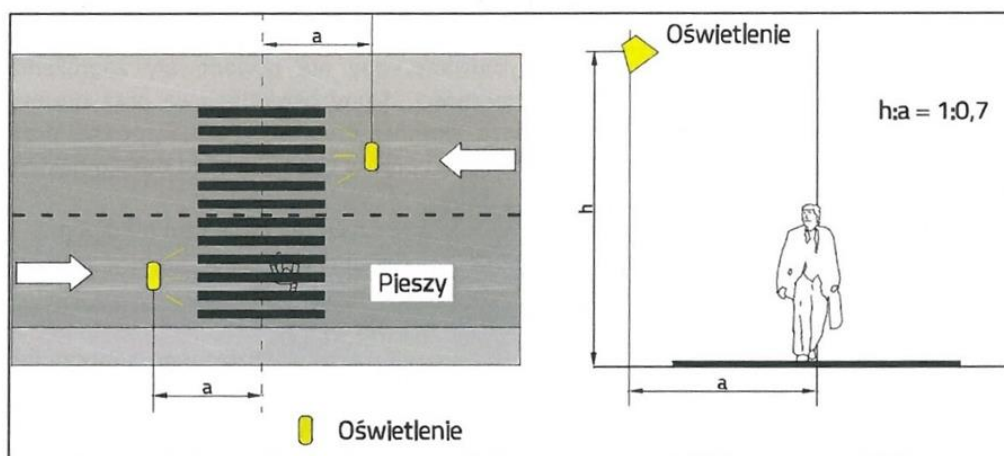
W szczególnych przypadkach dopuszcza się inne rozwiązania rozmieszczenia słupów oświetleniowych, po spełnieniu wymagań wyżej opisanych.



Rys. 5.2. Droga jednojezdniowa, układ prawostronny



Rys. 5.3. Droga dwujezdniowa, układ prawo i lewostronny



Rys. 5.4. Zasady oświetlenia przejść dla pieszych

(Źródło: „Ochrona pieszych – Podręcznik dla organizatorów ruchu pieszego” – KRBRD 2015)

Wymagania stawiane słupom i masztom oświetleniowym:

- 1) Zalecana wysokość słupów: $h \geq 5\text{m}$.
- 2) Długość wysięgnika dostosowana do geometrii jezdni i miejsca lokalizacji słupa.
- 3) Minimalna wymagana grubość ścianki słupów metalowych – 4 milimetry.
- 4) Możliwość wprowadzenia minimum trzech kabli pięciorzędowych o przekroju do 35mm^2 – oraz umieszczenia kompletu izolacyjnych złączy kablowych.
- 5) Wyposażenie we wnękę z dostateczną ilością miejsca na połączenie kabli i umieszczenie odpowiedniej liczby zabezpieczeń.
- 6) Zabezpieczenie wnęk przed dostępem osób postronnych.
- 7) Na słupie musi być umieszczona tabliczka znamionowa z podanym typem słupa, datą produkcji, nazwą producenta oraz tabliczka ostrzegawcza.
- 8) Wszystkie słupy i maszty metalowe muszą być montowane na fundamentach prefabrykowanych.
- 9) Metalowe drzwiczki i pokrywy wnęk kablowych słupów muszą być wyposażone w zacisk do przyłączenia przewodu ochronnego.
- 10) Słupy stalowe przeznaczone do montażu na fundamencie prefabrykowanym muszą przenosić obciążenia wynikające z zawieszenia opraw oraz parcia wiatru (na oprawę i wysięgnik) dla występującej lokalnie strefy wiatrowej.
- 11) Stosować wysięgniki o długości oraz kącie nachylenia względem jezdni zgodne z dokumentacją projektową oraz obliczeniami fotometrycznymi.
- 12) Wysięgniki mocowane wierzchołkowo lub bocznie – dostosowane do opraw i typu słupa oświetleniowego.

Wymagania konstrukcyjne i fotometryczne opraw oświetlenia przejść dla pieszych wykonanych w technologii LED:

- 1) Oprawy oświetleniowe powinny zapewnić podwójnie asymetryczny rozsył światła w płaszczyznach C0 – C180 oraz C90 – C270, dedykowany do oświetlenia przejść dla pieszych. Układ optyczny powinien być dostępny w dwóch wersjach: prawostronnej oraz lewostronnej.
- 2) Bryła fotometryczna jest kształtowana za pomocą wielosoczewkowej, płaskiej matrycy LED; Każda z soczewek matrycy emituje taką samą krzywą światłości, a całkowity strumień oprawy jest sumą strumieni poszczególnych soczewek.
- 3) Źródła LED dostępne w różnych zakresach temperatur barwowych: ok. 3000K (barwa ciepło – biała), ok. 4000K (barwa neutralna – biała) i ok. 5700K (barwa chłodno – biała).

- 5) Obudowa oprawy wykonana z odlewu aluminium, klosz oprawy ze szkła hartowanego; dopuszcza się klosz z poliwęglanu dla opraw stylizowanych; współczynnik odporności oprawy na uderzenia minimum IK0.
- 6) Oprawa malowana proszkowo; możliwość wykonania oprawy w dowolnym kolorze z palety barw RAL lub AKZO.
- 7) Elementy mocujące oprawę na słupie lub wysięgniku tj. śruby, podkładki, wykonane są ze stali nierdzewnej.
- 8) Zapewnienie możliwości regulacji kąta nachylenia oprawy względem jezdni w przypadku montażu oprawy na słupie lub wysięgniku dla opraw typu drogowego.
- 9) Szczelność komory optycznej oprawy minimum IP66; szczelność komory osprzętu dla opraw typu drogowego minimum IP66, dla opraw dekoracyjnych/stylizowanych IP54.
- 10) Znamionowe napięcie zasilające oprawy: 230V/50Hz.
- 11) I lub II klasa ochrony przeciwporażeniowej, wg. projektu elektrycznego.
- 12) Ochrona przeciwprzebieciowa w oprawie minimum 10kV.
- 13) Oprawa wyposażona w czujnik termiczny zapobiegający przypadkowemu przegrzaniu.
- 14) Minimalny zakres temperatur pracy; $-35^{\circ}\text{C} \leq T_o \leq +35^{\circ}\text{C}$.
- 15) Dostępność danych fotometrycznych oprawy pozwalających na wykonanie obliczeń parametrów oświetleniowych w ogólnodostępnym programie komputerowym.

6. Analiza zużycia energii systemu oświetleniowego

Podstawa analizy - dane uzyskane z UM oraz inwentaryzacja w terenie

Zakres:

- wyliczenie mocy istniejącego systemu
- wyliczenie energochłonności opraw
- zużycie energii przez system
- koszty energii

Moc istniejącego systemu

Moc istniejącego systemu została wyliczona jako suma iloczynów mocy jednostkowych i ilości opraw. Należy jednak pamiętać, że wizja lokalna (z poziomu drogi), mająca na celu identyfikację rodzaju i mocy opraw w niektórych przypadkach nie zawsze na to pozwala. Przyczyną mogą być nieprzeświecalne klosze czy zastosowanie zamiennego źródła światła. Dodatkowo identyfikację utrudnia stosowanie przez producentów opraw, takich samych gabarytów opraw dla różnych mocy.

STAN BAZOWY

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	Straty dławnika	Moc systemu [kW]
70	577	15%	46,449
100	165	14%	18,810
125	4	16%	0,580
150	1061	14%	222,810
250	151	12%	52,850
	1 958	SUMA	341,499

Średnia energochłonność opraw

341,499 [kW] (moc opraw / 1958 [szt] (ilość opraw) = 174,412W/oprawę

Biorąc pod uwagę, że analizą objęte są ulice o wyższych klasach oświetleniowych należy uznać wartość za umiarkowaną.

Zużycie energii przez system

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh 1 rok	Zużycie kWh 5 lat
70	577	4150	192 761,28	963 806,38
100	165	4150	78 061,50	390 307,50
125	4	4150	2 407,00	12 035,00
150	1061	4150	924 661,50	4 623 307,50
250	151	4150	219 327,50	1 096 637,50
	1 958	SUMA	1 417 218,78	7 086 093,88

Roczne zużycie energii elektrycznej to 1 417 218,78 kWh tj. ok. 1 417,219 MWh

Koszty energii

Poniższa tabela przedstawia koszt oświetlenia ulicznego dla danego typu oprawy, oraz łącznie dla całego systemu.

MOC OPRAWY	Zużycie kWh	Koszt kWh*	Koszt oświetlenia 1 rok
70	192 761,28	0,42 zł	80 315,63 zł
100	78 061,50	0,42 zł	32 524,99 zł
125	2 407,00	0,42 zł	1 002,90 zł
150	924 661,50	0,42 zł	385 268,12 zł
250	219 327,50	0,42 zł	91 384,68 zł
		SUMA	590 496,32 zł

* - cena energii za 1 kWh + łączne koszty dystrybucyjne uśrednione

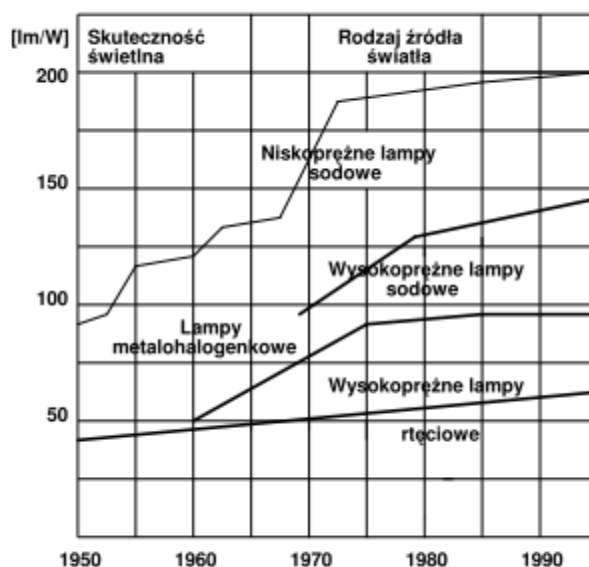
Roczny koszt energii elektrycznej zużywanej według warunków obecnych to **590 496,32 zł.** bez opłat abonamentowych i pełnej mocy umownej (w opłatach stawek stałych dystrybucyjnych przyjęto moc zainstalowaną).

7. Analiza techniczno-technologiczna

Źródła światła:

Zgodnie z raportem Departamentu Energetyki Ministerstwa Gospodarki pn. „Analizy i ekspertyzy dotyczące źródeł światła”, oświetlenie drogowe i uliczne w Polsce. Autorzy opracowania wskazują na zbliżający się zmierzch tradycyjnych źródeł świetlnych i pojawiającą się świadomość w zakresie korzyści płynących ze źródeł Lendowych.

Na tej podstawie roboczo można wyróżnić klasyczne źródła światła (źródła rtęciowe, sodowe, świetlówki), oraz źródła nowej generacji (LED, OLED). Równocześnie należy zauważyć, że obserwowany do tej pory wzrost skuteczności klasycznych źródeł światła został wyhamowany. Wynika to prawdopodobnie z priorytetów określonych przez branżę oświetleniową, która nastawia się aktualnie głównie na rozwój rynku źródeł typu LED.



Rys. 13.1 Wzrost skuteczności świetlnej na przestrzeni lat w zależności od rodzaju źródła

Mając na wadze powyższe, jako potencjalne rozwiązanie techniczne w zakresie źródeł światła należy wskazać źródło typu LED, lub w sodę wysokoprężną

Soda wysokoprężna



Źródło sodowe wysokoprężne przedstawione jest na rysunku zamieszczonym obok. Promieniowanie świetlne emitowane jest z zachodzącego w jarzniku wyładowania w parach sodu pod wysokim ciśnieniem rzędu 104 Pa.

Jarznik jest umieszczony w szklanej, zamkniętej bańce, w której panuje próżnia. W lampach wyższych mocy bańka wykonana jest z tzw. szkła twardego typu wolframowo – borowo – krzemowego, a w lampach niższych mocy z tzw. szkła miękkiego typu sodowo – wapniowego. Może ona być przezroczysta lub pokryta warstwą rozpraszającą światło. Jako pokrycie rozpraszające używana jest na ogół krzemionka nanoszona na szkło metodą elektrostatyczną? Żarówka sodowa wyposażona jest w metalowy, gwintowany trzonek.

Do zamocowania jarznika wewnątrz banki szklanej służy konstrukcja wsporcza.

Wysokoprężne lampy sodowe w kategorii klasycznych źródeł oświetleniowych wykazują również bardzo wysoką skuteczność świetlną:

Rodzaj źródła światła	Stopień transformacji energii elektrycznej dostarczonej do obwodu lampy na promieniowanie widzialne
Wysokoprężna lampa sodowa	30 %
Lampa rtęciowa	15 %
Świetlówka	20 %
Lampa metalohalogenkowa	21 %

Lampy sodowe wysokoprężne charakteryzują się następującymi cechami:

- Wysoka skuteczność świetlna
- Przyjazna, neutralna barwa świetlna
- Duża trwałość i żywotność
- Niską utratą sprawności

Źródła LED

Znaczny postęp technologiczny w produkcji półprzewodnikowych źródeł światła, jakimi są diody LED w ostatnich kilku latach sprawił, iż stało się możliwe stosowanie ich, jako niemal pełnowartościowych źródeł światła. Lampy LED opierają się o zestaw diod elektroluminescencyjnych charakteryzują się następującymi cechami:

- Wysoka skuteczność świetlna,
- Długa żywotność gwarantowana na poziomie 50 000 h, a sięgająca nawet 100 000h,
- Dowolność w kształtowaniu strumienia rozsyłu światła,
- Odporność na wibracje i wstrząsy,
- Odporność na cykle włączania i wyłączania
- Możliwość sterowania natężeniem strumienia świetlnego
- Niskie koszty eksploatacyjne

Do wad źródeł LEDowych należy jednakże zaliczyć wysoki koszt inwestycyjny oraz zimną temperaturę barwową, która jest negatywnie oceniana przez część użytkowników opraw. Negatywny skutek tego elementu można jednakże minimalizować poprzez określenie w specyfikacji technicznej przyjaźniejszej temperatury barwowej.

Z uwagi na fakt, iż oprawy sodowe są już aktualnie montowane na terenie Gminy Gliwice, w ramach modernizacji rekomenduje się wykorzystanie opraw LEDowych.

8. Wymiana opraw oświetlenia ulicznego

Zgodnie z analizą techniczno-technologiczną, oraz zaleceniami kart wymagań oświetlenia wynikających z masterplanu, zastosowano oprawy LED o temperaturze barwowej przypisanej dla każdej ulicy.

W ramach opracowywanego zakresu parametry przedstawia tabela jak poniżej.

Temperatura Barwowa		
3000K - 3200K	4000K - 4200K	4900K - 5200K
Bajana	Cmentarz Centralny	Bojkowska
Bereniki	Da Vinci	DK 88
Czerskiego	DK 88	Kozielska
Diamentowa	Eiffela	
Drozdów	Einsteina	
Dybowskiego	Estakada Heweliusza	
Gajdy	Gaudiego	
Gierymskiego	Główna	
Główna	Graniczna	
Grodeckiego	Gutenberga	
Gwiazdy Polarnej	Jasna	
Horsta Bienka	Jesienna	
Idy	Knurowska	
Jaskółcza	Kozielska	
Jondy	Nobla	
Karolinki	Nowy Świat	
Kopernika	Park Chopina	
Królowej Bony	Park Grunwaldzki	
Lema	Park Nacka	
Lindego	Park Syriusza	
Literatów	Park Szwajcaria	
Makuszyńskiego	Perseusza	
Metalowców	Pionierów	
Mieszka I	Przemyska	
Noworoczna	Rybnicka	
Oleśnickiego	Smolnicka	
Owsiana	Wielkiej Niedźwiedzicy	
Park Nacka	Wyczółkowskiego	
Park Narutowicza		
Park Syriusza		
Parkowa		

Pistacjowa		
Pliszki		
Płowiecka		
Pułaskiego		
Rejtana		
Skowrończa		
Skwer Oriona		
Stalmacha		
Sylwestrowa		
św Elżbiety		
Toruńska		
Wandy		
Widokowa		
Wroblewskiego		
Zacisze		
Ziemowita		
Ziębia		
Zimnej wody		

9. Analiza Oświetlenia dla trzech wariantów

Wariant I

Zakłada modernizację 1958 opraw ze źródłem sodowym na oprawy w technologii LED. Przewiduje zastosowanie 5 typów opraw:

- Drogowe
- Parkowe
- Stylowe
- Stylizowane
- Naświetlacze

Wariant ten proponuje również wymianę obecnych opraw do oświetlenia chodników, które zamontowane są na słupie z prawą do oświetlenia dróg (słup z dwoma oprawami). Obecnie stosowane dość często tzw. „kule” modernizuje się na oprawy drogowe, lecz zważywszy na niższe zamontowanie oprawy, oraz mniejsze wymaganie dotyczące oświetlenia chodnika wynikające z normy, źródła światła w tych oprawach będą miały o wiele mniejszą moc. W związku z tym, że obecnie stosowane tam oprawy typu „kula” montowane były od góry, a zaproponowane oprawy nie mają możliwości takiego montażu, z punktu technicznego jak i późniejszego spełnienia normy oświetleniowej, zakłada się wymianę wysięgników w tych przypadkach.

Podobna sytuacja odnośnie montażu opraw występowała na ulicy Zawiszy Czarnej, na której założono wymianę wysięgników.

Na ul. Diamentowej i Widokowej zakłada się likwidację wysięgników i montaż nowych opraw parkowych na szczycie słupa. Na ul. Grodeckiego proponuje się wymianę dwóch istniejących opraw, zamontowanych na każdym słupie, na jedną oprawę.

Zaleca się zastosowanie autonomicznej redukcji mocy w godzinach nocnych dla ciągów drogowych za wyjątkiem skrzyżowań. Konkretnie punkty świetlne należy wyznaczyć do zastosowania redukcji na etapie projektu.

Zastosowane w tym wariantcie oprawy powinny charakteryzować się parametrami:

Oprawy Drogowe

1. Korpus wytłaczany ciśnieniowo z aluminium, dwukomorowy, z zintegrowanym radiatorem dla prawidłowego oddawania ciepła. Uszczelki wlewane maszynowo, poliuretanowe.

2. Moc opraw LED, rozumiana jako maksymalna dopuszczona, określona została w zestawieniu projektowym, zgodnie z wynikami obliczeń fotometrycznych. Strumień świetlny całej oprawy jako min. określają obliczenia fotometryczne.

3. Oprawy z autonomiczną redukcją mocy o 20% w od godzinach od 23.00 do godziny 6.00

4. Korpus oprawy trwale zamykany i zakręcany na śruby ze stali nierdzewnej. Wymagana jest wlewana uszczelka poliuretanowa dla zachowania w czasie właściwej klasy szczelności całej oprawy.

5. Korpus powinien być wyposażony w filtr ceramiczny do przewietrzania komory, dla odparowania skondensowanej pary wodnej przy jednoczesnym utrzymaniu protekcji IP66 oraz płynnemu wyrównaniu ciśnień w komorze oprawy.

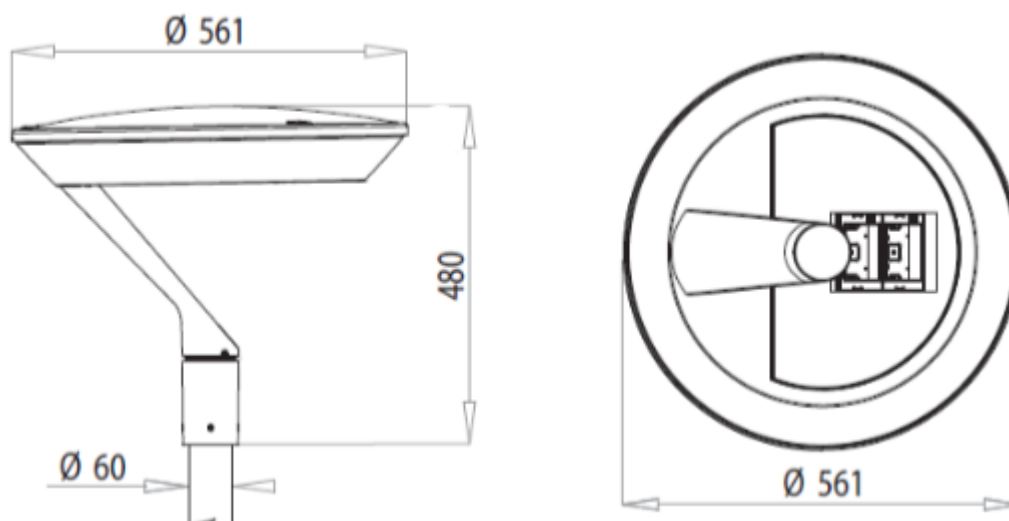
6. Optyka diod LED wykonana z aluminiowych, posrebrzanych modułów odbłyśników rastrowych, które w przeciwieństwie do soczewek PMMA lub PC nie tracą swojej charakterystyki świetlnej w czasie i zapewniają niższe poziomy ośnienia, i praktycznie nie ulegają degradacji w całym okresie użytkowania. Charakterystyka układu optycznego została dobrana poprzez obliczenia fotometryczne. Dostępne typy optyk wykorzystane w projekcie: asymetryczny, drogowy.

7. Wszystkie oprawy drogowe montowane na wysięgniku i na słup w tej samej stylistyce, z jednej rodziny opraw w celu ujednoczenia stylistyki infrastruktury oświetleniowej miasta.

8. Oprawy gotowe do współpracy z zewnętrznym systemem sterowania oświetleniem, wyposażone w gniazdo 1-10V lub Dali.
9. Moc całkowita opraw LED została podana w obliczeniach przy ich minimalnym strumieniu świetlnym do każdej z mocy.
10. Diody wystawiane prądem nie większym niż: 500mA dla wydłużenia żywotności i poprawy efektywności opraw LED. Zakres pracy temperatury otoczenia oprawy od -40st. do +50st. Celsjusza, podanym przy obciążeniu 500mA i T_a min.25°C. Ochrona przed przepięciami 10kV oraz 10kA. LED 3200K, 4000K oraz 5700K zgodnie z założeniami Master Plan.
11. Wydajność oprawy LED min.: 120 lm z 1W podana przy obciążeniu 500mA z uwzględnieniem strat układu zasilania oraz strat układu optycznego.
12. Żywotność LED min.: 100.000h potwierdzona poprzez raport L90B10, badane przy temperaturze otoczenia min.+25st. oraz 500mA.
13. Oprawa w II kl. ochronności.
14. Oprawa wyposażona w rozdzielne od układu zasilania dodatkowe zabezpieczenie do 10kV-10kA (SPD) chroniące przed skokami napięcia.
15. Zamocowanie do słupa wytłaczane ciśnieniowo z aluminium, uniwersalne o możliwości montażu na wysięgniku i szczycie słupa o średnicy 60mm, z możliwością ustawienia kąta nachylenia oprawy.
16. Regulacja kąta nachylenia oprawy za pomocą jednego, ruchomego zamocowania od 0° do -20° dla zamocowania na wysięgniku i od 0° do 20° dla zamocowania na szczycie słupa. Krok nachylenia min. co 5°
17. Dyfuzor z przezroczystego hartowanego szkła o grubości 4mm odpornego na szoki termiczne i na uderzenia min. IK09
18. Oprawa o całkowitej klasie szczelności min. IP66.
19. Certyfikat dopuszczenia CE oraz ENEC
20. Zasadność użycia opraw należy poprzeć obliczeniami fotometrycznymi ogólnodostępnego programu Dialux

Oprawy Parkowe

1. Korpus wytłaczany ciśnieniowo z aluminium, z zintegrowanym radiatorem dla prawidłowego oddawania ciepła. Uszczelki wlewane maszynowo, poliuretanowe.



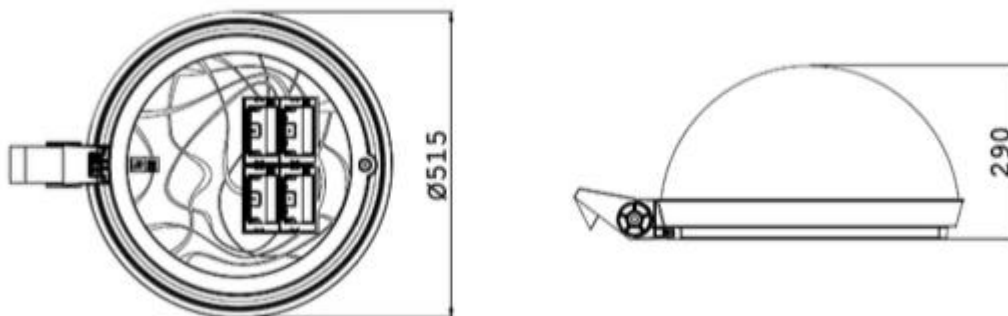
Przykład oczekiwanej stylistyki dla opraw Parkowych LED

2. Moc opraw LED, rozumiana jako maksymalna dopuszczona, określona została w zestawieniu projektowym, zgodnie z wynikami obliczeń fotometrycznych. Strumień świetlny całej oprawy jako min. określają obliczenia fotometryczne.
3. Oprawy z autonomiczną redukcją mocy o 20% w od godzinach od 23.00 do godziny 6.00
4. Korpus oprawy trwale zamykany. Wymagana jest wylewana uszczelka poliuretanowa dla zachowania w czasie właściwej klasy szczelności całej oprawy.
5. Korpus powinien być wyposażony w filtr ceramiczny do przewietrzania komory, dla odparowania skondensowanej pary wodnej przy jednoczesnym utrzymaniu protekcji IP66 oraz płynnemu wyrównaniu ciśnień w komorze oprawy.
6. Optyka diod LED wykonana z aluminiowych, posrebrzanych modułów odbłyśników rastrowych(układ odbłyśników).
7. Wszystkie oprawy parkowe montowane na słup pionowy w tej samej stylistyce oraz wymiarach korpusów, z jednej rodziny opraw w celu ujednolicenia stylistyki infrastruktury oświetleniowej miasta.
8. Oprawy gotowe do współpracy z zewnętrznym systemem sterowania oświetleniem, wyposażone w gniazdo 1-10V lub Dali.
9. Moc całkowita opraw LED została podana w obliczeniach przy ich minimalnym strumieniu świetlnym do każdej z mocy.
10. Diody wysterowane prądem nie większym niż: 700mA dla wydłużenia żywotności i poprawy efektywności opraw LED. Zakres pracy temperatury otoczenia oprawy od -40st. do +35st. Celsjusza, podanym przy obciążeniu 700mA i Ta min.25°C. Ochrona przed przepięciami 10kV oraz 10kA. LED 3200K, 4000K oraz 5700K zgodnie z założeniami Master Plan.

11. Wydajność oprawy LED min.: 100 lm z 1W podana przy obciążeniu 700mA z uwzględnieniem strat układu zasilania oraz strat układu optycznego.
12. Żywotność LED min.: 100.000h potwierdzona poprzez raport L90B10, badane przy temperaturze otoczenia min.+25st. oraz 700mA.
13. Oprawa w II kl. ochronności.
14. Oprawa wyposażona w rozdzielne od układu zasilania dodatkowe zabezpieczenie do 10kV-10kA (SPD) chroniące przed skokami napięcia.
15. Zamocowanie do słupa wytłaczane ciśnieniowo z aluminium, zintegrowane z oprawą, uniwersalne o możliwości montażu na szczycie słupa o średnicy 60mm.
17. Dyfuzor z przezroczystego hartowanego szkła o grubości 4mm odpornego na szoki termiczne i na uderzenia min. IK08
18. Oprawa o całkowitej klasie szczelności min. IP66.
19. Certyfikat dopuszczenia CE.

Oprawy Stylizowane

1. Korpus wytłaczany ciśnieniowo z aluminium, z zintegrowanym radiatorem dla prawidłowego oddawania ciepła.



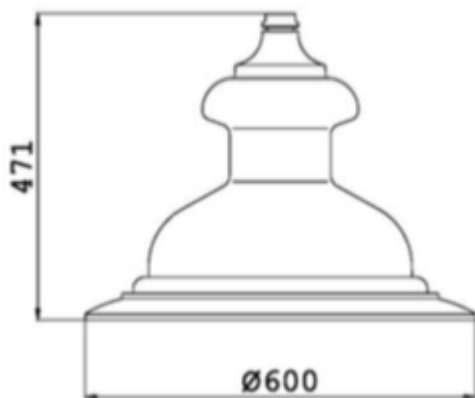
Przykład oczekiwanej stylistyki dla opraw Stylizowanych LED

2. Moc opraw LED, rozumiana jako maksymalna dopuszczona, określona została w zestawieniu projektowym, zgodnie z wynikami obliczeń fotometrycznych. Strumień świetlny całej oprawy jako min. określają obliczenia fotometryczne.
3. Oprawy z autonomiczną redukcją mocy o 20% w od godzinach od 23.00 do godziny 6.00
4. Korpus oprawy trwale zamykany.

5. Korpus powinien być wyposażony w filtr ceramiczny do przewietrzania komory, dla odparowania skondensowanej pary wodnej przy jednoczesnym utrzymaniu protekcji IP66 oraz płynnemu wyrównaniu ciśnień w komorze oprawy.
6. Optyka diod LED wykonana z aluminiowych, posrebrzanych modułów odbłyśników rastrowych(układ odbłyśników).
7. Wszystkie oprawy dekoracyjne montowane na słup pionowy, w tej samej stylistyce oraz wymiarach korpusów, z jednej rodziny opraw w celu ujednolicenia stylistyki infrastruktury oświetleniowej miasta.
8. Oprawy gotowe do współpracy z zewnętrznym systemem sterowania oświetleniem, wyposażone w gniazdo 1-10V lub Dali.
9. Moc całkowita opraw LED została podana w obliczeniach przy ich minimalnym strumieniu świetlnym do każdej z mocy.
10. Diody wysterowane prądem nie większym niż: 700mA dla wydłużenia żywotności i poprawy efektywności opraw LED. Zakres pracy temperatury otoczenia oprawy od -40st. do +35st. Celsjusza, podanym przy obciążeniu 700mA i Ta min.25°C. Ochrona przed przepięciami 10kV oraz 10kA. LED 3200K, 4000K oraz 5700K zgodnie z założeniami Master Plan.
11. Wydajność oprawy LED min.: 100 lm z 1W podana przy obciążeniu 700mA z uwzględnieniem strat układu zasilania oraz strat układu optycznego.
12. Żywotność LED min.: 100.000h potwierdzona poprzez raport L90B10, badane przy temperaturze otoczenia min.+25st. oraz 700mA.
13. Oprawa w II kl. ochronności.
14. Oprawa wyposażona w rozdzielne od układu zasilania dodatkowe zabezpieczenie do 10kV-10kA (SPD) chroniące przed skokami napięcia.
15. Zamocowanie do słupa wytłaczane ciśnieniowo z aluminium, zintegrowane z oprawą, uniwersalne o możliwości montażu na szczycie lub jako obejm (na różnych wysokościach) słupa o średnicy 60mm.
17. Dyfuzor z przezroczystego hartowanego szkła o grubości 4mm odpornego na szoki termiczne i na uderzenia min. IK08
18. Oprawa o całkowitej klasie szczelności min. IP66.
19. Certyfikat dopuszczenia CE.

Oprawy stylowe

1. Korpus wytłaczany ciśnieniowo z aluminium, z zintegrowanym radiatorem dla prawidłowego oddawania ciepła.



Przykład oczekiwanej stylistyki dla opraw Stylowych LED

2. Moc opraw LED, rozumiana jako maksymalna dopuszczona, określona została w zestawieniu projektowym, zgodnie z wynikami obliczeń fotometrycznych. Strumień świetlny całej oprawy jako min. określają obliczenia fotometryczne.
3. Oprawy z autonomiczną redukcją mocy o 20% w od godzinach od 23.00 do godziny 6.00
4. Korpus oprawy trwale zamykany.
5. Korpus powinien być wyposażony w filtr ceramiczny do przewietrzania komory, dla odparowania skondensowanej pary wodnej przy jednoczesnym utrzymaniu protekcji IP66 oraz płynnemu wyrównaniu ciśnień w komorze oprawy.
6. Optyka diod LED wykonana z aluminiowych, posrebrzanych modułów odbłyśników rastrowych(układ odbłyśników).
7. Wszystkie oprawy zwieszane od góry, w tej samej stylistyce oraz wymiarach korpusów, z jednej rodziny opraw w celu ujednoczenia stylistyki infrastruktury oświetleniowej miasta.
8. Oprawy gotowe do współpracy z zewnętrznym systemem sterowania oświetleniem, wyposażone w gniazdo 1-10V lub Dali.
9. Moc całkowita opraw LED została podana w obliczeniach przy ich minimalnym strumieniu świetlnym do każdej z mocy.
10. Diodyysterowane prądem nie większym niż: 700mA dla wydłużenia żywotności i poprawy efektywności opraw LED. Zakres pracy temperatury otoczenia oprawy od -40st. do +35st. Celsjusza, podanym przy obciążeniu 700mA i Ta min.25°C. Ochrona przed przepięciami 10kV oraz 10kA. LED 3200K, 4000K oraz 5700K zgodnie z założeniami Master Plan.
11. Wydajność oprawy LED min.: 100 lm z 1W podana przy obciążeniu 700mA z uwzględnieniem strat układu zasilania oraz strat układu optycznego.

12. Żywotność LED min.: 100.000h potwierdzona poprzez raport L90B10, badane przy temperaturze otoczenia min.+25st. oraz 700mA.
13. Oprawa w II kl. ochronności.
14. Oprawa wyposażona w rozdzielne od układu zasilania dodatkowe zabezpieczenie do 10kV-10kA (SPD) chroniące przed skokami napięcia.
15. Zamocowanie do słupa wytłaczane ciśnieniowo z aluminium, zintegrowane z oprawą, uniwersalne o możliwości montażu na szczycie słupa o średnicy 60mm.
17. Dyfuzor z przezroczystego hartowanego szkła o grubości 4mm odpornego na szoki termiczne i na uderzenia min. IK08
18. Oprawa o całkowitej klasie szczelności min. IP66.
19. Certyfikat dopuszczenia CE.

Fotometria opraw powinna być taka, aby na już istniejących konstrukcjach wsporczych można było osiągnąć spełnienie normy oświetleniowej PN-EN 13201, dla poszczególnych wariantów oświetleniowych określonych w audycie przy założeniu, iż moc rzeczywista oprawy zaproponowanego rozwiązania nie może przekraczać mocy zaproponowanej w danym wariantcie przy zachowaniu parametru iluminacji.

Oprawę uznaje się za równoważną, w rozumieniu art. 27 Ustawy Prawo zamówień publicznych, po spełnieniu kryteriów jak powyżej, na podstawie wykonanych obliczeń wykazujących spełnienie normy, przy analogicznym współczynniku utrzymania oraz identycznej geometrii obszaru oświetlanego.

Zaleca się zastosowanie autonomicznej redukcji mocy w godzinach nocnych dla ciągów drogowych za wyjątkiem skrzyżowań. Konkretnie punkty świetlne należy wyznaczyć do zastosowania redukcji na etapie projektu.

Poniższa tabela przedstawia stan przed i po modernizacji. Wskazane są istniejące moce opraw

STAN BAZOWY

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
70	577	46448,5	4150	192 761,28	149 968,27
100	165	18810	4150	78 061,50	60 731,85
125	4	580	4150	2 407,00	1 872,65
150	1061	222810	4150	924 661,50	719 386,65
250	151	52850	4150	219 327,50	170 636,80
SUMA	1 958	341 499		1 417 218,78	1 102 596,21

STAN PO MODERNIZACJI OPRAW

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
16	4	64	4150	239,04	185,97
19	166	3154	4150	11 780,19	9 164,99
21	97	2037	4150	7 608,20	5 919,18
21,5	206	4429	4150	16 542,32	12 869,92
22	9	198	4150	739,53	575,35
26	85	2210	4150	8 254,35	6 421,88
28	80	2240	4150	8 366,40	6 509,06
30,5	24	732	4150	2 734,02	2 127,07
31	30	930	4150	3 473,55	2 702,42
36	79	2844	4150	10 622,34	8 264,18
38	15	570	4150	2 128,95	1 656,32
39	28	1092	4150	4 078,62	3 173,17
41,5	12	498	4150	1 860,03	1 447,10
44	105	4620	4150	17 255,70	13 424,93
45	86	3870	4150	14 454,45	11 245,56
46	46	2116	4150	7 903,26	6 148,74
51	6	306	4150	1 142,91	889,18
52	46	2392	4150	8 934,12	6 950,75
53	72	3816	4150	14 252,76	11 088,65
54	40	2160	4150	8 067,60	6 276,59
55	13	715	4150	2 670,53	2 077,67
62	113	7006	4150	26 167,41	20 358,24
69	3	207	4150	773,15	601,51
70	131	9170	4150	34 249,95	26 646,46
71	82	5822	4150	21 745,17	16 917,74
75	40	3000	4150	11 205,00	8 717,49
78	41	3198	4150	11 944,53	9 292,84
104	75	7800	4150	29 133,00	22 665,47
107	48	5136	4150	19 182,96	14 924,34
114	42	4788	4150	17 883,18	13 913,11
119	35	4165	4150	15 556,28	12 102,78
128	60	7680	4150	28 684,80	22 316,77
129	16	2064	4150	7 709,04	5 997,63
SUMA	1 935	101 029		377 343,32	293 573,10

Opis wartości przedstawionych w tabeli porównującej stan bazowy ze stanem po modernizacji:

Moc oprawy – [W] – dotyczy istniejących opraw sodowych i rtęciowych

Czas Świecenia – [h] – przyjęto 4150h co daje 11,37h na dobę

Zużycie – [kWh] = Moc * Ilość * Czas Świecenia (w przypadku opraw sodowych i rtęciowych uwzględniono straty dławnika)

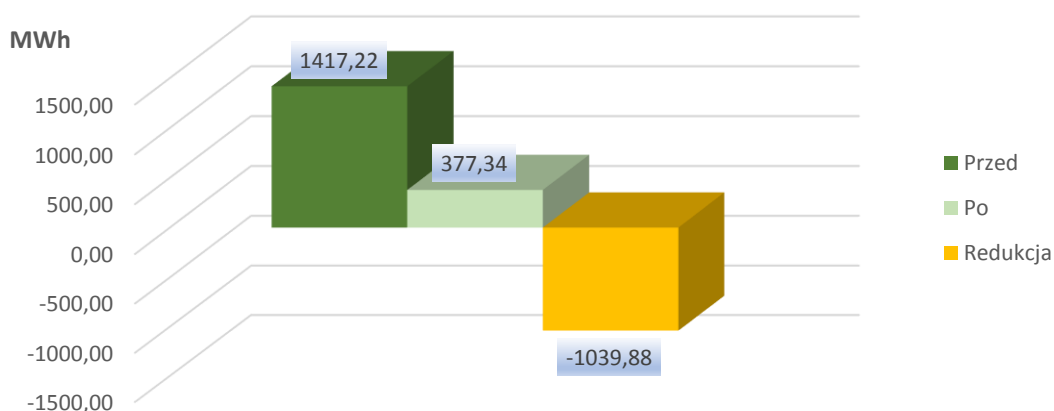
Emisja CO2 – [kg] = zużycie * współczynnik emisji CO2 wg Krajowy

Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami KOBIZE (tj. 0,778)

Modernizacja przewiduje redukcję z obecnych 341,499 kW do poziomu przedstawionego w poniżej tabeli.

Redukcja mocy [kW]	240,47
Redukcja zużycia [kWh]	1 039 875,46
Redukcja zużycia %	73,37%

Poniższy wykres przedstawia poziom redukcji zużycia po modernizacji według wariantu I



Wariant II

Zakłada modernizację 1958 opraw ze źródłem sodowym na oprawy w technologii LED. Przewiduje zastosowanie 5 typów opraw:

- Drogowe
- Parkowe
- Stylowe
- Stylizowane
- Naświetlacze

Wariant ten proponuje również wymianę obecnych opraw do oświetlenia chodników, które zamontowane są na słupie z prawą do oświetlenia dróg (słup z dwoma oprawami). Obecnie stosowane dość często tzw. „kule” modernizuje się na oprawy drogowe, lecz zważywszy na niższe zamontowanie oprawy, oraz mniejsze wymaganie dotyczące oświetlenia chodnika wynikające z normy, źródła światła w tych oprawach będą miały o wiele mniejszą moc. W związku z tym, że obecnie stosowane tam oprawy typu „kula” montowane były od góry, a zaproponowane oprawy nie mają możliwości takiego montażu, z punktu technicznego jak i późniejszego spełnienia normy oświetleniowej, zakłada się wymianę wysięgników w tych przypadkach.

Podobna sytuacja odnośnie montażu opraw występowała na ulicy Zawiszy Czarnej, na której założono wymianę wysięgników.

Zastosowane w tym wariantcie oprawy powinny charakteryzować się parametrami takimi samymi co w wariantcie I, za wyjątkiem redukcji mocy w godzinach późnonocnych. Wariant II nie przewiduje redukcji mocy. Zakłada stałą poziomą moc przez cały okres świecenia oprawy.

Poniższa tabela przedstawia stan przed i po modernizacji. Wskazane są istniejące moce opraw

STAN BAZOWY

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
70	577	46448,5	4150	192 761,28	149 968,27
100	165	18810	4150	78 061,50	60 731,85
125	4	580	4150	2 407,00	1 872,65
150	1061	222810	4150	924 661,50	719 386,65
250	151	52850	4150	219 327,50	170 636,80
SUMA	1 958	341 499		1 417 218,78	1 102 596,21

STAN PO MODERNIZACJI OPRAW

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
16	4	64	4150	265,60	206,64
19	166	3154	4150	13 089,10	10 183,32
21	97	2037	4150	8 453,55	6 576,86
21,5	206	4429	4150	18 380,35	14 299,91
22	9	198	4150	821,70	639,28
26	85	2210	4150	9 171,50	7 135,43
28	80	2240	4150	9 296,00	7 232,29
30,5	24	732	4150	3 037,80	2 363,41
31	30	930	4150	3 859,50	3 002,69
36	79	2844	4150	11 802,60	9 182,42
38	15	570	4150	2 365,50	1 840,36
39	28	1092	4150	4 531,80	3 525,74
41,5	12	498	4150	2 066,70	1 607,89
44	105	4620	4150	19 173,00	14 916,59
45	86	3870	4150	16 060,50	12 495,07
46	46	2116	4150	8 781,40	6 831,93
51	6	306	4150	1 269,90	987,98
52	46	2392	4150	9 926,80	7 723,05
53	72	3816	4150	15 836,40	12 320,72
54	40	2160	4150	8 964,00	6 973,99
55	13	715	4150	2 967,25	2 308,52
62	113	7006	4150	29 074,90	22 620,27
69	3	207	4150	859,05	668,34
70	131	9170	4150	38 055,50	29 607,18
71	82	5822	4150	24 161,30	18 797,49
75	40	3000	4150	12 450,00	9 686,10
78	41	3198	4150	13 271,70	10 325,38
104	75	7800	4150	32 370,00	25 183,86
107	48	5136	4150	21 314,40	16 582,60
114	42	4788	4150	19 870,20	15 459,02
119	35	4165	4150	17 284,75	13 447,54
128	60	7680	4150	31 872,00	24 796,42
129	16	2064	4150	8 565,60	6 664,04
SUMA	1 935	101 029		419 270,35	326 192,33

Opis wartości przedstawionych w tabeli porównującej stan bazowy ze stanem po modernizacji:

Moc oprawy – [W] – dotyczy istniejących opraw sodowych i rtęciowych

Czas Świecenia – [h] – przyjęto 4150h co daje 11,37h na dobę

Zużycie – [kWh] = Moc * Ilość * Czas Świecenia (w przypadku opraw sodowych i rtęciowych uwzględniono straty dławnika)

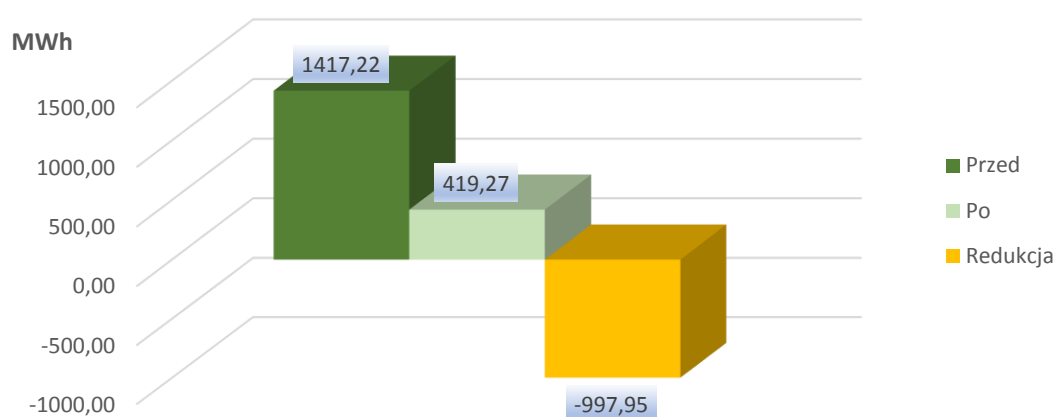
Emisja CO2 – [kg] = zużycie * współczynnik emisji CO2 wg Krajowy

Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami KOBIZE (tj. 0,778)

Modernizacja przewiduje redukcję z obecnych 341,499 kW do poziomu przedstawionego w poniżej tabeli.

Redukcja mocy [kW]	240,47
Redukcja zużycia [kWh]	997 948,43
Redukcja zużycia %	70,42%

Poniższy wykres przedstawia poziom redukcji zużycia po modernizacji według wariantu II



Wariant III

Zakłada modernizację 1958 opraw ze źródłem sodowym na oprawy w technologii LED. Przewiduje zastosowanie 5 typów opraw:

- Drogowe
- Parkowe
- Stylowe
- Stylizowane
- Naświetlacze

Wariant ten proponuje wymianę również obecnych opraw do oświetlenia chodników, które zamontowane są na słupie z prawą do oświetlenia dróg (słup z dwoma oprawami). Obecnie stosowane dość często tzw. „kule” modernizuje się na oprawy drogowe, lecz zważywszy na niższe zamontowanie oprawy, oraz mniejsze wymaganie dotyczące oświetlenia chodnika wynikające z normy, źródła światła w tych oprawach będą miały o wiele mniejszą moc. W związku z tym, że obecnie stosowane tam oprawy typu „kula” montowane były od góry, a zaproponowane oprawy nie mają możliwości takiego montażu, z punktu technicznego jak i późniejszego spełnienia normy oświetleniowej, zakłada się wymianę wysięgników w tych przypadkach.

Podobna sytuacja odnośnie montażu opraw występowała na ulicy Zawiszy Czarnej, na której założono wymianę wysięgników.

Zaleca się zastosowanie autonomicznej redukcji mocy w godzinach nocnych dla ciągów drogowych za wyjątkiem skrzyżowań. Konkretnie punkty świetlne należy wyznaczyć do zastosowania redukcji na etapie projektu.

Zastosowane w tym wariantcie oprawy powinny charakteryzować się parametrami taki samymi co w wariantcie I, za wyjątkiem redukcji mocy w godzinach późnonocnych. Wariant III zakłada zastosowanie sterowanie dynamicznego z redukcją na takim samym poziomie co w wariantcie I.

Poniższa tabela przedstawia stan przed i po modernizacji. Wskazane są istniejące moce opraw

STAN BAZOWY

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
70	577	46448,5	4150	192 761,28	149 968,27
100	165	18810	4150	78 061,50	60 731,85
125	4	580	4150	2 407,00	1 872,65
150	1061	222810	4150	924 661,50	719 386,65
250	151	52850	4150	219 327,50	170 636,80
SUMA	1 958	341 499		1 417 218,78	1 102 596,21

STAN PO MODERNIZACJI OPRAW

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	Moc całkowita rzeczywista	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja CO2
16	4	64	4150	239,04	185,97
19	166	3154	4150	11 780,19	9 164,99
21	97	2037	4150	7 608,20	5 919,18
21,5	206	4429	4150	16 542,32	12 869,92
22	9	198	4150	739,53	575,35
26	85	2210	4150	8 254,35	6 421,88
28	80	2240	4150	8 366,40	6 509,06
30,5	24	732	4150	2 734,02	2 127,07
31	30	930	4150	3 473,55	2 702,42
36	79	2844	4150	10 622,34	8 264,18
38	15	570	4150	2 128,95	1 656,32
39	28	1092	4150	4 078,62	3 173,17
41,5	12	498	4150	1 860,03	1 447,10
44	105	4620	4150	17 255,70	13 424,93
45	86	3870	4150	14 454,45	11 245,56
46	46	2116	4150	7 903,26	6 148,74
51	6	306	4150	1 142,91	889,18
52	46	2392	4150	8 934,12	6 950,75
53	72	3816	4150	14 252,76	11 088,65
54	40	2160	4150	8 067,60	6 276,59
55	13	715	4150	2 670,53	2 077,67
62	113	7006	4150	26 167,41	20 358,24
69	3	207	4150	773,15	601,51
70	131	9170	4150	34 249,95	26 646,46
71	82	5822	4150	21 745,17	16 917,74
75	40	3000	4150	11 205,00	8 717,49
78	41	3198	4150	11 944,53	9 292,84
104	75	7800	4150	29 133,00	22 665,47
107	48	5136	4150	19 182,96	14 924,34
114	42	4788	4150	17 883,18	13 913,11
119	35	4165	4150	15 556,28	12 102,78
128	60	7680	4150	28 684,80	22 316,77
129	16	2064	4150	7 709,04	5 997,63
SUMA	1 935	101 029		377 343,32	293 573,10

Opis wartości przedstawionych w tabeli porównującej stan bazowy ze stanem po modernizacji:

Moc oprawy – [W] – dotyczy istniejących opraw sodowych i rtęciowych

Czas Świecenia – [h] – przyjęto 4150h co daje 11,37h na dobę

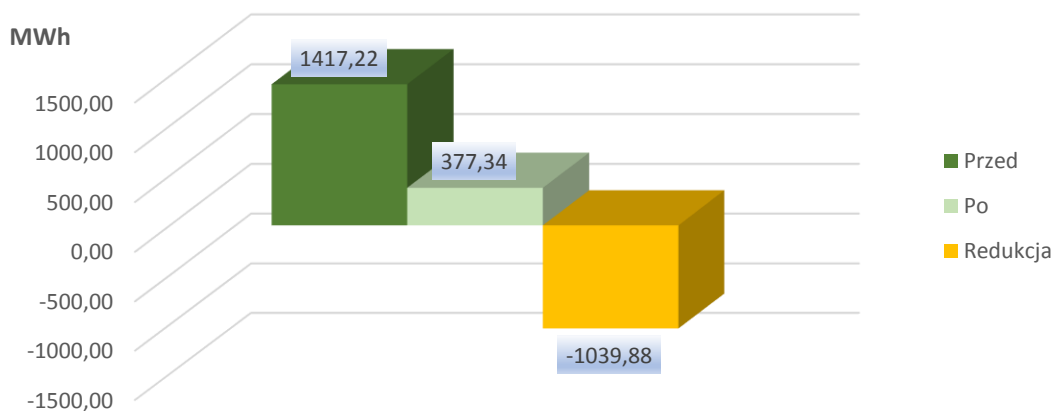
Zużycie – [kWh] = Moc * Ilość * Czas Świecenia (w przypadku opraw sodowych i rtęciowych uwzględniono straty dławnika)

Emisja CO2 – [kg] = zużycie * współczynnik emisji CO2 wg Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami KOBIZE (tj. 0,778)

Modernizacja przewiduje redukcję z obecnych 341,499 kW do poziomu przedstawionego w poniżej tabeli.

Redukcja mocy [kW]	240,47
Redukcja zużycia [kWh]	1 039 875,46
Redukcja zużycia %	73,37%

Poniższy wykres przedstawia poziom redukcji zużycia po modernizacji według wariantu III



10. Analiza zmniejszenia emisji CO₂

W chwili obecnej moc zakwalifikowanych do modernizacji opraw oświetleniowych na terenie Gliwic, w ramach opracowywanego zakresu, wynosi 341,499 kW co przy 4150 godzinach działania urządzeń w skali roku daje nam 1 417,219 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 1 102,59621 Mg.

Do obliczenia efektu ekologicznego wynikającego z ograniczenia zużycia energii elektrycznej zastosowano aktualny wskaźnik emisji CO₂ publikowany przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami KOBIZE przypadający na 1 MWh energii elektrycznej wyprodukowanej w instalacjach spalania. Dla energii elektrycznej, metodyka zakłada, że zastępowana energia elektryczna, pochodzi z polskiej sieci elektroenergetycznej. Wg danych opublikowanych w dokumencie pn. Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej za rok 2017, aktualny wskaźnik emisji dla polskich sieci elektroenergetycznych wynosi 0, 778 MgCO₂/MWh.

Zgodnie z założeniami modernizacji oświetlenia możemy określić efekt ekologiczny. Dane wyjściowe zależne są od ilości opraw zakwalifikowanych do modernizacji i kształtują się następująco:

Wariant I

Wariant I				
Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii	Emisja CO ₂
-	[kW]	[h]	[MWh]	[Mg]
Przed modernizacją	341,499	4150	1417,21878	1102,59621
Po modernizacji	101,029	4150	377,34332*	293,57310
Różnica	-240,470	-	-1039,87546	-809,02311
Redukcja emisji CO ₂ [%]				73,37

*uwzględniono redukcję mocy w oprawach, która powoduje redukcję zużycia energii, zgodnie z harmonogramem, o 20% w godzinach późnonocnych, co przekłada się na oszczędności zużycia energii w skali roku (tj. 4150 h świecenia opraw) o 10%.
 Zużycie energii po modernizacji = Moc * Czas świecenia * 90% = 101,029 * 4150 * 0,9 = 377,34332 [MWh]

Analiza kosztów przed i po modernizacji

Koszt modernizacji – 5 365 836,37 zł.

Roczny koszt oświetlenia – 590 496,32 zł

Roczny koszt oświetlenia po modernizacji - 160 736,59 zł.

Oszczędności – 429 759,73 zł.

Czas zwrotu inwestycji – 13 lat kalendarzowych

Koszt modernizacji po dofinansowaniu (85%):

➔ Koszty kwalifikowane
Brutto - 4 447 912,64 zł.
Netto - 3 616 189,14 zł.
Vat - 831 723,50 zł.

➔ Koszty niekwalifikowane
Brutto - 917 923,73 zł

Dofinansowaniu podlega jedynie 85% kosztów kwalifikowanych netto. Do kosztów w ramach finansów gminy zostanie:

Pozostałość Netto z kwalifikowanych - $3\,616\,189,14\text{ zł} * 15\% = 542\,428,37\text{ zł}$.

Łącznie* – 2 292 075,60 zł

*Suma kosztów niekwalifikowanych, w kosztów kwalifikowanych, oraz 15% kosztów kwalifikowanych

Czas zwrotu inwestycji – 6 lat kalendarzowych

Wariant II

Wariant II				
Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii	Emisja CO2
-	[kW]	[h]	[MWh]	[Mg]
Przed modernizacją	341,499	4150	1417,21878	1102,59621
Po modernizacji	101,029	4150	419,27035	326,19233
Różnica	-240,470	-	-997,94843	-776,40387
Redukcja emisji CO2 [%]				70,42

Analiza kosztów przed i po modernizacji

Koszt modernizacji – 5 365 836,37 zł.

Roczny koszt oświetlenia – 590 496,32 zł

Roczny koszt oświetlenia po modernizacji - 160 736,59 zł.

Oszczędności – 411 900,11 zł.

Czas zwrotu inwestycji – 14 lat kalendarzowych

Koszt modernizacji po dofinansowaniu (85%):

➔ Koszty kwalifikowane
 Brutto - 4 447 912,64 zł.
 Netto - 3 616 189,14 zł.
 Vat - 831 723,50 zł.

➔ Koszty niekwalifikowane
 Brutto - 917 923,73 zł

Dofinansowaniu podlega jedynie 85% kosztów kwalifikowanych netto. Do kosztów w ramach finansów gminy zostanie:

Pozostałość Netto z kwalifikowanych - $3\,616\,189,14\text{ zł} * 15\% = 542\,428,37\text{ zł}$.

Łącznie* – 2 292 075,60 zł

*Suma kosztów niekwalifikowanych, w at kosztów kwalifikowanych, oraz 15% kosztów kwalifikowanych

Czas zwrotu inwestycji – 6 lat kalendarzowych

Wariant III

Wariant III				
Parametr	Moc	Czas świecenia	Zużycie energii	Emisja CO2
-	[kW]	[h]	[MWh]	[Mg]
Przed modernizacją	341,499	4150	1417,21878	1102,59621
Po modernizacji	101,029	4150	377,34332*	293,57310
Różnica	-240,470	-	-1039,87546	-809,02311
Redukcja emisji CO2 [%]				73,37

*uwzględniono sterowanie dynamiczne w oprawach, które powoduje redukcję zużycia energii, zgodnie z harmonogramem, o 20% w godzinach późnonocnych, co przekłada się na oszczędności zużycia energii w skali roku (tj. 4150 h świecenia opraw) o 10%.
 Zużycie energii po modernizacji= $Moc * Czas\ świecenia * 90\% = 101,029 * 4150 * 0,9 = 377,34332\text{ [MWh]}$

Analiza kosztów przed i po modernizacji

Koszt modernizacji – 5 365 836,37 zł.

Roczny koszt oświetlenia – 590 496,32 zł

Roczny koszt oświetlenia po modernizacji - 160 736,59 zł.

Oszczędności – 429 759,73 zł.

Czas zwrotu inwestycji – 13 lat kalendarzowych

Koszt modernizacji po dofinansowaniu (85%):



Koszty kwalifikowane

Brutto - 4 447 912,64 zł.

Netto - 3 616 189,14 zł.

Vat - 831 723,50 zł.

➔ Koszty niekwalifikowane

Brutto - 917 923,73 zł

Dofinansowaniu podlega jedynie 85% kosztów kwalifikowanych netto. Do kosztów w ramach finansów gminy zostanie:

Pozostałość Netto z kwalifikowanych - 3 616 189,14 zł * 15% = 542 428,37 zł.

Łącznie* – 2 292 075,60 zł

*Suma kosztów niekwalifikowanych, w at kosztów kwalifikowanych, oraz 15% kosztów kwalifikowanych

Czas zwrotu inwestycji – 6 lat kalendarzowych

Efektywność kosztowa zmniejszenia zużycia energii

Polega na weryfikacji kosztu jednostkowego oszczędności energii poprzez odniesienia nakładów inwestycyjnych poniesionych w celu oszczędności energii do ilości zaoszczędzonej energii [zł/MWh]; przyjmuje się, że kosztami niezbędnymi do osiągnięcia oszczędności energii są całkowite wydatki kwalifikowane.

Zgodnie z definicją efektywność kosztową zmniejszenia zużycia energii wylicza się następująco:

Wartość robót / ilość zaoszczędzonej energii = E_{KE}

Dla Wariantu I:

$E_{KE} = 4\,447\,912,64 \text{ zł} / 1039,87546 \text{ MWh} = \mathbf{4\,277,25 \text{ [zł/MWh]}}$

Dla Wariantu II:

$E_{KE} = 4\,447\,912,64 \text{ zł} / 997,94843 \text{ MWh} = \mathbf{4\,457,27 \text{ [zł/MWh]}}$

Dla Wariantu III:

$E_{KE} = 4\,447\,912,64 \text{ zł} / 1039,87546 \text{ MWh} = \mathbf{4\,277,25 \text{ [zł/MWh]}}$

Efektywność kosztowa redukcji CO₂

Polega na weryfikacji kosztu jednostkowego redukcji CO₂ odprowadzonego do atmosfery poprzez odniesienia nakładów inwestycyjnych poniesionych w celu redukcji CO₂ do wielkości zmniejszenia jego emisji [zł/tCO₂]; przyjmuje się, że kosztami niezbędnymi do zmniejszenia emisji CO₂ są całkowite wydatki kwalifikowane.

Zgodnie z definicją efektywność kosztową redukcji CO₂ wylicza się następująco:

Wartość robót / ilość zaoszczędzonej emisji CO₂ = E_{KR}

Dla Wariantu I:

$$E_{KR} = 4\,447\,912,64 \text{ zł} / 809,02311 \text{ tCO}_2 = \mathbf{5\,497,88 \text{ [zł/ tCO}_2\text{]}}$$

Dla Wariantu II:

$$E_{KR} = 4\,447\,912,64 \text{ zł} / 776,40387 \text{ tCO}_2 = \mathbf{5\,728,86 \text{ [zł/ tCO}_2\text{]}}$$

Dla Wariantu III:

$$E_{KR} = 4\,447\,912,64 \text{ zł} / 809,02311 \text{ tCO}_2 = \mathbf{5\,497,88 \text{ [zł/ tCO}_2\text{]}}$$

11. Zgodność z politykami strategicznymi

Inwestycja jest zgodna z poniższymi celami i priorytetami dokumentów strategicznych na poziomie kraju, regionu, powiatu i gminy.

Zgodność projektu z dokumentami strategicznymi w odniesieniu do strategicznych dokumentów związanych z perspektywą finansową 2014+:

- A. Strategia Rozwoju Województwa Śląskiego „Śląskie 2020+”** – w obszarze priorytetowym: (C) Przestrzeń; Cel operacyjny: C1 Zrównoważone wykorzystanie zasobów środowiska kierunki działań to m.in. „Wspieranie wdrożenia rozwiązań ograniczających niską emisję oraz zużycie zasobów środowiska i energii w (...) przestrzeni użyteczności publicznej.”
- B. Program Ochrony Środowiska dla Województwa Śląskiego** - wskazuje na kierunki działań, jakie muszą być podejmowane w zakresie ochrony powietrza m.in. Działania na rzecz efektywności energetycznej.
- C. Strategia Europa 2020** – Strategia na rzecz inteligentnego i zrównoważonego rozwoju sprzyjającego włączeniu społecznemu. Priorytet: rozwój zrównoważony – wspieranie gospodarki efektywniej korzystającej z zasobów, bardziej przyjaznej środowisku i bardziej konkurencyjnej. Działania: Konkurencyjność, Przeciwdziałanie zmianom klimatu, Czysta i efektywna energia.
- D. Strategia Rozwoju Kraju 2020** - Cel II.6. Bezpieczeństwo energetyczne i środowisko; II.6.2. Poprawa efektywności energetycznej; II.6.4. Poprawa stanu środowiska.
- E. Polska 2030. Wyzwania rozwojowe Wyzwanie 5 – BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNO-KLIMATYCZNE**, w tym: Wyzwania klimatyczne, Energochłonność gospodarki, Energetyka – klimat.
- F. Polska 2030. Trzecia fala nowoczesności. Długookresowa Strategia Rozwoju Kraju** – Cel 7 Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego oraz ochrona i poprawa stanu środowiska.
- G. Program Ochrony Powietrza dla terenu województwa śląskiego** – ma na celu osiągnięcie poziomów dopuszczalnych substancji w powietrzu oraz pułapu stężenia ekspozycji. Kierunki działań: poprawa jakości powietrza, zmniejszenie wielkości emisji zanieczyszczeń emitowanych do powietrza ze źródeł powierzchniowych, komunikacyjnych i przemysłowych, zmniejszenie energochłonności urządzeń i instalacji oraz strat energii.

12. Podsumowanie

Każdy z przedstawionych wariantów zapewnia znaczną redukcję zużycia energii elektrycznej pochłanianej przez oświetlenie uliczne, a przez to i ogromne zmniejszenie emisji do atmosfery szkodliwych gazów cieplarnianych. Bardzo korzystne są ze względów ekologicznych, gdzie gwarantuje redukcję emisji powyżej 60%.

Rozwiązanie koncepcyjne wariantu I spełnia w pełni oczekiwania zamawiającego. Zastosowanie jednego typu oprawy dla oświetlenia dróg, chodników i przejazdu pod wiaduktem zmniejsza koszty konserwacji na etapie użytkowania.

Wariant II nie zapewnia redukcji w godzinach późnonocnych, co w konsekwencji powoduje osiągnięcie gorszych efektów energetycznych i ekologicznych. Autonomiczna redukcja mocy w oprawach staje się już standardem, który nie wpływa na cenę oprawy, tak więc założenia wariantu II nie powodują dodatkowych oszczędności inwestycyjnych.

Wariant III zawiera zastosowanie sterowania dynamicznego. Dynamiczne sterowanie oświetleniem polega na dostosowaniu strumienia światła emitowanego przez oprawy do natężenia ruchu poprzez wykorzystanie czujników lub innych sposobów jego monitorowania.

Wytypowane do modernizacji ulice pełnią istotne role w strukturze dróg miejskich i są stosunkowo często uczęszczane. Zastosowanie sterowania dynamicznego przy zmiennym natężeniu ruchu na analizowanych obszarach powodowałoby częste rozjaśnianie i przyciemnianie opraw, co wpływałoby na spadek oszczędności oraz obniżenie żywotności diod. Ponadto część ulic znajduje się w centrum miasta lub stanowi odcinki ważnych ciągów komunikacyjnych, w związku z czym w godzinach pozaszczytowych natężenie ruchu pozostaje na podobnym poziomie i sterownie dynamiczne przyniosłoby niewielkie oszczędności energii przy zwiększeniu nakładów inwestycyjnych związanych z systemami monitorowania natężenia ruchu oraz dodatkowego sterowania oświetleniem. Należy również pamiętać, że są to ulice, przy których mieszka, pracuje lub po prostu porusza się stosunkowo duża liczba pieszych. Odpowiednia klasa oświetlenia musi być spełniona również na chodnikach, na co, nawet w przypadku dodatkowego doświetlenia, wpływ mają także oprawy oświetlające głównie jezdnie. Ruch pieszych wymuszałby więc zwiększenie mocy głównych opraw również w przypadku braku ruchu pojazdów poruszających się po jezdni.

W związku z powyższym zdecydowano o braku zasadności zastosowania sterowania dynamicznego.

Na podstawie analizy wyników efektu energetycznego, kosztów, redukcji emisji CO₂, oraz rozwiązania techniczno-technologicznego rekomenduje się realizację modernizacji oświetlenia zgodnie z wariantem I.

Na etapie realizacji proponuje się podział przedsięwzięcia na 5 części zgodnie z tabelą ulic:

Rejon 1
Da Vinci
DK 88
Eiffela
Einsteina
Gaudiego
Gutenberg
Kozielska
Nobla
Przemyska
Wyczółkowskiego

Rejon 2
Bereniki
Cmentarz Centralny
Diamentowa
DK 88
Estakada Heweliusza
Główna
Gwiazdy Polarnej
Kopernika
Kozielska
Lema
Literatów
Makuszyńskiego
Metalowców
Park Narutowicza

Park Syriusza
Park Szwajcaria
Perseusza
Pionierów
Pułaskiego
Rejtana
Skwer Oriona
Widokowa
Wielkiej Niedźwiedzicy
Zacisze

Rejon 3

Czerskiego
Dybowskiego
Gajdy
Gierymskiego
Graniczna
Grodeckiego
Horsta Bienka
Idy
Jesienna
Lindego
Noworoczna
Park Chopina
Park Nacka
Sylwestrowa
św Elżbiety
Wandy
Wroblewskiego
Zimnej wody

Rejon 4

Bajana
Bojkowska
Drozdów
Jaskółcza
Jasna
Jondy
Karolinki
Knurowska
Królowej Bony
Mieszka I
Nowy Swiat
Oleśnickiego

Owsiana
Park Grunwaldzki
Parkowa
Pistacjowa
Pliszki
Płowiecka
Rybnicka
Skowrończa
Smolnicka
Stalmacha
Toruńska
Ziemowita
Ziębia

Rejon 5
Robotnicza
Zawiszy Czarnego

13. Wnioski

Z przeprowadzonej analizy wynika, że modernizacja oświetlenia ulicznego na LED na terenie Gminy Gliwice, analizując obszar modernizowany, przyniesie wysokie wskaźniki oszczędności energii i redukcji CO₂. Dla badanego obszaru wymienianych 1958 szt. opraw, zakładając czas eksploatacji systemu oświetleniowego - 4150 godziny rocznie - oszczędności energii wyniosą ponad 73,37% a szacowana wielkość redukcji emisji CO₂ wyniesie rocznie 809,02311 tony.

Szacowany roczny spadek zużycia energii wyniesie 1039,87546 MWh, przy osiągniętej efektywności kosztowej zmniejszenia zużycia energii na poziomie 4 277,25 zł/MWh i efektywności kosztowej redukcji emisji CO₂ na poziomie 5 497,88 zł/tCO₂.

Zakładając niewygórowane koszty modernizacji, efektywność kosztowa zmniejszenia zużycia energii i zużycia CO₂ powinna być wysoko oceniana w kryteriach oceny projektu RPO. Również kryterium efektywności technologicznej winno być wysoko ocenione ze względu na zastosowanie nowoczesnych opraw LED (o bardzo wysokiej efektywności oświetleniowej i wysokiej trwałości).