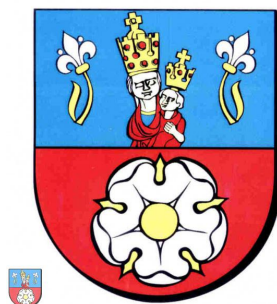


RAPORT Z AUDYTU ENERGETYCZNEGO
OŚWIETLENIA ULICZNEGO W GMINIE GIDLE Z
WSKAZANIEM MOŻLIWYCH KIERUNKÓW
MODERNIZACJI
ORAZ SZACOWANIEM MOŻLIWYCH KOSZTÓW



*Przygotowany dla
Gmina Gidle*

Opracowanie:
Biuro Techniczno-Handlowe TECHNOLIGHT

Częstochowa, Czerwiec 2021

1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA.	5
2. PODSTAWY OPRACOWANIA.	7
3. REGULACJE PRAWNE, SPECYFICZNE DLA OŚWIETLENIA DROGOWEGO.	8
4. ANALIZA NORMY 13201-1:2014 NA BAZIE OPRACOWANIA PANI DR INŻ. MAŁGORZATY GÓRCZEWSKIEJ Z POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ - ZASADY DOBORU KLAS OŚWIETLENIA DROGOWEGO.	10
5. LOKALIZACJA PROJEKTU.	11
6. METODOLOGIA BADANIA.	11
7. INWENTARYZACJA- ORGANIZACJA BAZY DANYCH SYSTEMU OŚWIETLENIOWEGO	12
8. OGÓLNA OCENA STANU OŚWIETLENIA W GMINIE GIDLE.	13
9. PODSTAWOWE WYNIKI Z INWENTARYZACJI OPRAW, SŁUPÓW, WYSIĘGNIKÓW.	17
10. ZESTAWIENIE PUNKTÓW STEROWANIA OŚWIETLENIEM W GMINIE GIDLE.	18
11. WNIOSKI Z INWENTARYZACJI PUNKTÓW ROZLICZANIA ENERGII I STEROWANIA OŚWIETLENIA ULICZNYM.	19
12. OPIS PUNKU STEROWANIA W SZAFIE SOU.	20
13. ZGODNOŚĆ Z NORMAMI.	20
14. ANALIZA TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNA POD KĄTEM ZMNIEJSZENIA ZUŻYCIA ENERGII. ŹRÓDŁA ŚWIATŁA I OPRAWY OŚWIETLENIOWE.	23
15. SODA WYSOKOPRĘŻNA.	24
16. ŹRÓDŁA LED.	25
17. OPRAWY OŚWIETLENIOWE, MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA NOWOCZESNEJ TECHNOLOGII DLA PRZEPROWADZENIA MODERNIZACJI.	26

18. CHARAKTERYSTYKA OPRAW LED ORAZ OPIS TECHNICZNY MINIMALNYCH PARAMETRÓW JAKOŚCIOWYCH MODERNIZOWANYCH OPRAW DLA GMINY GIDLE.	26
19. PORÓWNANIE MOCY SYSTEMÓW OŚWIETLENIOWYCH PRZED I PO MODERNIZACJI W GMINIE GIDLE.	32
20. STEROWANIE OŚWIETLeniem ORAZ REDUKCJA MOCY, OPIS I PORÓWNANIE SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA SIECIĄ ORAZ SYSTEMÓW REDUKCJI ZASILANIA, W KONTEKŚCIE ICH FUNKCJONOWANIA I KOSZTÓW.	34
20.1. STEROWNIE OŚWIETLeniem-REDUKCJA MOCY I ZARZĄDZANIE SIECIĄ.	34
20.2. REDUKCJA MOCY – AUTONOMICZNY ZMIENNY PROFIL OBCIĄŻEŃ.	38
21. ANALIZA CZASU EKSPLOATACJI SYSTEMU OŚWIETLENIOWEGO	40
22. SPECYFIKACJA I PORÓWNANIE RÓŻNYCH MOŻLIWYCH WARIANTÓW MODERNIZACJI.	42
22.1. WARIANT I – MONTAŻ/WYMIANA SAMYCH OPRAW LED, BEZ REDUKCJI MOCY ORAZ STEROWANIA (ON/OFF).	42
22.2. WARIANT II – MONTAŻ OPRAW LED ZE ZMIENNĄ PROFIL OBCIĄŻENIA (REDUKCJA MOCY).	43
22.3. WARIANT III – MONTAŻ OPRAW LED Z BUDOWĄ INTELIGENTNEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA OŚWIETLeniem I REDUKCJĄ MOCY OPRAW LED OPARTYM O TECHNOLOGIE BEZPRZEWODOWE.	45
23. SZACUNKOWA ANALIZA NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH ORAZ KOSZTÓW DLA WARIANTÓW MODERNIZACJI OŚWIETLANIA ULICZNEGO. WYMIANA 1099 OPRAW STAREGO TYPU NA LED (3 OPRAWY SĄ JUŻ ENERGOOSZCZĘDNYMI LED) .	47
23.1. WARIANT I ORAZ II MODERNIZACJI.	47
23.2. WARIANT III MODERNIZACJI – INTELIGENTNY SYSTEM STEROWANIA.	49
24. FINANSOWANIE INWESTYCJI DLA WSKAZANYCH WARIANTÓW I, II, III.	51
25. WARIANT OPTYMALNY - REKOMENDOWANY.	52

25.1.	SZCZEGÓŁOWA ANALIZA REKOMENDOWANEGO WARIANTU (WARIANT II).	52
26.	METODOLOGIA ANALIZY ORAZ KALKULACJI.	56
27.	ANALIZA ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO, KALKULACJA EFEKTU EKOLOGICZNEGO 56	
28.	OCENA RÓŻNYCH WARIANTÓW MODERNIZACJI OŚWIETLENIA W GMINIE GIDLE, WSKAZANIE WARIANTU DO REALIZACJI	57
29.	ANALIZA INSTYTUCJONALNA.	58
30.	ANALIZA SPOSOBÓW FINANSOWANIA INWESTYCJI.	58
30.1.	PROGRAM REALIZOWANY W RAMACH RPO 2014-2020.	58
30.2.	INFORMACJE DODATKOWE	59
30.3.	INWESTYCJA ZE ŚRODKÓW WŁASNYCH.	59
30.4.	INWESTYCJA W TRYBIE PARTNERSTWA PUBLICZNO-PRYWATNEGO.	59
30.5.	WARIANT UPROSZCZONY	60
30.6.	WARIANT KOMPLEKSOWY	60

1. Cel i zakres opracowania.

Głównym celem niniejszego opracowania jest analiza pod kątem modernizacji oświetlenia ulicznego w Gminie Gidle w celu uzyskania oszczędności ekonomicznej oraz zmniejszenia emisji CO² i innego typu gazów cieplarnianych przy jednoczesnej poprawie jakości oświetlenia w Gminie oraz wskazaniu wytycznych związanych z przyszłymi pracami w zakresie oświetlenia.

Zmniejszenie emisji CO², będzie efektem przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej, np. poprzez wymianę systemu oświetlenia. Całościowo aspekt modernizacji ma na celu podwyższenie parametru charakterystyki energetycznej. Należy przez to rozumieć zmniejszenie zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną w taki sposób, aby w stopniu znacznym zmniejszyć to zapotrzebowanie w stosunku do parametrów wymaganych przez rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn. 12 kwietnia 2012. Opracowany w ten sposób dokument ma być podstawą do uzyskania dofinansowania ze środków zewnętrznych w ramach Regionalnego Programu Operacyjnych Województwa Łódzkiego lub konkursów ogłaszanych przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska czy programów mogących wspomóc realizację założonego zadania z uzyskaniem dofinansowania z środków zewnętrznych.

Niniejszym niezależnie od celu priorytetowego każdy inwestor chce mieć wiedzę na temat już wykonanych inwestycji, jak i tych planowanych w celu potwierdzenia racjonalności wydawanych środków publicznych. Analiza stanu faktycznego stanowi istotny aspekt potwierdzający zasadność bieżących działań. W Polsce oświetlenie w miejscach publicznych co roku pochłania ponad 1500 GWh i tym samym jest odpowiedzialne za znaczącą część globalnej emisji gazów cieplarnianych pochodzących z energetyki. Zużycie energii pochłania za sobą również ogromne koszty dla podmiotów utrzymujących oświetlenie uliczne – samorządów. Modernizacje istniejących systemów oświetlenia ulicznego przynoszą zatem ogromne korzyści:

- Przyczyniają się do redukcji zużycia energii, a tym samym emisji gazów cieplarnianych,
- Przyczyniają się do oszczędności w ramach kosztów energii elektrycznej, dystrybucji i eksploatacji,
- Przyczyniają się do poprawy wizerunku samorządów jako podmiotów nowoczesnych i ekologicznych,
- Poprawiają jakość oświetlenia dostosowując jego natężenie do faktycznych wymogów określonych dla właściwej kategorii oświetleniowej ulic.

Poprzez wskazanie wytycznych do dostosowania systemów oświetleniowych do rygorystycznych norm oświetleniowych wskazuje się działania mające poprawić równomierność i stopień oświetlenia ulic.

Inwestycje w energooszczędne oświetlenie charakteryzują się często bardzo krótkim, zaledwie kilkuletnim okresem zwrotu poniesionych kosztów, co stanowi

dodatkowy element przyczyniający się do atrakcyjności tego typu inwestycji. Problemem, z którym borykają się polskie gminy, najczęściej jest problematyka własności infrastruktury oświetleniowej, która (jak szacuje Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska) w 70 % stanowi własność zakładów energetycznych lub ich spółek zależnych.

Zgodnie z ustawą Prawo Energetyczne, finansowanie oświetlenia ulic, placów i dróg znajdujących się na terenie gminy, należy do zadań samorządów terytorialnych. W sytuacji jednak, gdy gmina nie jest właścicielem infrastruktury oświetleniowej, nie może w nią inwestować, ponieważ majątek ten nie jest jej własnością. Tymczasem zakłady energetyczne nie są zainteresowane modernizowaniem oświetlenia, ponieważ ponosiłyby nakłady na inwestycje, a korzyści, w postaci zmniejszenia zużycia energii elektrycznej, byłyby wyłącznie po stronie gmin. Mimo impasu, w jakim znajdują się gminy i zakłady energetyczne, wyniki badań przeprowadzonych w październiku 2012 r. przez instytut badania opinii MillwardBrown na zlecenie NFOŚiGW, wykazały pozytywne tendencje na rynku oświetlenia ulicznego, bowiem połowa polskich gmin planuje modernizację oświetlenia ulicznego w ciągu najbliższych 10 lat. Głównymi powodami planowanych modernizacji są wysokie koszty utrzymania obecnego oświetlenia, poprawa jakości oświetlenia na ulicach oraz aspekty środowiskowe.

Jako preferowane rozwiązania wskazano:

- Wymianę opraw oświetleniowych na źródła sodowe,
- Wymianę opraw oświetleniowych oświetlenie typu LED,
- Zastosowanie systemów redukcji mocy oświetlenia w godzinach późno nocnych.
- Zastosowanie inteligentnych systemów zarządzania infrastrukturą oświetlenia miejskiego.

Podążając w kierunku wskazanych wyżej tendencji gmina Gidle przystąpiła do sporządzenia inwentaryzacji oświetlenia ulicznego znajdującego się na jej terenie oraz audytu istniejącego systemu oświetleniowego, którego celem było:

- Faktyczne oszacowanie wielkości instalacji oświetlenia w obrębie Gminy Gidle.
- Ocena stanu technicznego, w jakim znajduje się bieżąca infrastruktura-system oświetleniowy,
- Analiza pod kątem ograniczenia kosztów eksploatacji systemu oświetlenia,
- Potwierdzenie racjonalności społeczno-gospodarczej sensu realizacji projektu według koncepcyjnych założeń zamawiającego,
- Przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do zarządzania i monitorowania infrastruktury oświetleniowej
- Przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do działań mających na celu poprawę oświetlenia zgodnie z obowiązującą normą PN-EN 13201
- Analiza możliwych sposobów finansowania inwestycji.

2. Podstawy Opracowania.

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. Modernizowany zbiorczy obiekt oświetleniowy, czyli zespół lamp ulicznych wraz z ich sterowaniem, powinien dążyć do spełnienia wymogów zgodności z normą PN-EN 13201.

Nowa norma oświetlenia PN-EN 13201 podzielona została na cztery części

Część - 1 - wybór klas oświetlenia

Część - 2 - wymagania oświetlenia

Część - 3 - obliczenia oświetlenia

Część - 4 - metody pomiarów oświetlenia

Zgodnie z PN-EN 13201-1 określono klasy oświetlenia dla poszczególnych regularnych odcinków dróg i ulic. Badanie sytuacji oświetleniowych przeprowadzono dla poszczególnych ulic gminy w celu sprawdzenia (obliczeniowego), czy zostaną zachowane podane w normie 13201-1 i 13201-2 parametry oświetleniowe ulic. Dla wykonania obliczeń fotometrycznych wykorzystano możliwości programu do symulacji DIALUX z uwzględnieniem uśrednionych wartości geometrii dróg i parametrów konstrukcji wsporczych dla opraw oświetlenia jak wysokość i położenie słupa, parametry wysięgnika czy rozstaw pomiędzy słupami oświetleniowymi.

3. Regulacje prawne, specyficzne dla oświetlenia drogowego.

W zakresie zagadnień specyficznych dla oświetlenia drogowego za podstawę opracowania niniejszej Analizy służyły następujące akty prawne, rozporządzenia oraz Polskie Normy.

Ustawy:

Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. Nr 14, poz. 60, tekst jednolity Dz. U. 2013r. poz. 260 z 30 stycznia 2013 r.)

Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r.- Prawo zamówień publicznych (tekst jednolity Dz. U. z 2013 Nr 907, poz. 907, 984 i 1047)

Ustawa Prawo budowlane (Dz.U. Nr 89 poz. 414 z dnia 7 lipca 1994 r.),

Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 19 poz.177 z dnia 29 stycznia 2004r.)

Wskaźnikami wskazanymi w **opracowaniach Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE) rok 2019 opublikowane w grudniu 2020 r.**

Wiedza techniczna: Normy, Euro kody.

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. Nr 43 z 1999 z późn. zmianami) § 109. Rozporządzenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2012 r., w sprawie wykazu robót, kwalifikujące instalowanie urządzeń oświetlenia drogowego, jako robotę budowlaną. Normy: PN-EN 13201- 2, 3 i 4 Oświetlenie Dróg.

Pomocniczo uwzględniono zapisy Strategii Tematycznej dla Środowiska Miejskiego, stanowiącej część europejskiej polityki w zakresie środowiska przyrodniczego na obszarach zurbanizowanych, stanowiącej część VI Programu Działań „Środowisko 2020: Nasza przyszłość, nasz wybór”

•Ustawy:

Ustawa Prawo Zamówień Publicznych z dnia 29 stycznia 2004r. (Dz.U z 2019 r, poz.1843) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Gospodarki Morskiej w sprawie szczegółowego zakresu i

formy dokumentacji projektowej z dnia 2 września 2004r. (Dz.U. z 2013 r, poz. 1129)

Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. (Dz. U. z 2019, poz. 1186)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Gospodarki Morskiej z dnia 18 maja 2004r. w sprawie określenie metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym (Dz.U. z 2004 Nr 130, poz. 1389)

Ustawa o Samorządzie Gminnym z dnia 8 marca 1990r (DZ.U.z2019,poz.506)

•Normy:

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

Dla klas oświetleniowych, zgodnie z PN-EN 13201-2 obowiązują określone minimalne wymagania parametrów oświetlenia drogi.

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

U₀ - całkowita równomierność wyrażona stosunkiem najmniejszej do średniej luminancji na drodze,

U₁ - równomierność wzdłużna wyrażona stosunkiem najmniejszej do największej luminancji na osi środkowej pasa ruchu,

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

Minimalne wymagania dla poszczególnych klas oświetleniowych:

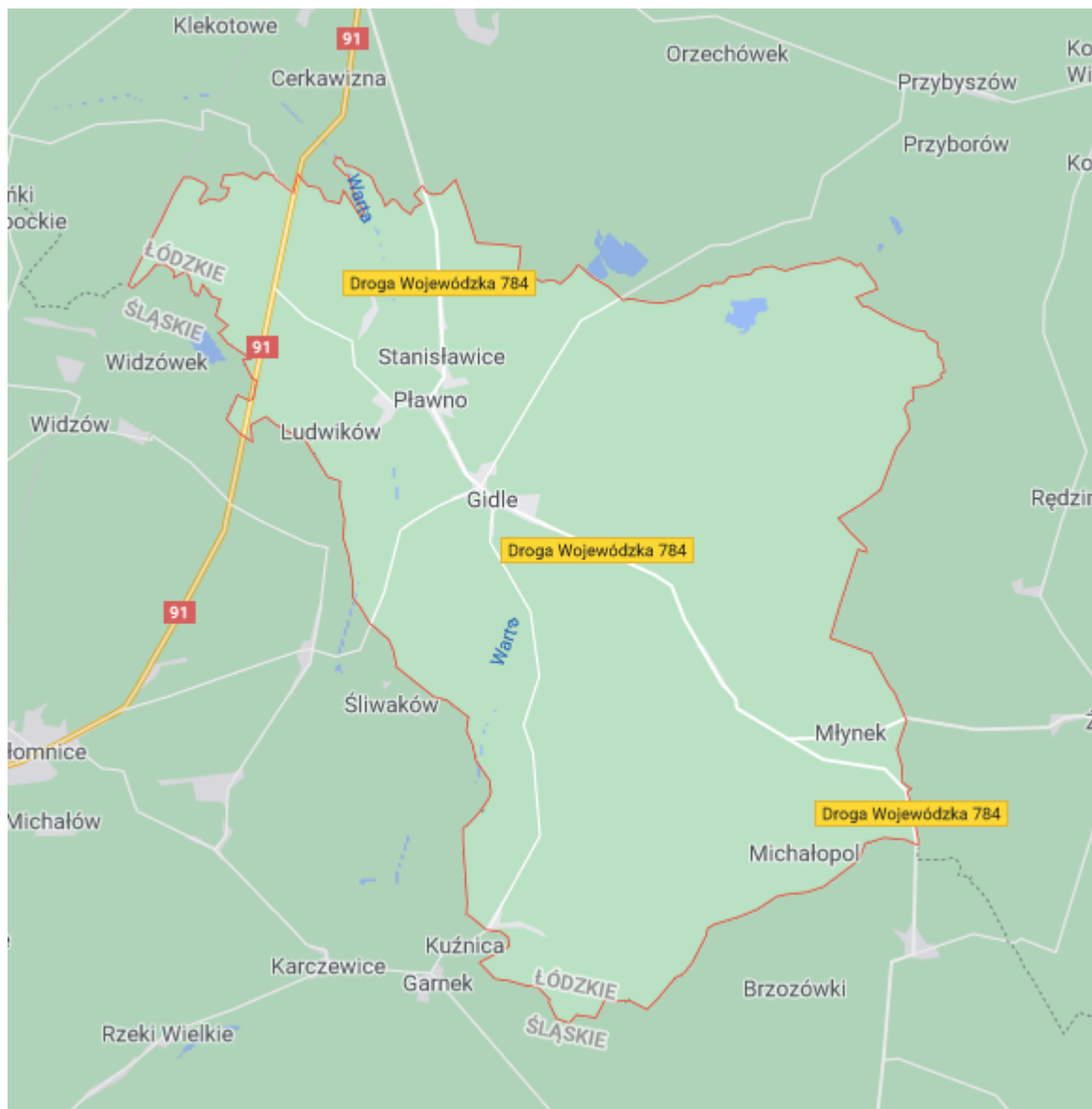
Klasa	Luminancja jezdni przy suchej nawierzchni			Przyrost wartości progowej TI w % ¹⁾ [wartość największa]	Stosunek natężenia oświetlenia otoczenia SR ²⁾ [wartość najniższa]
	L w cd m ⁻² [wartość najniższa, wartość oczekiwana]	U ₀ [wartość najniższa]	U ₁ [wartość najniższa]		
ME 1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME 2	1,5				
ME 3a	1,0				
ME 3b			0,6		
ME 3c			0,5		
ME 4a			0,6		
ME 4b	0,75		0,5	15	
ME 5	0,5	0,35	0,4		
ME 6	0,3			-	
1)Dodatkowy wzrost TI o 5% może być dopuszczony przy stosowaniu źródeł światła o małej luminancji.					
2) To kryterium jest tylko do zastosowania, gdy nie graniczy z jezdnią żadna powierzchnia ruchu ze swoimi wymaganiami.					

4. Analiza normy 13201-1:2014 na bazie opracowania Pani dr inż. Małgorzaty Górczewskiej z Politechniki Poznańskiej - Zasady doboru klas oświetlenia drogowego.

Obecnie obowiązująca norma PN-EN 13201 – Oświetlenie dróg, stanowiąca podstawę projektowania i oceny oświetlenia drogowego, została opracowana 15 lat temu, w wyniku czego nie uwzględnia ona dynamicznie rozwijającego się rynku oświetleniowego oraz zmiany technologii, z jaką mamy na chwilę obecną do czynienia. W wyniku tego podjęto prace nad aktualizacją normy oświetleniowej do wykorzystywanych technologii. Normy dotyczące oświetlenia drogowego są w stadium prac końcowych, namacalne efekty są już widoczne. W grudniu 2014 roku opublikowano Raport Techniczny [2] zastępujący wersję z 2004 roku: CEN/TR 13201-1:2014-Road lighting-Part 1: Guideline on selection of lighting classes. Raport ten w praktyce nowelizuje, omawia pierwszą część normy, przedstawia propozycje doboru klas oświetleniowych. Raport jednak nie określa ani zaleceń odnośnie do konieczności stosowania oświetlenia ani odnośnie do sposobów realizacji oświetlenia drogowego na danym obszarze. Raport ten z całą pewnością daje większą elastyczność w wyznaczaniu zalecanych poziomów oświetlenia w różnych strefach ruchu.

5. Lokalizacja projektu.

Badanie zostało dokonane w obrębie opraw oświetlenia ulicznego i parkowego w Gminie Gidle, w województwie łódzkim, w powiecie radomszczańskim:



Rys.1 Zakres zadania

6. Metodologia badania.

Stan aktualny określony został na podstawie analizy danych pozyskanych w wyniku inwentaryzacji z natury metodą geoinformatyczną. Zostało zinwentaryzowanych 1102 punkty świetlne przeznaczone do przeprowadzenia analizy i ewentualnej modernizacji. Parametry infrastruktury oświetleniowej:

- Liczba porządkowa stacji zasilania
- Stacja Zasilania (Numer/ Nazwa)
- Stan istniejący oświetlenia

- d. Typ oprawy (Model, Producent, Moc)
- e. Moc łączna przed modernizacją
- f. Moc umowna oprawy o nowo projektowanej
- g. Moc po modernizacji
- h. Różnica mocy przed i po modernizacji

Dla inwentaryzowanych obwodów wykonano jednokreskowe rysunki techniczne określające faktyczny stan każdej z szaf sterowania energią elektryczną wraz z odwzorowaniem kreskowym kształtu i zakresu każdego z obwodów.

7. Inwentaryzacja- Organizacja Bazy Danych Systemu Oświetleniowego

Dane zebrane oraz otrzymane w wyniku pomiarów polowych zostaną złożone wraz z kompletnym audytem w uporządkowane w tabelach. Autorzy opracowania przyjęli organizację danych zgodnie z wymogami Zamawiającego, tak, aby jak najdokładniej analitycznie opisać system. Przyjęta struktura bazy opisana jest poniżej:

Typ danych	Parametr :	Typ wartości:
informacje geo z przeprowadzonego badania z natury dla Gminy Gidle.	<i>Miasto</i>	<i>Nazwa Miasta/Wsi</i>
	<i>Nr stacji miejscowość</i>	<i>Nazwa Ulicy</i>
	<i>Stacja Zasilania</i>	<i>Numer Stacji</i>
	<i>Lp.</i>	<i>Liczba porządkowa</i>
	<i>Typ Oprawy</i>	<i>Marka/model/typ</i>
	<i>Moc oprawy</i>	<i>Moc nominalna w Watt</i>
	<i>Jednostka</i>	<i>Watt</i>
	<i>Ilość opraw</i>	<i>Ilość opraw na słupie</i>
dane opraw przed modernizacją dla Gminy Gidle.	<i>70W</i>	<i>Ilość opraw 70W na słupie</i>
	<i>100W</i>	<i>Ilość opraw 100W na słupie</i>
	<i>150W</i>	<i>Ilość opraw 150W na słupie</i>
	<i>250W</i>	<i>Ilość opraw 250W na słupie</i>

Tabela nr 1- Organizacja danych pozyskanych w trakcie badania.

8. Ogólna ocena stanu oświetlenia w Gminie Gidle.

Na terenie gminy zainstalowane są oprawy, których właścicielem jest Gmina Gidle.

Infrastruktura techniczna zlokalizowana w Gminie Gidle zgodnie ze przeprowadzoną inwentaryzacją oświetlenia obejmuje 1102 opraw różnej mocy, z czego 3 sztuki to nowoczesne oprawy LED, pozostałą część stanowią oprawy sodowe różnej mocy. Oprawy rtęciowe były sukcesywnie wymieniane na nowe z sodowymi źródłami światła i na dziś dzień nie występują tego typu oprawy na terenie Gminy Gidle.

Na terenie gminy Gidle występują główne typy opraw oświetlenia zewnętrznego, są to oprawy typu Nano Schreder, ES marki Es-System oraz SGS Malaga produkcji Philips lub OUS marki ELGO, w ilości 3 sztuk zainstalowane są także oprawy LED firmy Luxiona. Oprawy na terenie Gminy występują w mocach 70W, 100W, 150W, 250W oraz LED 30W. Niestety budowa opraw wyładowczych, które stanowią znaczącą część majątku jest z poliwęglanów lub poliestrów, które nie są tak długowieczne jak oprawy których korpusy są wykonane z odlewów ciśnieniowych aluminium, co powoduje, iż cykl życia tych produktów jest znacznie krótszy, a w wypadku opraw w Gminie Gidle okres ich prawidłowej, efektywnej i bezpiecznej eksploatacji powoli dobiega założonego czasu. Oczywiście są także wyjątki, w których oprawy została zabudowane w ostatnim czasie, głównie przy okazji budowy nowych linii oświetlenia, te oprawy nie wskazują na tą chwilę oznak starości i wyglądają dobrze, poprawnie realizując zadanie oświetleniowe.

Mankamentem wielu opraw oświetleniowych starego typu, jest jednak zabrudzenie kloszy oraz odbłyśników, co znacznie obniża jakość i skuteczność oświetlenia. Nie dotyczy to w żadnym stopniu opraw LED, które stosunkowo nowe.

Wiele opraw zainstalowanych jest w gęstej zabudowie drzewostanów iglastych lub liściastych co także wpływa na szybszy proces zabrudzenia. Starzenie się materiałów, z których są wykonane klosze oraz zabrudzone odbłyśniki powodują utratę znacznej części strumienia świetlnego. Na źródło tego problemu należy wskazać materiał, z którego są oprawy wykonane, oprawy szybko tracą swoją szczelność a brudna woda poprzez nieszczelne uszczelki przedostaje się do klosza, gdzie po odparowaniu pozostaje brudny, trudno zmywalny osad.

Typowym problemem dotyczącym opraw oświetleniowe jest również wandalizm – w przypadku niewielkiej części opraw kloszy jest uszkodzony lub po prostu jest jego brak.

Większość zainstalowanych opraw, jak już zaznaczono, bazuje na tworzywowej konstrukcji korpusów, oprawy tego typu, narażone na silne wahanie temperatury oraz promieniowanie UV, są znacznie bardziej narażone na degradację, a ich cykl życia jest znacznie krótszy niż opraw z korpusami stalowymi czy aluminiowymi, odlewanyymi ciśnieniowo. Mimo, iż na dziś nie występuje powszechny problem z rozpadającymi się korpusami, takiego zjawiska należy

spodziewać się w niedługim czasie, co jest zjawiskiem powszechnym w wypadku wyeksploatowania się materiału, z którego są zbudowane oprawy. Większa część oświetlenia w Gminie Gidle bazuje na sieci skojarzonej z wykorzystaniem słupów przesyłowych za pomocą zamontowanych wysięgników 0,5m, 1m oraz 1,5m, zazwyczaj poniżej linii napowietrznej. W znaczącej przewadze są to słupy betonowe w dobrym stanie, jednak noszące już ślady wyeksploatowania, często bez numeracji, dalej słupy betonowe wirowane, nowe lub prawie nowe w bardzo dobrym stanie, modernizowane systematycznie przez, ZE który wymienił je przestrzeni ostatnich lat.

W mniejszej ilości występują już słupy stalowe czy aluminiowe, które znajdują się w nowo budowanych odcinkach infrastruktury oświetlenia lub w centrum większych zabudowań (Słupy dekoracyjne Rynek Gidle). Wskazać należy także słupy dla opraw parkowych w obrębie obwodu S-845 Gidle 8, gdzie stan faktyczny słupów jest bardzo zły. Słupy są skorodowane i nie stanowią już dziś bezpiecznej konstrukcji wsporczej dla opraw. Mimo, iż były one wielokrotnie „reanimowane” ich dzisiejszy stan wskazuje ich pilną wymianę co jest wskazane jako zalecenie.

Rozmieszczenie opraw na terenie gminy jest dość zróżnicowane, w centrach gęstszej zabudowy oprawy są zainstalowane na modułach sieci przesyłowej (ok. 35-40m a czasem nawet > 40m), inna sytuacja jest na terenach sołectw i mniejszych wsi, gdzie oprawy są zainstalowane dosyć nieregularnie, zgodnie z potrzebami społecznymi, a nie normami oświetlenia. Częstą przypadłością jest pojawianie się w jednym ciągu ulicznym wysięgników różnego typu, słupów w różnych odległościach od skrajni z różną wysokością montażu opraw, ale także oprawy o bardzo różnych mocach. Utrudniło to w znacznym stopniu sam proces inwentaryzacyjny. Występuje także bardzo często stosowane oświetlenie z wykorzystaniem co drugiego słupa linii przesyłowej, w takim wypadku odstęp między oprawami zaczyna sięgać > 75m. **Taki rozkład infrastruktury uniemożliwia oświetlenie drogi z spełnieniem normy PN-EN 13201, głównie w kontekście równomierności oświetlenia.**

Poniżej przedstawiamy fotografie obrazujące charakterystyczne cechy oświetlenia (opraw oświetleniowych oraz słupów) gminy Gidle wykonane podczas inwentaryzacji opraw oświetleniowych.



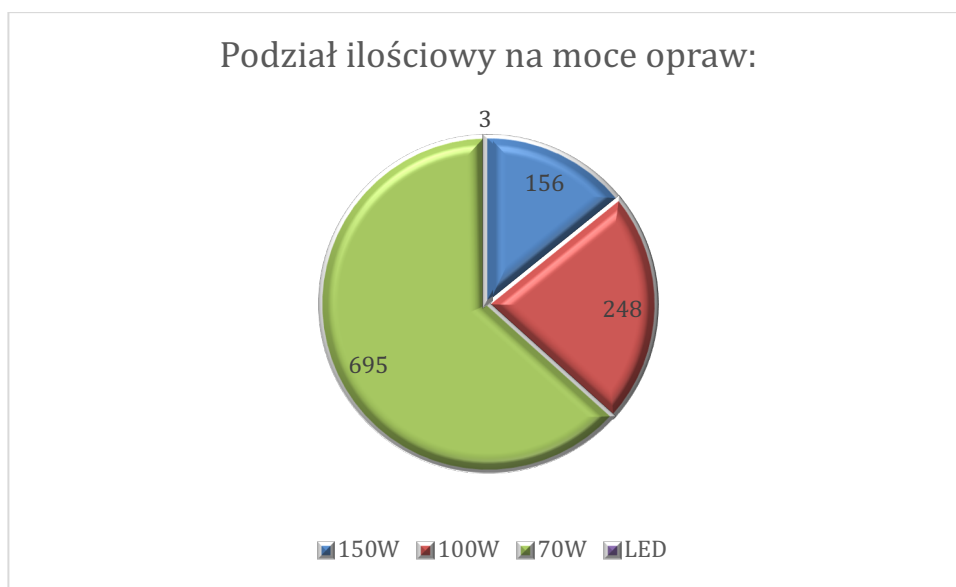


Zinwentaryzowano także same szafy oświetleniowe, które są punktami rozliczania energii elektrycznej:



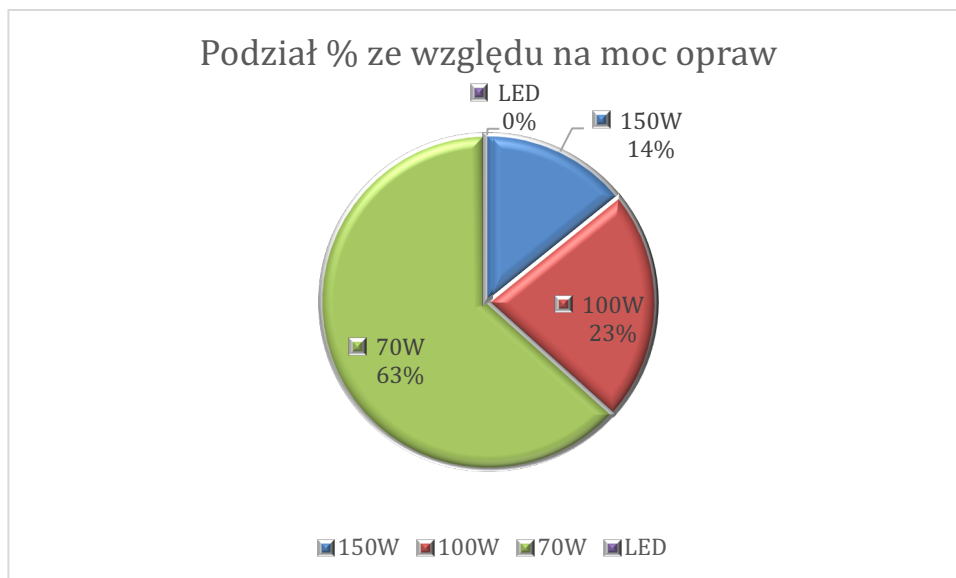
9. Podstawowe wyniki z inwentaryzacji opraw, słupów, wysięgników.

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji stwierdzono, że na terenie Gminy Gidle znajduje się 1102 punkty świetlne stanowiących element majątku Gminy Gidle.



Wykres nr 1-ilość i moce opraw oświetlenia w Gminie Gidle.

W Gminie Gidle, w zdecydowanej większości zainstalowane są oprawy sodowe, wysokoprężne o mocy nominalnej 70W, co stanowi 63% populacji oraz oprawy o mocy nominalnej 100W, co stanowi 23% populacji wszystkich opraw, 14% stanowią oprawy o mocy 150W, a nowoczesne LED to wartość poniżej 0,5% wszystkich zainstalowanych opraw LED.



Wykres nr 2-ilość i moce opraw oświetlenia w Gminie Gidle w ujęciu procentowym.

Szczegółowe dane zabierane w trakcie inwentaryzacji są dostępne w formie bazy danych w formacie Excel będącym załącznikiem nr 1 do audytu i podstawową częścią inwentaryzacji stworzoną po badaniu przeprowadzonym w terenie.

10. Zestawienie punktów sterowania oświetleniem w Gminie Gidle.

W wyniku przeprowadzonego audytu, po weryfikacji wszystkich punktów oświetleniowych uzyskano następujące wyniki podziału 48 punktów sterowania.

1	S-341 Stanisławice Strzała	25	S-518 Piaski 1
2	S-411 Borowa 1	26	S-519 Piaski 2
3	S-412 Borowa 2	27	S-520 Piaski 3
4	S-413 Borowa 3	28	S-537 Ruda 1
5	S-413 Borowa 3 (skrzynka)	29	S-538 Ruda 2
6	S-421 Borki Kolonia	30	S-546 Skrzypiec
7	S-426 Chrostowa	31	S-558 Stęszów
8	S-430 Ciężkowice 1	32	S-561 Stanisławice
9	S-431 Ciężkowice 2	33	S-567 Włynice
10	S-432 Ciężkowice 3	34	S-575 Wojnowice
11	S-449 Gidle 1	35	S-579 Wygoda
12	S-450 Gidle 2	36	S-583 Zagórze
13	S-451 Gidle 3 Reymonta	37	S-584 Zabrodzie
14	S-452 Gowarczów	38	S-604 Ciężkowice 4
15	S-454 Górka	39	S-625 Kotfin 1
16	S-457 Graby	40	S-626 Kotfin 2

17	S-458 Gidle GS	41	S-627 Ojrzeń
18	S-486 Ludwików	42	S-693 Borowa 4
19	S-494 Michałopol 1	43	S-723 Pławno Przedborska
20	S-496 Michałopol 2	44	S-724 Pławno Gidelska
21	S-504 Niesulów	45	S-725 Pławno Górki
22	S-513 Pławno 1	46	S-739 Kajetanowice
23	S-514 Gidle 4	47	S-745 Borowa Rokiciny
24	S-515 Pławno 2	48	S-845 Gidle 8

Tabela nr 2-Zestawienie punktów sterowania oświetleniem ulicznym w Gminie Gidle.

Wiele punktów sterowania wymaga modernizacji oraz nowego ich oznaczenia, tabliczki znamionowe są już stare i mają ślady korozji. Zakład Energetyczny jednak modernizuje systematycznie punkty nadając im numery w nowej nomenklaturze. Zostaje zmieniony numer szafki, dla przykładu szafka o starym numerze **S-352** po modernizacji ma nowe oznaczenie **CZW 40352**, gdzie literę S- zamienił przedrostek CZW 40. Poniżej przedstawiono zdjęcia z szaf oświetleniowych wykonane podczas pomiarów obciążenia sieć

11. Wnioski z inwentaryzacji punktów rozliczania energii i sterowania oświetlenia ulicznym.

Przeprowadzona inwentaryzacja wykazała, iż wszystkie układy pomiarowe są układami pomiarowymi bezpośrednimi. Odczytów zapisów z liczników dokonuje zakład energetyczny Tauron Dystrybucja. W ramach audytu zidentyfikowano, jednakże istnienie różnej nomenklatury numerowania szaf. Szafy nowo modernizowane mają zmienione numery. Sytuacja analogiczna dotyczy samych słupów. Podczas przeprowadzenia prac związanych z modernizacją powinny zostać ponownie, w sposób czytelny i właściwy naniesione informacje związane z oznaczeniem obwodów.

12. Opis punktu sterowania w szafie SOU.

W szafkach sterowania znajdują się zabudowana urządzenie do automatycznego włączania i wyłączania sieci. Sterowniki, głównie firmy Rabbit są ustawiane w sposób prawidłowy, generując cykle włączeń i wyłączeń zgodnie z faktycznymi potrzebami pojawiającego się zmroku lub zmierzchu. Sterowanie odbywa się za pomocą zegara astronomicznego, który automatycznie śledzi środek noc (północ), i załącza obwody o odpowiedniej godzinie dopasowanej do bieżącej pory roku. Po wykonaniu modernizacji **zaleca się jednak synchronizację i ponowne ustawienie zegarów, tak by oświetlenie w gminie Gidle włączało i wyłączało się o tych samych porach w obrębie wszystkich punktów sterowania (wszystkich obwodów).**

13. Zgodność z normami.

Poszczególne elementy systemu oświetleniowego tworzone i modernizowane były na przestrzeni ostatnich kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu lat.

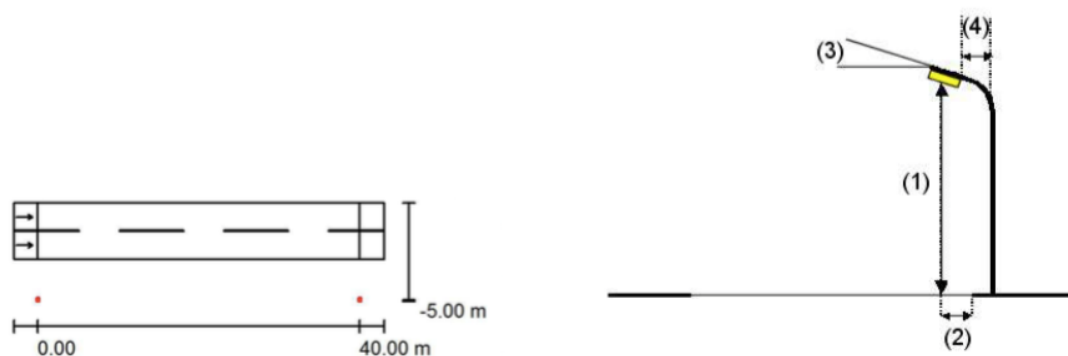
Aktualne wymogi normy oświetleniowej PKN-CEN/TR 13201 są niezwykle restrykcyjne, nie można ich, jednakże retroaktywnie odnosić do już istniejącego systemu. Normy techniczne tak jak i normy prawne, nie działają bowiem wstecz, a jedynie przyszłościowo względem proponowanych rozwiązań. Zgodność z kryteriami ww. normy gwarantują przeprowadzone wyniki pomiarów w programie DiaLUX.

W wypadku modernizacji obecnego oświetlenia w Gminie Gidle na nowoczesne oprawy LED, których moc oraz typ bryły fotometrycznej zostały poparte wyliczeniami w programie symulacji oświetlenia DiaLUX, wskazując się o uzupełnienie infrastruktury oświetlenia oraz dobór właściwych mocy opraw i typy rozsyłu światła.

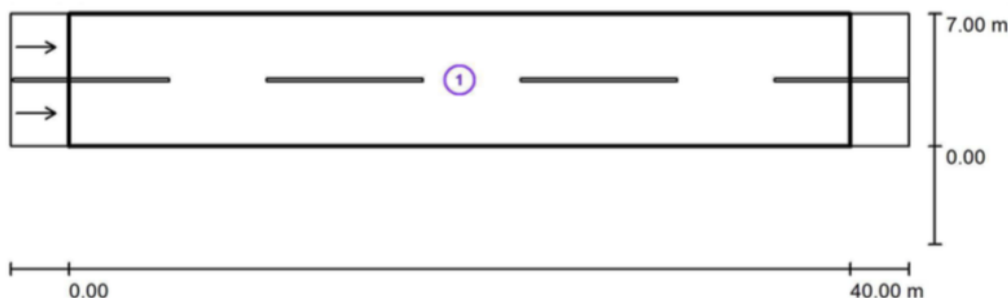
W ramach analizy pomiarów oraz zgodności ze standardami przyjęto rozwiązanie polegające na dokonywaniu obliczeń fotometrycznych w darmowym oraz ogólnodostępnym programie do analizy fotometrycznej DiaLUX. W ramach obliczeń przyjęto zastosowania proponowane przez renomowanego producenta opraw oświetleniowych, którego produkty posiadają certyfikat ENEC, potwierdzający niezależnym badaniami laboratoryjnymi parametry techniczne opraw, jakość samego rozwiązania jak także kwestie wiarygodności plików rozsyłu światłości oprawy „.ltd” gdyż tego typu certyfikat może otrzymać tylko w pełni wiarygodny producent sprzętu oświetleniowego.

Współczynnik konserwacji: 0.80

Rozmieszczenia opraw



Oprawa:	Disano Illuminazione SpA 3282 14 LED - T3 -700mA CLD CELL 3282 Rolle - T3		
Strumień świetlny (Oprawa):	12476 lm	Wartości maksymalne mocy oświetleniowej przy 70°: 472 cd/klm przy 80°: 218 cd/klm przy 90°: 27 cd/klm W każdym kierunku tworzącym podany kąt z dolną linią pionową przy zainstalowanym i gotowym do użytku oświetleniu.	
Strumień świetlny (Lampy):	12476 lm		
Moc opraw:	117.9 W		
Rozmieszczenie:	jednostronnie na dole		
Odstęp słupa:	40.000 m	Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy indeksu oślepiania D.6.	
Wysokość montażu (1):	9.500 m		
Wysokość punktu świetlnego:	9.379 m		
Nawis (2):	-4.968 m		
Nachylenie wysięgnika (3):	15.0 °		
Długość wysięgnika (4):	0.500 m		



Współczynnik konserwacji: 0.80

Skala 1:329

Lista pól oszacowania

- 1 Pole oszacowania Jezdnia 1
Długość: 40.000 m, Szerokość: 7.000 m
Siatka: 14 x 6 Punkty
Przynależne elementy uliczne: Jezdnia 1.
Nawierzchnia: R3, q0: 0.070
Wybrana klasa oświetleniowa: ME5

(Wszystkie wymagania fotometryczne zostały spełnione.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Wartości rzeczywiste według obliczenia:	0.53	0.55	0.78	12	0.97
Wartości zadane według klasy:	≥ 0.50	≥ 0.35	≥ 0.40	≤ 15	≥ 0.50
Spełnione/nie spełnione:	✓	✓	✓	✓	✓

Przykładowe obliczenia w programie DiaLux w celu wytypowania mocy opraw LED.

W ramach infrastruktury przewidzianej do modernizacji, wyszczególniono charakterystyczne modele występujące na ulicach gminy Gidle oraz dokonano obliczeń dla każdego z typu ulic, badając wzorzec każdej z zaistniałych tam sytuacji oświetleniowych w kontekście prawidłowo sklasyfikowanej klasy oświetlenia.

Wyniki obliczeń fotometrycznych wskazują, iż w celu osiągnięcia parametrów luminacji wymaganych przez normę oświetleniową, zasadniczo nie jest konieczna

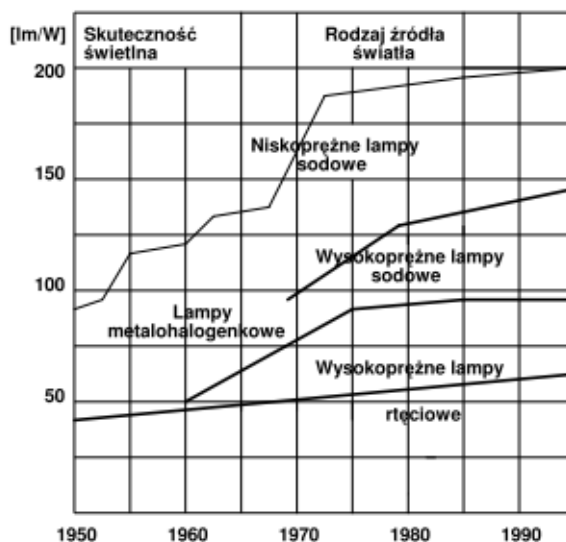
zmiana rozmieszczenia punktów świetlnych (odległości od krawędzi drogi czy odległości między punktami świetlnymi), należy jednak zaznaczyć, iż znajdują się takie wyjątki w postaci pojedynczych słupów linii energetycznej adoptowanych jako konstrukcje wsporcze opraw oświetlenia w strukturze sieci skojarzonej. Dokonane obliczenia fotometryczne opierają się o dane oficjalnie udostępnione przez producentów opraw, które znajdują się na jej oficjalnej stronie WWW i może je pobrać każdy zainteresowany. Same zastosowane w obliczeniach oprawy są wykonane w wariancie standardowym, zgodne ze podstawową ofertą producenta, co gwarantuje stabilną cenę opraw, ale także ciągły dostęp do produktu w wypadku potrzeby serwisu, wymiany lub dalszej rozbudowy sieci. Zastrzeżenia i zapytania dotyczące parametrów opraw (w szczególności strumienia świetlnego, czy mocy oprawy) należy kierować bezpośrednio do producentów, bądź dystrybutorów opraw odpowiadających za udostępnione dane. Równocześnie należy zaznaczyć, że przedstawione dane mają charakter jedynie poglądowy i nie oznaczają automatycznej rekomendacji określonego typu opraw czy ich producenta. Stanowią one jedynie wyznacznik pozwalający na dobór mocy opraw, głównie jednak ich strumienia świetlnego oraz charakterystyki rozsyłu bryły fotometrycznej, sformułowania wytycznych technicznych w zakresie specyfikacji technicznych. Nie istnieje bowiem ogólnodostępny wzorzec „modelowej oprawy”, dla której dokonywano by wszystkich obliczeń, jedyną możliwością przeprowadzenia analiz fotometrycznych jest zastosowanie konkretnych typów opraw proponowanych przez producentów, z których to wariantów należy wybrać ten, który pozwoli na zastosowanie rozwiązań o najkorzystniejszych parametrach, ale z drugiej strony umożliwi w ramach postępowania przetargowego start jak największej grupy podmiotów, dzięki czemu możliwe będzie obniżenie kosztów inwestycji w drodze konkurencji cenowej.

Ostatecznie należy zatem stwierdzić, że przyjęte na bazie pomiarów rozwiązania powinny spełniać normę oraz standardy oświetleniowe po dokonaniu procesu modernizacji bieżącego oświetlenia oraz po uzupełnieniu oświetlenia zgodnie z wytycznymi oraz możliwościami sieci. Dla każdego z przewidzianych rozwiązań dopuszczalne jest zastosowanie opraw o mniejszej mocy lub opraw o tej samej mocy, ale większym strumieniu, o ile ich zastosowanie zostanie potwierdzone obliczeniami fotometrycznymi bazującymi na tych samych parametrach przyjętych modułów, a wyniki obliczeń nie będą gorsze (niższe) niż te wskazane w obliczeniach jednocześnie realizując wszystkie założenia charakterystyczne dla odpowiednie klasy oświetleniowej zgodnie z normą PN-EN 13201.

14. Analiza techniczno-technologiczna pod kątem zmniejszenia zużycia energii. Źródła światła i oprawy oświetleniowe.

Zgodnie z raportem Departamentu Energetyki Ministerstwa Gospodarki pt. „Analizy i ekspertyzy dotyczące źródeł światła”. Autorzy opracowania wskazują na zbliżający się zmierzch tradycyjnych źródeł świetlnych i pojawiającą się świadomość w zakresie korzyści płynących ze źródeł LED’owych.

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, którą nastawia się aktualnie głównie na rozwój rynku źródeł typu LED. Mając na uwadze powyższe, jako potencjalne rozwiązania techniczne w zakresie źródeł światła należy wskazać źródło typu LED, lub sodę wysokoprężną



15. 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 наносzona 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

16. 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 80 000 h, a dziś już sięgająca nawet 100 000 h, w korzystnych warunkach środowiskowych i technicznych sieci.
- 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 LED'owych należy jednakże zaliczyć wyższy koszt inwestycyjny oraz neutralną temperaturę barwową, która jest negatywnie oceniana przez część użytkowników opraw, zwłaszcza świeżo po modernizację, gdyż różnica w porównaniu z oprawami wyładowczymi jest wyraźnie widoczna. Negatywny skutek tego elementu można jednakże minimalizować poprzez określenie w specyfikacji technicznej przyjaźniejszej temperatury barwowej na poziomie nie wyższym niż 4000K.

Z uwagi na fakt, iż oprawy sodowe nie są już aktualnie montowane na terenie Gminy Gidle, w ramach modernizacji rekomenduje się wykorzystanie opraw LEDowych, w korpusach wykonanych z odlewów aluminium, co gwarantować powinno kilkunastoletni okres bezawaryjnej i praktycznie bezobsługowej pracy przy zachowaniu trwałości całej konstrukcji oprawy oraz źródła światła LED.

17. Oprawy oświetleniowe, możliwości wykorzystania nowoczesnej technologii dla przeprowadzenia modernizacji.

W ramach obliczeń dokonywanych w programie DiaLUX wykorzystano przykładowe oprawy LED, o wysokich parametrach jakościowych, firmy działającej na polskim rynku. **W wypadku wyboru opraw LED należy zwrócić uwagę na ich jakość, zarówno pod kątem konstrukcji korpusu, którego dedykowana żywotność musi dorównać żywotności źródeł światła, więc okresu kilkunastu lat, jak i samych układów elektronicznych oraz diod LED, których parametry muszą być potwierdzone i wiarygodne.** Bezpiecznie jest stosować produkty, które zostały zbadane, a ich parametry zweryfikowane i potwierdzone przez niezależne akredytowane laboratorium, co może zagwarantować np. wystawiony certyfikat ENEC. Ponieważ oprawy LED mają być energooszczędne oraz pracować przez bardzo długi okres (nawet do 100 000h) bez potrzeby konserwacji oraz wymiany źródła, generując kolejne oszczędności, ważne, aby postawić im wysokie wymagania techniczne, które mogą realnie spowodować zrealizowanie przez oprawy LED założonego okresu funkcjonalności oraz oszczędności ekonomicznej określonej w tym czasie.

Mając na uwadze parametry przykładowych opraw, rekomenduje się w ramach postępowań wyboru opraw ulicznych o parametrach równoważnych, czyli nie gorszych zarówno w kontekście materiałów wykonania, jakości oświetlenia jak i ostatecznych wyników symulacji w programie Dialux.

18. Charakterystyka opraw LED oraz opis techniczny minimalnych parametrów jakościowych modernizowanych opraw dla gminy Gidle.

Rynek opraw LED jest dziś dość szeroki, jest wiele producentów i importerów oświetlenia drogowego LED, a same oprawy charakteryzują się różnymi rozwiązaniami technicznymi.

Grupa produktów jest dostarczana przez firmy oświetleniowe, które nie tylko produkują, a inżyniersko projektują swoje produkty, a następnie przeprowadzają niezliczoną liczbę testów produktu gotowego. Biorąc pod uwagę, iż inwestycji w oprawy LED jest kalkulowana na okres kilkadziesiąt lat, a nie tylko na okres samej gwarancji producenta czy wykonawcy, same oprawy muszą się charakteryzować wysokimi parametrami jakościowymi. Produkt musi być kalkulowany na > 100 000h żywotności źródła światła, a jego elementy muszą być w pełni wymienne i serwisowalne, nie tylko dziś, ale także za okres kilkadziesiąt lat.

Istotne jest także właściwe dobranie układów optycznych opraw LED, tak aby właściwie realizowały zadanie fotometryczne oraz minimalizowały negatywne oświecenie przy określonej mocy maksymalnej. Bardzo istotne jest, aby parametry przedstawiane były w pełni wiarygodne i faktycznie były realizowane przez sam produkt, umożliwia to np. przedstawienie raportu ENEC, który niezależnym

badaniem laboratoryjnym potwierdza parametry produktu. Sygnatariuszem w/w certyfikatu jest oprócz wielu krajów UE, także Polska, na której terenie znajduje się akredytowana jednostka uprawniona do wydania certyfikatu. Wielu producentów posiada taki certyfikat, poświadczający, iż ich produkty spełniają wysokie kryteria jakościowe. Oprawy LED konstrukcyjnie muszą być przygotowane do osiągnięcia realnie kilkudziesięciu letnich okresów funkcjonowania, materiały, z których są zbudowane to trwałe odlewy ciśnieniowe aluminium oraz szkło hartowane. Istotne parametry, jak zakres pracy temperaturowej, zwłaszcza ten górny, determinuje faktyczną żywotność źródła światła, wpływając na jej powolny proces utraty pierwotnego strumienia, co jest nie uniknione w wypadku każdego produktu LED. Im wyższy zakres, granicznej, górnej temperatury otoczenia dla użytkowania produktu, tym wydajniejsza konstrukcja oprawy, a co za tym idzie dłuższa żywotność źródła. Na rynku Polskim są produkty, które pracują w zakresie temperatura otoczenia do +50 stopni Celsiusa, przy jednoczesnym utrzymaniu strumienia świetlnego źródła na poziomie > 100 000h, co potwierdza raport z badania L90B10 wykonany w Ta (temperatura otoczenia) +25°C. Równie istotne jest, aby podobną żywotność jak źródło światła miał sam układ optyczny oprawy, gwarantując utrzymanie pierwotnej bryły fotometrycznej w całym okresie funkcjonowania oprawy. Często stosowane układy soczewkowe z materiałów degradowanych jak PMMA czy PC mogą nie gwarantować utrzymania pierwotnych parametrów w czasie, zwłaszcza w okresie kilkudziesięcioletnim. Charakterystyka syntetycznego materiału oraz fizyczne właściwości soczewki mogą powodować degradację bryły fotometrycznej oraz narastające, znaczne straty spowodowane utratą przejrzystości soczewki. Wielu uznanych producentów opraw LED powróciło do kształtowania bryły fotometrycznej oprawy poprzez układ odbłyśników, znany i sprawdzony przez lata w oprawach wyładowczych SAP oraz HID. Stosowanie odbłyśnikowych układów optycznych z posrebrzanego, satynowanego aluminium ma oprócz gwarantowanego utrzymania bryły fotometrycznej w czasie kilka innych zalet. Światło rozproszone, wielokrotnie odbite, generuje bardziej równomiernie oświetlenie przy jednoczesnym ograniczeniu nieprzyjemnego olśnienia, tak charakterystycznego dla soczewek, które skupiają światło. Oprócz fizycznych zależności jest to także spowodowane głębokością osadzenia samego źródła światła, gdzie w przeciwieństwie do soczewek, źródło znajduje się kilka cm w głębi układu optycznego, a nie przy samej powierzchni szyby, dzięki temu nie ma bezpośredniego olśnienia powodowanego przez silne źródło LED. Zasadność użycia określonej mocy, a co za tym idzie wartości strumienia świetlnego źródła oraz całej oprawy oświetleniowej została wykazane poprzez obliczanie fotometryczne, analogiczna sytuacja dotyczy kształtu samej bryły fotometrycznej. Oświetlenie zostało zaprojektowane w sposób optymalny w uwzględnieniu norm obowiązujących w naszym kraju, ale także uwarunkowań społecznych oraz użytkowych dróg. Oczekuje się, aby instalowane oświetlenie charakteryzowało się nie gorszymi wynikami w wszystkich z pomiarowych elementów dla danej klasy oświetlenia jak te przedstawione w dokumentacji. Należy przedstawić analogiczne obliczenia oraz

dostarczyć użyte pliki fotometryczne, dla umożliwienia dokonania sprawdzenia wyników także przez samego inwestora na podstawie pierwotnych obliczeń dokonanych ogólnodostępnym, nieodpłatnym w programie DiaLUX.

Oczywiście same oprawy muszą spełniać inne, równie istotne parametry, jak choćby klasa szczelności IP66 przy jednoczesnym „oddychaniu” oprawy przez filtry. Takie rozwiązanie gwarantuje odparowanie skondensowanej pary wodnej, która jest naturalnym wynikiem pracy urządzeń elektrycznych, zwłaszcza w środowisku zbliżonym do tego występującego w Europie Środkowej. Tego typu szeroko stosowane rozwiązanie realnie przedłuża żywotność urządzenia elektronicznego jakim jest oprawa LED, dodatkowo powoduje szybsze i sprawne wyrównanie ciśnień w oprawie, uniemożliwiających zasysanie nieczystości z zewnątrz, co wpływa na prawidłową i efektywną pracę oprawy. Takie cechy w połączeniu z uszczelnieniem oprawy poprzez wlewane uszczelki poliuretanowe gwarantuje długą, szczelną funkcjonalność produktu. Dosyć istotnym elementem jest także właściwe zabezpieczanie urządzenia elektronicznego jakim jest oprawa LED, przed skokami napięcia. Zastosowanie rozdzielnego od zasilacza zabezpieczenia 10kV-10kA gwarantuje właściwą ochronę produktu. Zastosowanie podwójnego zabezpieczenia, przed zasilaczem, ochrony 10kV-10kA oraz zabezpieczenia w samym zasilaczu min. 6kV zabezpiecza oprawę nie tylko przed nagłymi skokami napięcia, ale także przed ładunkami mogącymi powstać przez ruchy spowodowane cyrkulacją powietrza, jest to szczególnie istotne w wypadku opraw w II kl. ochronności. Tego typu protekcja, także minimalizuje straty związane z nagłym wyładowaniem atmosferycznym, ograniczając znacząco zasięg niebezpiecznego ładunku w sieci zasilania, co jest szczególnie ważne w wypadku instalacji opraw na słupach nie przenoszących ładunku elektrycznego, które nie są uziemieniem (słupy drewniane, słupy kompozytowe, słupy betonowe bez uziemienia). Oprawy LED dają możliwość płynnej redukcji mocy bądź poprzez programowanie autonomicznych programów, bądź przez zewnętrzne systemy zarządzania. Oprawy przystosowane do sterowanej redukcji mocy muszą mieć zasilacze wyposażone w układ Dali lub 1-10V, który umożliwia zewnętrzną komunikację z oprawą, należy jednak pamiętać i przewidzieć, iż reduktory na poziomie powyżej 30% generować będzie moc bierną, która w wielu wypadkach jest także rozliczana i to w sposób niewspółmierny w szacowaniu mocy czynnej. Przy planowanej redukcji mocy w poziomie >30% należy przygotować właściwie szafy sterowania i wyposażyć je w rozwiązanie umożliwiające kompensację mocy biernej.



Szafka oświetlenia wraz z redukcją mocy biernej.

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

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

W wypadku modernizacji oświetlenia oczekuje się rozwiązań spójnych wizualnie, aby ujednolicić aspekty architektoniczne oświetlenia. Wszystkie oprawy drogowe, montowane na słup pionowy, wysięgnik powinny pochodzić od jednego producenta i charakteryzować się spójną linią projektową, pochodzić z jednej rodziny produktów. Taka sama sytuacja dotyczy opraw parkowych, dekoracyjnych, zarówno nasadzanych na słup pionowy jaki i zwieszanych od góry, dla utrzymania spójności powinny one reprezentować identyczną stylistykę oraz wymiar, różniąc się tylko sposobem instalacji.

Szczegółowy opis istotnych cech produktu jest podany poniżej i odnosi się on dla opraw wszystkich opraw drogowych LED instalowanych w obrębie modernizowanej infrastruktury oświetleniowej.

Opis istotnych parametrów technicznych i użytkowych dla opraw drogowych i zwieszakowych LED:

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

- Moc opraw LED, rozumiana jako maksymalna dopuszczona określona została w zestawieniu projektowym, zgodnie z wynikami obliczeń fotometrycznych.

- Korpus oprawy trwale zamykany i zakręcany na śruby z stali nierdzewnej, ze względu na planowany długi czas życia produktu oraz brak potrzeby serwisowania opraw LED na słupie, nie dopuszcza się mniej pewnego zapięcia typu klamra. Wymagana jest wylewaną uszczelka poliuretanową dla zachowania w czasie właściwej klasy szczelności całej oprawy.

- Korpus wyposażony w filtr ceramiczny do przewietrzania komory, do odparowania skondensowanej pary wodnej przy jednoczesnym utrzymaniu protekcji IP66

- 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 niższy poziom ośnienia, nie ulegają degradacji w całym okresie użytkowania. Charakterystyka układu optycznego została dobrana poprzez obliczenia fotometryczne. Dostępne typy optyk wykorzystane w projekcie: asymetryczny, drogowy w kilku opcjach rozsyłu.

- Oprawy drogowe montowane na wysięgniku, na słup w tej samej stylistyce, z jednej rodziny opraw w celu ujednolicenia stylistyki infrastruktury oświetleniowej miasta.

- Oprawy gotowe do współpracy z zewnętrznym systemem sterowania oświetleniem, wyposażone w gniazdo 1-10V lub Dali.

- Diody wysterylizowane prądem nie większym niż 500mA. Zakres pracy temperatury otoczenia oprawy min. od -40st. do +50st. Celsjusza podanym przy obciążeniu 500mA.

- Wydajność oprawy LED min. 125 lm z 1W podana przy obciążeniu 500mA z uwzględnieniem strat układu zasilania oraz układu optycznego.

- Żywotność diod min. 100.000h potwierdzona poprzez raport L90B10, badane przy temperaturze otoczenia +25st. oraz 500mA.

- Oprawa w II kl. ochronności.

- Oprawa wyposażona w rozdzielne od układu zasilania dodatkowe zabezpieczenie do 10kV-10kA (SPD) chroniące przed skokami napięcia oraz standardowe zabezpieczenia zintegrowane w układzie zasilania opraw min. 6kV, dając podwójną ochronę oprawie przed pikami czy nagłymi skokami napięcia.

- Zamocowanie słupa wytłaczane ciśnieniowo z aluminium, uniwersalne o możliwości montażu dla słupów o średnicy 46mm-60mm, z możliwością ustawienia kąta oprawy.

- 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°
- Dyfuzor z przezroczystego hartowanego szkła o grubości 4mm odpornego na szoki termiczne i na uderzenia min. IK09
- Oprawa o całkowitej klasie szczelności min. IP66

19. Porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji w Gminie Gidle.

Na etapie inwentaryzacji **zbadano 1102 oprawy** drogowe. Różnej mocy oraz różnego typu. Do modernizacji **przewidziano 1099 oprawy** oświetleniowe starego typu, pozostałe 3 oprawy to zmodernizowanej już produkty LED. Łączna, **nominalna moc** opraw aktualnie wynosi **158,77kW**, zgodnie z poniższymi tabelami.

SODA stan przed modernizacją:

<i>MOC FAKTYCZNA OPRAWY W WATT</i>	<i>IŁOŚĆ</i>	<i>Suma mocy nominalnej w Watt</i>	<i>Łączna moc nominalna przed modernizacją w kW</i>
83	695	57685	112,41
114	248	28272	
169	156	26364	
30	3	90	

LED stan po modernizaciji:

MOC FAKTYCZNA OPRAWY W WATT	IŁOŚĆ	Suma mocy nominalnej w Watt	Łączna moc nominalna po modernizacją w kW
21,5	10	215	47,18
27	334	9018	
35	162	5670	
40,5	224	9072	
51,5	68	3502	
59,5	28	1666	
75,5	197	14873,5	
40,5	38	1539	
39,5	16	632	
52	12	624	
28	10	280	
30	3	90	

Suma		Różnica w	
opraw:	1102	kW:	65,23

Tabela nr.3- Moc opraw w Gminie Gidle przed modernizacją (starego typu oprawy SAP i nowoczesne LED).

Po modernizacji łączna moc skuteczna (faktyczna) opraw wynosić szacunkowo będzie **47,18 kW**, co stanowi oszczędność **58,03%** mocy początkowej w kontekście mocy skutecznej, z uwzględnieniem wszystkich strat.

LED stan po modernizacji:

<i>MOC FAKTYCZNA OPRAWY W WATT</i>	<i>IŁOŚĆ</i>	<i>Suma mocy nominalnej w Watt</i>	<i>Łączna moc nominalna po modernizacją w kW</i>
21,5	10	215	47,18
27	334	9018	
35	162	5670	
40,5	224	9072	
51,5	68	3502	
59,5	28	1666	
75,5	197	14873,5	
40,5	38	1539	
39,5	16	632	
52	12	624	
28	10	280	
30 (istniejące LED)	3	90	

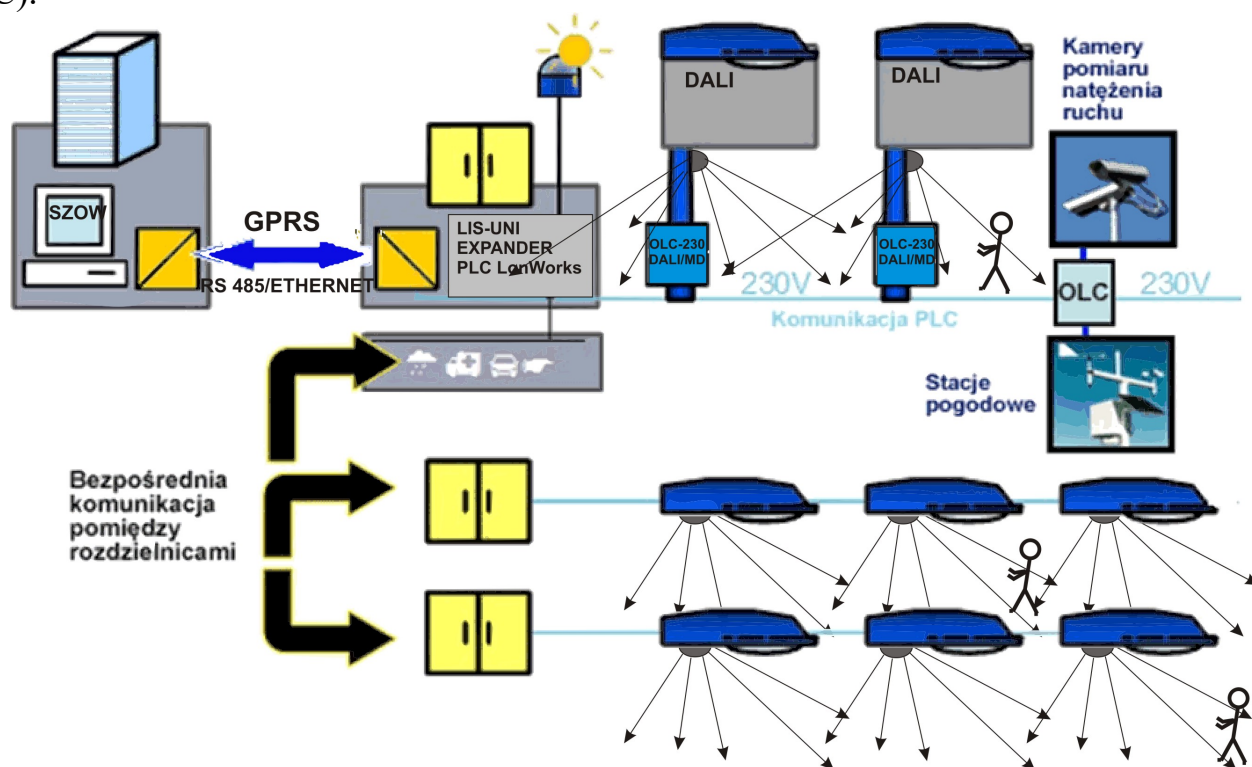
Tabela nr 4- Moc opraw w Gminie Gidle po przeprowadzeniu modernizacji (bez redukcji mocy).

Dalszą oszczędność można pozyskać poprzez redukcję mocy wskazaną w zakresie ok. **30%**, do poziomu **33,05 kW**, co w ujęciu względnym (stosunek redukcji względem mocy początkowej) daje wartość szacowaną **70,60%** oszczędności względem stanu obecnego.

20. Sterowanie oświetleniem oraz redukcja mocy, opis i porównanie systemów zarządzania siecią oraz systemów redukcji zasilania, w kontekście ich funkcjonowania i kosztów.

20.1. Sterownie oświetleniem-redukcja mocy i zarządzanie siecią.

SmartStreetLighting to hasło określające ogólnie ideę inteligentnego racjonalizowania zużycia energii elektrycznej na oświetlenie ulic. Realizując projekty Smart Grid czy będące ich rozszerzeniem projekty Smart City nie można zapomnieć o Systemach Inteligentnego Sterowania Oświetleniem Ulic (SmartStreetLighting). Systemy takie w zależności od zaawansowania technologicznego charakteryzują się różnymi funkcjami. Najprostsze aspirujące do tej grupy są systemy oparte na czasowym ograniczaniu mocy oświetlenia w późnych godzinach nocnych. W przypadku takich systemów nie można mówić jednak o inteligentnym sterowaniu a jedynie odczytywaniu teoretycznych potrzebnych poziomów oświetlenia z tabeli kalendarza. Kolejnym rozwiązaniem jest autonomiczna redukcja mocy, jednak z możliwością programowania tych ustawień bez potrzeby demontażu i ingerencji w oprawę, programowanie całej grupy opraw może odbywać się np. za punktu sterowania obwodem. Kolejnym typem bardziej rozwiniętego systemu są zarządzane oprogramowanie z poziomu komputera czy tabletu. Daje to możliwość dostępu do większej ilości funkcji i zdecydowanie większe możliwości oszczędzania energii, systemy sterowników inteligentnych, komunikujących się między sobą i systemem nadrzędnym, poprzez sieć zasilania (PLC).



Architektura systemu sterowania LEDMICON firmy Mikromex

Takie rozwiązanie zapewnia komunikację bez konieczności drogich inwestycji w sieć komunikacji. Technologia LonWorks PowerLine Communication firmy Echelon, najczęściej wykorzystywanej w tego typu rozwiązaniach, została sprawdzona w największym projekcie typu SmartGrid realizowanym we Włoszech przez firmę ENEL. W projekcie tym spięto ze sobą poprzez sieć energetyczną 27 mln urządzeń, które przesyłają aktualne odczyty liczników energii elektrycznej, a także umożliwiają ich zdalne sterowanie.

Podstawowe funkcje inteligentnego systemu sterowania oświetleniem ulic, placów i parków:

Sterowanie poszczególnymi latarniami ulicznymi; ręczne lub automatyczne załączanie lub wyłączanie lamp oraz funkcje ograniczania ich mocy, możliwa jest automatyczna modyfikacja oczekiwanego poziomu oświetlenia w zależności od warunków na drodze (zwiększony ruch, zmniejszona widoczność czy przypadki szczególne, jak nocne imprezy sportowe); w niektórych przypadkach system, zachowując swą funkcjonalność, nie może ściemniać oświetlenia.

Grupowanie lamp w zależności od potrzeb i ustalanie różnych algorytmów sterowania dla różnych grup lamp; gdy z tej samej instalacji zasilane jest oświetlenie drogi osiedlowej i drogi o większym nasileniu ruchu dla obu przypadków są ustalane inne programy oszczędzania, aby drogi były oświetlone zgodnie z normami,

Zliczanie zużycia energii elektrycznej poszczególnych lamp i grup lamp czy też dodatkowych urządzeń zasilanych z tej samej instalacji np. oświetlenie świąteczne; dzięki temu ułatwione jest rozliczanie podmiotów odpowiedzialnych za oświetlenie w poszczególnych częściach większej instalacji; np. w przypadku, gdy za część oświetlenia odpowiada wspólnota mieszkańców, a za część zarząd dróg, bez problemu można odczytać i rozliczyć bieżące zużycie energii elektrycznej każdej części systemu oświetleniowego

Detekcja prawidłowego działania latarni pomaga w przypadku awarii, system może powiadomić operatora i ekipy serwisowe o konieczności interwencji np. przesyłając wiadomość SMS. System może także prowadzić detekcję nieuprawnionego otwarcia obudowy lampy z powiadamianiem odpowiednich służb, wskazanych jako właściwe do interwencji.

Najbardziej rozbudowanym systemem inteligentnego oświetlenia ulic jest system działający w Oslo oparty o technologie firmy Echelon. Kilka lat działania tego systemu dowiodło, że oszczędności w zużyciu energii elektrycznej sięgają 70% bez niedopuszczalnego przez normy, wyłączania oświetlenia. W przypadku konieczności wyłączenia oświetlenia poszczególnych ulic czy nawet pojedynczych lamp, operator systemu może, jednym kliknięciem myszy przy komputerze systemu nadrzędnego, włączyć lub wyłączyć lampę lub grupę lamp. Operator systemu również ma dostęp on-line do bieżących danych dotyczących sprawności lamp oraz stanów liczników energii znajdujących się w każdej oprawie lampy. Dzięki temu bardzo ułatwione jest rozliczanie podmiotów odpowiedzialnych za oświetlenie poszczególnych części miasta.

Inteligencja systemów sterowania oświetleniem polega na dostosowywaniu poziomów natężenia oświetlenia do aktualnych potrzeb użytkowników i wymogów ustanowionych przez obowiązujące normy. Aktualne regulacje prawne dopuszczają ograniczenie poziomów oświetlenia w przypadku zmniejszenia natężenia ruchu na danej drodze. Możliwe również jest dostosowanie mocy lamp ulicznych do warunków pogodowych. W tym celu montowane są czujniki natężenia ruchu (najczęściej pętle indukcyjne) oraz czujniki pogodowe. Inteligentny system zbiera informacje z czujników i w zależności od aktualnej sytuacji automatycznie dobiera algorytm sterowania oświetleniem.

Bardzo ważną cechą tych systemów jest to, że algorytm sterowania może być różny w różnych punktach tej samej sieci – konieczne jest zapewnienie bardzo dobrego oświetlenia w miejscach niebezpiecznych np. przy przejściach dla pieszych czy niektórych skrzyżowaniach, podczas gdy w pozostałych częściach tej sieci można zredukować moc.

Redukcja poszczególnych lamp realizowana jest przez sterowniki wbudowane w oprawę bądź zainstalowane w słupach oraz tzw. sterownik segmentowy, zamontowany w szafce zasilającej daną linię oświetleniową. Poszczególne sterowniki segmentowe podłączane są do sieci internetowej i współpracują z systemami nadrzędnymi (np. StreetLight.vision). Architektura systemu umożliwia swobodny rozwój systemu od jednej ulicy do nawet całego miasta.

Na rynku polskim dostępne są inteligentne systemy sterowania oświetleniem ulicznym. Pożądane parametry takich systemów ujęte zostały w unijnych wytycznych zawartych w projekcie e-streetlight. Zgodnie z założeniami projektu e-streetlighting dzięki zastosowaniu systemów inteligentnego oświetlenia ulicznego i drogowego istnieje możliwość redukcji zużycia energii elektrycznej w przedziale od 40 do 70 % co pomoże osiągnąć znaczny wpływ na ochronę środowiska naturalnego i bezpieczeństwa publicznego. W skali całej Europy roczne oszczędności mogą osiągać 38 TWh energii elektrycznej, co stanowi ok. 63 % rocznej konsumpcji energii elektrycznej na oświetlenie.

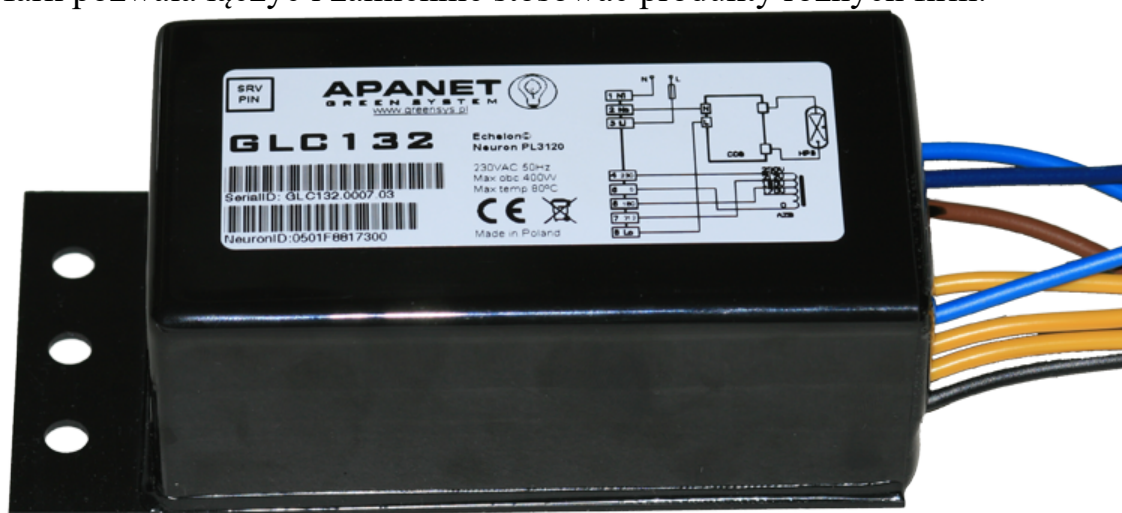
Warto zaznaczyć, że brak zgodności z przyjętymi jako standard wytycznymi stanowi dla użytkownika takich systemów zagrożenie. Nie jest bowiem możliwa rozbudowa systemu o urządzenia innych producentów, a w przypadku wycofania urządzeń z oferty, nie ma możliwości zastąpienia ich innymi analogicznymi i konieczna jest bardzo kosztowna wymiana całego systemu. Problemem może być również oprogramowanie zarządzające gdyż w przypadku stosowania rozwiązań zamkniętych (np. Thorn, Micromex, Schreder, Reberberi) użytkownik jest skazany zawsze na jedynej dostawcy, który w praktyce dyktuje ceny, nie tylko ceny systemu, bo oferta na jego uruchomienie może być bardzo konkurencyjna, ale dalsze koszty obsługi, serwisu oraz jego rozbudowy, ponieważ system taki daje monopol na zarządzanie, obsługę oraz rozbudowę sieci w przyszłości, co jest bardzo niebezpieczne dla inwestora i może generować przyszłe ogromne koszty, na które inwestor zostanie skazany.



Sterownik segmentowy oraz modułowy systemu OWLET marki Schreder

Jeszcze większym zagrożeniem jest system sterowania dostarczany przez producenta opraw oświetleniowych, który jest systemem zamkniętym, (np. Schreder, Thorn) a sama oprawa oświetleniowa i system tworzy integralne rozwiązanie, które nie daje możliwości przyszłej rozbudowy infrastruktury ani o innego dostawcy systemu, ani opraw oświetleniowych, co w praktyce powoduje pełen monopol producenta w obrębie oświetlenia drogowego w gminie. W przypadku rozwiązań otwartych dostawców jest zawsze kilku, pozostawiając inwestorowi wybór podyktowany lepszymi dla niego parametrami technicznymi i cenowymi.

Przykładem standardowych i w pełni zgodnych z wytycznymi e-streetlight rozwiązań są systemy wykorzystujące standard LonWorks, dostępne w Polsce w ofercie firm APANET Green System, Osram i Philips i (system firmy Philips Lighting jest w Polsce praktycznie nieinstalowany). Zgodność ze standardem LonMark pozwala łączyć i zamiennie stosować produkty różnych firm.



Sterownik zgodny z LonMarks marki Apanet

Zastosowanie systemów sterowania rodzi, jednakże dodatkowy koszt inwestycyjny w postaci sterowników (koszt 400 zł netto na jeden punkt świetlny). Dodatkowo dla zapewnienia komunikacji między sterownikami a operatorem systemu konieczne jest stosowanie koncentratorów. Im mniejszy obszar objęty

sterownikami, tym mniejszą ilość koncentratorów należy zastosować. W przypadku Gminy Gidle, której obszar jest umiarkowanie rozległy, dodatkowo oprawy miejskie rozproszone są w różnych częściach gminy, konieczne byłoby zastosowanie wielu koncentratorów, co najmniej 50, do każdej z SOU po jednej sztuce, których koszt wynosi ok. 15 000 zł netto za sztukę, co generowałoby koszt na poziomie 630 000 zł netto. Do tego dochodzą dodatkowe koszty związane z utrzymaniem kart SIM niezbędnych do komunikacji oraz roczny koszt oprogramowania i jego obsługi serwera, którego cena wynosi ok. 30 zł netto od jednego punktu oświetlenia, generując roczny koszt na poziomie 19 800 zł netto rocznie.

20.2. Redukcja mocy – autonomiczny zmienny profil obciążeń.

Alternatywą dla systemów sterowania oświetleniem jest rozwiązanie, które można określić jako zmienny profil obciążenia lub też uniwersalny profil redukcji.

Zmienny profil obciążenia to rozwiązanie polegające na zmniejszeniu mocy lampy (przygaszeniu) zgodnie z ustalonym wcześniej harmonogramem. Harmonogram zapisywany jest w module sterującym montowanym indywidualnie w każdej oprawie i zawiera dwa parametry regulujące jego pracę:

Czas astronomiczny określający pory przygaszenia/rozjaśnienia lampy.

Określenie procentowe przygaszenia lampy (najczęściej w zakresie od 30 % - 100 % w krokach co 5 %, aczkolwiek na rynku dostępne są również sterowniki, które pozwalają jedynie na trzystopniową redukcję).

Rozwiązanie to oferowane jest przez wielu producentów opraw i jest dostępne bądź w cenie opraw jako dodatkowa funkcja układu zasilania (w przypadku opraw klasy premium) bądź za dodatkową opłatą, która, jednakże w stosunku do ceny całej oprawy nie stanowi więcej niż kilka procent. Względy finansowe nie stanowią więc bariery we wdrożeniu tego rozwiązania.

Dla zmiennego profilu redukcji harmonogram działania systemu w zakresie redukcji natężenia strumienia świetlnego, przyjmuje się następująco:

Przyjmuje się średni dobowy czas świecenia na 11,37 godzin (na podstawie średniego rocznego czasu świecenia wynoszącego 4024 godziny) co przykładowo prezentuje harmonogram takiej redukcji:

Załączenie obwodów wg. czasu astronomicznego na 100 % natężenia strumienia świetlnego (100 % mocy).

Pierwszy stopień redukcji mocy obwodów do 70 % natężenia strumienia świetlnego (60 % mocy) – od godziny 22:00 do 23.30 (końcem wieczornego okresu największego ruchu samochodowego i pieszego).

Redukcja mocy obwodów w drugim kroku do 40% natężenia strumienia świetlnego (40 % mocy) w okresie godziny 23:30 do 03:30 –okres najmniejszego natężenia ruchu).

Zwiększenie mocy obwodów do 60 % natężenia strumienia świetlnego (70 % mocy) w czasie od 03:30 do 5:30 – okres przed świtem, gdy ruch powoli się zwiększa, a nie jest już zupełnie ciemno (godzina 5:00 – 7:00 rano).

Zwiększenie mocy do 100% natężenia strumienia świetlnego (100 % mocy) w czasie od 5:30 do wyłączenia obwodów – okres przed świtem, gdy ruch poranny staje się najbardziej wzmożony, a nie jest jeszcze ciemno.

Zgodnie z powyższym zestawieniem oszczędności w zużyciu energii wynosić będą sumarycznie nawet do 50 %, jednak zaznaczyć trzeba, iż taka symulacja jest w jej granicznych wartościach i może nie być dobrze odbierana społecznie, jako zbyt radykalna. Wskazany więc harmonogram pracy należy rozumieć jako przykład możliwości maksymalnych oszczędności. Właściwy harmonogram pracy redukcji trzeba uzgodnić z inwestorem przed wykonaniem montażu samych opraw, w kontekście faktycznych potrzeb gminy oraz oczekiwań społecznych. Sprawdzonym w praktyce programem, który nie odnotował negatywnego odczucia

wśród użytkowników dróg, a który został już wdrożony w różnych Gminach i funkcjonuje przynajmniej w ciągu trwania całego sezonu oświetlenia kalkulowanego na 4024h (rok) to harmonogram oparty na założeniach redukcji:

Uśredniony dobowy czas świecenia na podstawie zgodnie z ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ENERGII z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U.2017.1912 z dnia 2017.10.13).																							
faza cyklu (30 min.) 11,30h/24h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
godzina	19.00	19.30	20.00	20.30	21.00	21.30	22.00	22.30	23.00	23.30	00.00	00.30	01.00	01.30	02.00	02.30	03.00	03.30	04.00	04.30	05.00	05.30	06.00
moc bez redukcji	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
moc redukcji	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	70%	70%	70%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	70%	70%	70%	100%	100%	100%
oszczędność redukcji	30%																						

Przykład harmonogramu pracy autonomicznego reduktora mocy w oprawie LED

Ciekawą możliwość daje połączenie systemu autonomicznej redukcji mocy z rozbudowanym systemem sterowania. Ze względu, iż autonomiczny reduktor mocy w oprawie jako funkcja zasilacza w teorii daje możliwość zmiany pierwotnych ustawień, w praktyce jest to nie wykonalne, ponieważ należałoby programować każdą z opraw z osobna po wcześniejszym jej zdemontowaniu lub w bardzo trudnych warunkach pracy przy oprawie, na słupie za pomocą dodatkowego urządzenia do programowania nastawień. Może się okazać, iż pierwotnie wybrane pułapy redukcji są dobrane niewłaściwie bądź w wypadku przebudowy, zmiany organizacji ruchu lub rozbudowy sieci, faktyczne potrzeby związane z redukcją zmieniły się, jednak ze względu na praktyczne trudności zmiana nastawień nie będzie wykonalna. Taki problem rozwiązuje zastosowanie autonomicznych reduktorów mocy niezintegrowanych z układem zasilania, redukujących moc oprawy za pośrednictwem gniazda 1-10V w zakresie od 10% do 100% mocy, ale dających się w łatwy sposób przeprogramować dla całego obwodu np. z punktu sterowania obwodem lub za pomocą komunikacji Dali i zewnętrznych sterowników z komunikacją Bluetooth. Dzięki temu możemy korygować w łatwy i prosty sposób ustawienia poziomu oraz czasu redukcji dla całego obwodu jednocześnie z jednego miejsca, punktu zasilania, bez konieczności ingerowania w oprawy oraz pracy z

każdą z nich z osobna lub w wypadku Bluetooth każdą oprawę z osobna jednak bez potrzeby zbliżenia się do niej bardziej niż na kilka metrów, co umożliwia zmianę ustawień z poziomu ziemi, spod oprawy bez konieczności jej demontażu czy otwierania. Rozwiązanie tego typu nie wiąże się z dużymi nakładami i stanowić może ok. 10% (35%-50% sterownik Bluetooth) wartości oprawy wyposażonej w uniwersalne gniazdo 1-10V, daje możliwość pracy z różnymi producentami opraw oświetleniowych, a dzięki swoim rozmiarom może zostać wewnątrz oprawy. Wewnętrzny, autonomiczny reduktor mocy z możliwością programowania z poziomu punktu sterowania jak np.: APC-LED firmy Rabbit, to w kontekście kosztów inwestycji, funkcjonalności oraz możliwość dalszej rozbudowy i programowania nastawów bardzo ciekawa alternatywa dla droższych systemów zasilania i monitorowania sieci oraz wewnętrznych, autonomicznych reduktorów mocy zabudowanych jako dodatkowa funkcja układu zasilania.



Autonomiczny reduktor mocy APC-LED marki Rabbit

21. Analiza czasu eksploatacji systemu oświetleniowego

Na potrzeby obliczeń i porównań przyjmuje się nominalną moc systemu oświetleniowego. Oparcie się o dane nominalne (tak jak i przy mocach opraw), pozwala na miarodajność i porównywalność wyników w czasie. W wypadku audytu posłużono się czasem rocznego świecenia na poziomie **4024h zgodnie z rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii**. Niemniej jednak czas nominalny może odbiegać od rzeczywistego czasu świecenia w przypadku zmiany konfiguracji zegarów astronomicznych. Istnieje, bowiem możliwość opóźnienia

czasu zapłonu lamp oraz przyśpieszenie ich wygaszania o 15 minut każdego dnia. Mimo, że różnica ta nie powinna być zauważalna dla zwykłego użytkownika dróg ulicznych może przyczynić się do niewielkich dodatkowych oszczędności, skracając czas nominalnej pracy systemu wynoszącej 4024 h do czasu rzeczywistego wynoszącego ok. 3900 – 3950 h (w zależności od konfiguracji zegarów).

22. Specyfikacja i porównanie różnych możliwych wariantów modernizacji.

Przed dokonaniem dalszej analizy związanej z różnymi wariantami podjęcia modernizacji, wskazać należy stan obecny emisji CO₂ oraz zużycie energii, jako element punktu odniesienia.

źródła:	MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA h (za 1 rok)	Zużycie kWh	Emisja kg CO ₂
70W	83	695	4024	232 124,44	166 897,47
100W	114	248	4024	113 766,53	81 798,13
150W	169	156	4024	106 088,74	76 277,80
LED	30	3	4024	362,16	260,39
	SUMA	1102	SUMA	452 341,86	325 233,80

Tabela nr 5- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO₂ przed modernizacją w Gidle.

22.1. Wariant I – montaż/wymiana samych opraw LED, bez redukcji mocy oraz sterowania (On/Off).

Pierwszym z proponowanych wariantów przeprowadzenia modernizacji systemu oświetleniowego jest wymiana istniejących źródeł światła na źródła LEDowe. Oświetlenie półprzewodnikowe LED jest najbardziej innowacyjną technologią obecnie dominującą w technice świetlnej – zwłaszcza w ramach modernizowanego oświetlenia drogowego i ulicznego. Nowa technologia to coraz większy strumień świetlny opraw, szeroka gama barw światła białego, łatwość sterowania światłem matryc półprzewodnikowych oraz długa trwałość i co za tym idzie znacznie zmniejszające się koszty eksploatacyjne. Oprawy te umożliwiają uzyskanie pełnego strumienia świetlnego natychmiast po włączeniu zasilania. Oprawy LED generują białe światło o jednorodnie wysokiej jakości, jasności i natężeniu przy zużyciu energii niższym nawet do 60% w stosunku do tradycyjnego oświetlenia. Chłodna barwa świetlna oświetlenia typu LED ma, jednakże swoich przeciwników, stąd też rekomenduje się stosowanie technologii o bardziej naturalnej dla odbiorcy temperaturze barwowej wynoszącej ok. 4000 K. Korzyścią płynącą z zastosowania opraw LED jest też niezwykle długa trwałość, co umożliwia wyeliminowanie większości prac serwisowych. Rozwiązanie to można określić jako wariant minimum modernizacyjny, nie uwzględnia bowiem zastosowania żadnych systemów sterowania, ani wymiany słupów oświetleniowych. We wcześniejszych częściach opracowania akcentowano bardzo różny stan techniczny słupów oświetleniowych, jednakże nie uniemożliwia to przeprowadzenia modernizacji opraw, chociaż de facto zaniechanie modernizacji części infrastruktury jest tylko odsunięciem w czasie koniecznych inwestycji. Ten wariant inwestycyjny należy wybrać w sytuacji ubiegania się o dofinansowanie z programów, w których kluczowe znaczenie ma niski koszt jednostkowy inwestycji. Koszt takiej

modernizacji to zakup opraw oświetleniowych LED o potwierdzonych zgodnie z założeniami parametrach technicznych. Koszt takiej modernizacji wiąże się z zakupem nowych opraw, uśredniając cenę niezależnie od mocy to koszt ok 900zł za 1szt oraz koszty związane ze zdemontowaniem obecnych opraw sodowych, ich utylizacją oraz zainstalowanie nowych opraw LED. Tego typu wariant wiąże się z najmniejszymi kosztami inwestycji, ale także najniższym efektem ekologicznym oraz ekonomicznym, nie współmiernym do rozwiązań z autonomiczną redukcją mocy:

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA h (za 1 rok)	Zużycie kWh	Emisja kg CO ₂
21,5	10	4024	865,16	622,05
27	334	4024	36 288,43	26 091,38
35	162	4024	22 816,08	16 404,76
40,5	224	4024	36 505,73	26 247,62
51,5	68	4024	14 092,05	10 132,18
59,5	28	4024	6 703,98	4 820,16
75,5	197	4024	59 850,96	43 032,84
40,5	38	4024	6 192,94	4 452,72
39,5	16	4024	2 543,17	1 828,54
52	12	4024	2 510,98	1 805,39
28	10	4024	1 126,72	810,11
30	3	4024	362,16	260,39
SUMA	1102	SUMA	189 858,36	136 508,16

Tabela nr 6- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO₂ po modernizacją w Gminie Gidle w wariantcie 1 (bez redukcji mocy, oprawy LED On-Off).

22.2. Wariant II – montaż opraw LED ze zmiennym profilem obciążenia (redukcja mocy).

W wariantcie drugim wzbogacono wymianę opraw o tzw. zmienny profil obciążenia. Jest to w zasadzie bez kosztowa (z uwagi na fakt, iż oprawy wysokiej jakości są programowane na etapie produkcji lub na etapie produkcji dozbierane są w rozdzielnym względem zasilacza układ redukcji) alternatywa dla drogich, inteligentnych systemów sterowania. Natomiast efektywność ekonomiczna rozwiązania jest bardzo wysoka. Pozwala, bowiem uzyskać dodatkowe do 50% oszczędności w zużyciu energii elektrycznej w ramach eksploatacji. Konieczne jest jedynie określenie harmonogramu działania systemu w zakresie redukcji natężenia strumienia świetlnego, który stanowić będzie pewien kompromis między spełnieniem kryteriów normy oświetleniowej, poziomem luminancji oraz oczekiwanymi oszczędnościami. Można przyjąć, że średni dobowy czas świecenia to 11,30 godzin (na podstawie średniego rocznego czasu świecenia wynoszącego 4024 godziny) i na tej podstawie podjąć obliczenia dla systemu redukcji zaprogramowanego jako rozsądny kompromis pomiędzy oszczędnością energii, a

zachowaniem jakości oświetlenia w kontekście jego natężenia oraz dopasowania do natężenia ruchu:

Uśredniony dobowy czas świecenia na podstawie zgodnie z ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ENERGII z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U.2017.1912 z dnia 2017.10.13).																							
faza cyklu (30 min.) 11,30h/24h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
godzina	19.00	19.30	20.00	20.30	21.00	21.30	22.00	22.30	23.00	23.30	00.00	00.30	01.00	01.30	02.00	02.30	03.00	03.30	04.00	04.30	05.00	05.30	06.00
moc bez redukcji	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
moc redukcji	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	70%	70%	70%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	70%	70%	70%	100%	100%	100%
oszczędność redukcji	30%																						

Przykład harmonogramu pracy autonomicznego reduktora mocy w oprawie LED -redukcja 30%

Zgodnie z powyższym zestawieniem dodatkowe oszczędność roczne w zużyciu energii wynosić będzie sumarycznie 30,00%.

Wariant ten rekomendowany jest również dla inwestycji ubiegających się o wsparcie w formie dotacji, w procedurze konkursowej, w której podstawowym kryterium jest efektywność ekonomiczna inwestycji. Dzięki zastosowaniu rozdzielnych z układem zasilania sterowników do redukcji mocy z możliwością ich programowania z punktu pomiarowego, możliwa jest w przyszłości zmiana nastawień i przeprogramowanie systemu względem zaistniałych okoliczności. Koszt takiej modernizacji wiąże się z zakupem nowych opraw, uśredniając cenę niezależnie od mocy to koszt ok 900 zł (dobrej jakości oprawy LED nie wymagają dopłaty do tej funkcjonalności) za 1szt.

	MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA h (za 1 rok)	Zużycie kWh	Emisja kg CO ₂
	21,5	10	4024	605,61	435,44
	27	334	4024	25 401,90	18 263,97
	35	162	4024	15 971,26	11 483,33
	40,5	224	4024	25 554,01	18 373,33
	51,5	68	4024	9 864,43	7 092,53
	59,5	28	4024	4 692,79	3 374,12
	75,5	197	4024	41 895,67	30 122,99
	40,5	38	4024	4 335,06	3 116,90
	39,5	16	4024	1 780,22	1 279,98
	52	12	4024	1 757,68	1 263,77
	28	10	4024	788,70	567,08
istniejące	30	3	4024	362,16	260,39
	SUMA	1102	SUMA	133 009,50	95 633,83

Tabela nr 7- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO₂ po modernizacją w Gminie Gidle w wariantcie 2 z redukcją 30,00%.

22.3. Wariant III – montaż opraw LED z budową inteligentnego systemu zarządzania oświetleniem i redukcją mocy opraw LED opartym o technologie bezprzewodowe.

Wariant ten przewiduje wykonanie modernizacji z zastosowaniem tego samego projektu jak w wariantcie II. Różnicą w tym wypadku będzie wprowadzenie inteligentnego systemu sterowania z możliwością monitoringu pracy sieci oświetleniowej.

Zakres oszczędności w zużyciu energii elektrycznej będzie taki sam jak w proponowanym wariantcie II.

Najbardziej zaawansowana obecnie metodą sterowania systemem oświetlenia ulicznego są systemy inteligentne stosujące układy pozwalające na statyczną (skokową) lub dynamiczną (płynną) regulację natężenia oświetlenia oraz zdalną pełną kontrolę po sieciach radiowych GPRS. System taki umożliwia uzyskanie informacji z każdej oprawy oraz pozwala ją zdalnieysterować.

Komputer – serwer, umożliwia zbieranie wszelkich danych oraz ich odpowiednią obróbkę i wizualizację na potrzeby analizy systemu oświetlenia. Jednym z podstawowych zadań jest zbieranie danych o występujących awariach oraz przygotowywanie raportów ułatwiających serwisowanie całego systemu.

System oparty jest na sterownikach zainstalowanych w oprawach. Kontrolery komunikują się między sobą poprzez sieć bezprzewodową.

Za pośrednictwem sterownika nadrzędnego następuje synchronizacja pracy grupy lamp oraz ewentualne awaryjne wyłączenie lub załączenie grupy. System oprócz standardowych informacji o pracy i awarii gromadzi historię zdarzeń, jakie wystąpiły w trakcie eksploatacji, na podstawie, których można dokładnie przeanalizować pracę poszczególnych lamp oraz zaplanować ich ewentualną wymianę.

Podstawowe cechy systemu:

- Technologia bezprzewodowa: Technologia RF-Wireless i GPRS/GSM umożliwia programowanie, monitorowanie i kontrolowanie oświetlenia ulicznego rozproszonego w dużych i małych instalacjach.

- Sterowanie: Zdalne sterowanie latarniami ulicznymi umożliwia włączanie/wyłączanie wybranej osoby lub grup opraw oświetleniowych w zależności od potrzeb z poziomu interfejsu sieciowego. Każda lampa uliczna może obsługiwać do dziesięciu harmonogramów, które mogą być skonfigurowane przez użytkownika do kontrolowania poziomów włączania, wyłączania i ściemniania w określonych godzinach. Harmonogramy mogą być programowane codziennie/ co miesiąc / rok lub mogą być kontrolowane lokalnie za pomocą wbudowanego zegara astronomicznego, który oblicza czasy zachodu i wschodu słońca, wykorzystując lokalizację GPS światła i dane strefy czasowej przez cały rok.

- Monitorowanie usterki i usługa wezwania alarmowego: Dostarczane jest obszerne monitorowanie błędów w oparciu o inteligentną korelację danych w celu raportowania wypalenia, uszkodzenia lampy, awarii statecznika lub sterownika,

awarii komunikacji i innych. Wszystkie usterki są wysyłane do LMS, które mogą generować alarmy do wizualizacji.

- Skalowalność: System można łatwo i szybko rozszerzyć na dowolne nowe lub odległe obszary.

- Instalacja: kilka opcji montażu kontrolera umożliwia łatwą instalację lub modernizację.

- Obsługa wielu protokołów: Obsługa wielu standardowych protokołów branżowych umożliwia

łatwą integrację z innymi systemami i sieciami.

- Monitorowanie i kontrola przez Internet: Umożliwia kompleksowe wyświetlanie danych bieżących i historycznych oraz zdalnej konfiguracji.

- Integracja z Google Map i Google Earth: zapewnia intuicyjny i znajomy interfejs dla użytkowników, który wymaga niewielkiego przeszkolenia.

- Generowanie raportów: szczegółowe raporty o zużyciu energii w czasie rzeczywistym, wysyłane pocztą elektroniczną.

- Bezpieczeństwo: Platforma posiada mechanizm uwierzytelniania, zabezpieczający przed nieuprawnionym dostępem. Możliwość tworzenia kont z różnorodnymi poziomami dostępu do platformy.

- Elastyczność: Możliwość integracji z systemami innych producentów poprzez interfejs API. Możliwość połączenia z systemem zarządzania parkingami, gospodarką odpadami, monitoringiem jakości powietrza

Inwestycja modernizacji systemu oświetlenia w wariantcie III z zastosowaniem pełnego inteligentnego systemu sterowania będzie wymagała zaangażowania znacznie wyższych środków finansowych. Oszczędności w zużyciu energii elektrycznej oraz budżecie będą zaś na tym samym poziomie co w wariantcie II.

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA h (za 1 rok)	Zużycie kWh	Emisja kg CO2
21,5	10	4024	605,61	435,44
27	334	4024	25 401,90	18 263,97
35	162	4024	15 971,26	11 483,33
40,5	224	4024	25 554,01	18 373,33
51,5	68	4024	9 864,43	7 092,53
59,5	28	4024	4 692,79	3 374,12
75,5	197	4024	41 896,67	30 122,99
40,5	38	4024	4 335,06	3 116,90
39,5	16	4024	1 780,22	1 279,98
52	12	4024	1 757,68	1 263,77
28	10	4024	788,70	567,08
30	3	4024	362,16	260,39
SUMA	1102	SUMA	133 009,50	95 633,83

istniejące

Tabela nr 8- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² po modernizacją w Gminie Gidle w wariantcie 3 z inteligentnym systemem starowania w programie redukcji 30,00%.

23. Szacunkowa analiza nakładów inwestycyjnych oraz kosztów dla wariantów modernizacji oświetlenia ulicznego. Wymiana 1099 opraw starego typu na LED (3 oprawy są już energooszczędnymi LED) .

Do Poniższej analizy kosztów przyjęto orientacyjne, uśrednione ceny rynkowe produktów LED oraz sterowników i elementów systemu sterowania firm dostępny w Polsce w stałej dystrybucji, wyrażone w wartościach netto. Szacunkowa analiza kosztów uwzględnia jedynie koszty obligatoryjne i podstawowe jak wymiana opraw na nową LED (koszt materiałów i koszt prac). Nie przewiduje kosztów dodatkowych jak ewentualne wymiany słupów czy wysięgników, wymiany przewodów zasilania, zabezpieczeń opraw czy modernizację szafy sterowania. Analizę kosztów należy więc traktować jako podglądową informację o różnicach w kosztach podstawowych dla wytypowanych trzech wariantów modernizacji, nie jako finalny kosztorys inwestorski dla szczegółowego zakresu, który zostanie opracowany wraz z projektem wykonawczym dla wybranego wariantu.

23.1. Wariant I oraz II modernizacji.

Ze względu na fakt, iż wysokiej jakości oprawy LED uznanych producentów dziś oferują autonomiczną redukcję mocy LED w standardzie (w standardowej cenie) koszty materiałów i wykonania będą w obu wariantach identyczne przy różnej jednak oszczędności energii. W wariantach I oraz II modernizacji oświetlenia łączne koszty inwestycyjne, razem z przygotowaniem dokumentacji projektowej, wyniosą **1 208 800,00zł netto**. Zadanie polega na zdemontowaniu obecnie zainstalowanych opraw sodowych różnych mocy, następnie podłączeniu i zamontowaniu w ich miejscu wcześniej zakupionych opraw LED.

Licząc średni koszt oprawy LED bez redukcji mocy lub rozwiązań od uznanych dostawców z redukcją mocy poziomie **900,00zł netto**, oprawy LED stanowią główny koszt **989 000,00zł**. Dodatkowym kosztem jest wymiana obecnej oprawy na nową, oraz utylizacja starych opraw sodowych, tu przyjęto średnią stawkę na poziomie **200,00zł netto za punkt oświetleniowy**, co dało nam kwotę **219 800,00 zł netto**. Ponieważ przygotowanie dokumentacji dla wybranego wariantu modernizacji jest częścią tego zadania, koszty przygotowania dokumentacji nie stanowią dodatkowych kosztów.

Łączne koszty inwestycyjne wariant I oraz II	
Pozycja	Kwota
Koszt sprzętu- oprawy LED	989 000,00zł netto
Koszty wykonawstwa	219 800,00 netto
SUMA	1 208 800,00zł netto

Tabela nr 9- Szacunkowy koszt inwestycji w Gminie Gidle w wariantach I i II

Ze względu na inny poziom oszczędność energii dla Wariantu I (oszczędność 58,30%) oraz II (oszczędność 70,60%) mimo identycznych kosztów, każdy z wariantów pod kontem generowanych oszczędności został rozpatrzony indywidualnie.

Przy założeniu **uśrednionych kosztów energii na poziomie roku 2019 i 2020** w wartości **0,35 zł za 1kW** wysokości Inwestycja może wygenerować oszczędności na poziomie:

• **Wariant I**, generuje **91 869,23 zł netto** w skali roku na podstawie samych kosztów energii, co przedstawia pierwsza część Tabeli nr. 10

koszt energii przed modernizacją	158 319,65 zł
koszt energii po modernizacji LED	66 450,42 zł
oszczędność finansowa zł	91 869,23 zł
Redukcja zużycia kWh	262 483,51
Redukcja zużycia %	58,03%

Tabela nr 10- Oszczędności energii w wariantcie I modernizacji w Gminie Gidle w ujęciu rocznym.

Jeśliby przełożyć dane z oszczędność energii na osiągnięty efekt ekologiczny, możemy rocznie zredukować emisję **CO² do 58,03 %** w wypadku wariantu realizowanego co kształtują się na poziomie niższym

emisja CO2 % przed modernizacją	325233,80
emisja CO2 % po modernizacji na oprawy LED	136508,16
Redukcja zużycia CO2 %	58,03%
Redukcja zużycia CO2 w kg Co2	188725,64

Tabela nr 11- Oszczędności emisji CO² w wariantcie bez redukcji mocy dla modernizacji w Gminie Gidle, w ujęciu rocznym.

• **Wariant II** (z redukcją mocy), generuje **111 766,33 zł netto** w skali roku na podstawie samych kosztów energii, co przedstawia pierwsza część Tabeli nr. 12

koszt energii przed modernizacją	158 319,65 zł
koszt energii po modernizacji LED	46 533,32 zł
oszczędność finansowa zł	111 766,33 zł
Redukcja zużycia kWh	319 332,39
Redukcja zużycia %	70,60

Tabela nr 12- Oszczędności energii w wariantcie II modernizacji w Gminie Gidle w ujęciu rocznym.

Jeśli by przełożyć dane z oszczędności energii na osiągnięty efekt ekologiczny, możemy rocznie zredukować emisję CO² do **70,60 %** w wypadku wariantu realizowanego co kształtuje się na poziomie niższym

emisja CO ₂ % przed modernizacją	325233,80
emisja CO ₂ % po modernizacji na oprawy LED	95 633,83
Redukcja zużycia CO ₂ %	70,60%
Redukcja zużycia CO ₂ w kg Co ₂	229 599,97

Tabela nr 13- Oszczędności emisji CO² w wariantcie z redukcją mocy dla modernizacji w Gminie Gidle, w ujęciu rocznym.

23.2. Wariant III modernizacji – inteligentny system sterowania.

W wariantcie III rozważana jest opcja z inteligentnym systemem sterowania. Taki system jest dodatkowym elementem, który niestety generuje także dodatkowe koszty. Koszty związane są z samą dostawą elementów do systemu sterowania jak sterowniki indywidualne (instalowane w każdej oprawie) w kwocie **300zł netto**, sterowniki grupowe (instalowane w każdej szafie sterowania) w kwocie **15000zł netto** oraz z utrzymaniem systemu informatycznego systemu sterowania oświetleniem. Koszty utrzymania to między innymi utrzymanie danych na serwerach czy koszt utrzymania komunikacji sterowników grupowych z serwerem w postaci abonamentu kart SIM w kwocie **9000zł netto (na 1 rok)**.

Sama opraw LED także powinna być przygotowana pod system sterowania i być wyposażoną w gniazdo NEMA lub Zhaga co stanowi **koszt ok 1100zł netto**. Wzrastają także koszty związane z instalacją opraw i systemu sterowania, gdyż zwiększa się zakres prac do wykonania, w takim wypadku przewidzieć trzeba **koszt w postaci 250zł netto**.

Suma kosztów dla wariantu III z uwzględnieniem utrzymania serwerów i kart sim na okres 5 lat stanowić będzie **kwotę 2 687 150,00 zł**, co jest wartością znacząco wyższą niż w wypadku wariantu I oraz II. System sterowania mimo wielu

udogodnień związanych z analizą sieci i raportowaniem, nie generują dodatkowych oszczędności, gdyż efekt redukcji mocy opraw może być realizowany także bez konieczności instalacji systemu (jak w wariant II oprawy autonomicznie redukują moc).

<i>Łączne koszty inwestycyjne wariant III</i>	
<i>Pozycja</i>	<i>Kwota</i>
<i>Koszt sprzętu-oprawy LED pod sterowanie</i>	<i>1 208 900,00zł netto</i>
<i>Koszt sterowników indywidualnych</i>	<i>329 700,00zł netto</i>
<i>Koszt sterowników grupowych</i>	<i>720 000,00zł netto</i>
<i>Koszty wykonawstwa</i>	<i>274 750,00zł netto</i>
<i>Koszt utrzymania (na 5 lat)</i>	<i>45 000,00zł netto</i>
<i>SUMA</i>	<i>1 208 800,00zł netto</i>

Tabela nr 14- Szacunkowy koszt inwestycji w Gminie Gidle w wariantcie III

• **Wariant III** (z systemem inteligentnego sterowania oświetleniem ulicznym), generuje **111 766,33 zł netto** w skali roku na podstawie samych kosztów energii, co przedstawia pierwsza część Tabeli nr. 12

koszt energii przed modernizacją	158 319,65 zł
koszt energii po modernizacji LED	46 533,32 zł
oszczędność finansowa zł	111 766,33 zł
Redukcja zużycia kWh	319 332,39
Redukcja zużycia %	70,60

Tabela nr 15- Oszczędności energii w wariantcie III modernizacji w Gminie Gidle w ujęciu rocznym.

Jeśliby przełożyć dane z oszczędność energii na osiągnięty efekt ekologiczny, możemy rocznie zredukować emisję CO² do **70,60 %** w wypadku wariantu realizowanego co kształtują się na poziomie niższym

emisja CO2 % przed modernizacją	325233,80
emisja CO2 % po modernizacji na oprawy LED	95 633,83
Redukcja zużycia CO2 %	70,60%
Redukcja zużycia CO2 w kg Co2	229 599,97

Tabela nr 16- Oszczędności emisji CO² w wariancie z systemem inteligentnego sterowania dla modernizacji w Gminie Gidle, w ujęciu rocznym.

24. Finansowanie inwestycji dla wskazanych wariantów I, II, III.

Koszt inwestycji w wartości do 80% może zostać zrealizowany ze wsparciem środków dotacji z programów realizowanych np. w ramach Zintegrowanych Inwestycji Terytorialnych, ZIT, dzięki temu wsparciu Gmina musi posiadać z własnych środków kwotę stanowiącą min. 15% wartości kosztów kwalifikowanych, można także skorzystać z partnerstwa PPP bądź programów oferowanych przez firmy energetyczne jak TAURON, które mogą sfinansować inwestycję a następnie założyć okres jej spłaty z środków wygenerowanych przez oszczędności związane z wykonaną modernizacją. Takie rozwiązanie nie wymaga wkładu własnego, a co za tym idzie nie obciąża budżetu Gminy. Taka opcja wydaje się być wyjątkowo interesująca zwłaszcza w kontekście i tak zbliżającej się wymiany opraw ze względu na ich stan wyeksploatowania oraz kończący się ich cykl życia. W partnerstwie z dostawcą energii, właścicielem infrastruktury oświetlenia i przesyłu energii umowa może mieć szerszy charakter, dodatkowe oszczędności mogą zostać wygenerowane z umowy konserwację majątku, który jako całkowicie nowy i objęty gwarancją producenta nie powinien generować znacznych nakładów.

25. Wariant optymalny - rekomendowany.

W związku z faktem, iż Wariant I generuje niższe oszczędności, jeśli Wariant II przy tych samych kosztach inwestycji, a Wariant III wymaga znacznie wyższych kosztów realizacji przy utrzymaniu oszczędności na poziomie Wariant II, wydaje się oczywiste **rekomendowanie WARIANT II jako najbardziej optymalny i racjonalny**. Dodatkowo można znaleźć oprawy LED wybranych producentów, którzy w obrębie autonomicznej redukcji mocy dopuszczają przeprogramowanie sterowników w oprawie LED. Daje to faktyczną możliwość dopasowania poziomów redukcji oraz czasów jej trwania do aktualnych potrzeb wynikających z analizy funkcjonowania systemu w programie rekomendowanym. Na szczególną uwagę zasługują oprawy LED wyposażone w zasilacze z autonomiczną redukcją mocy z możliwością ich indywidualnego przeprogramowania drogą radiową. Dzięki temu użytkownik może pobrać darmową aplikację na urządzenie mobile wyposażone w system Android i funkcjonalność NFC i za pomocą tych urządzeń indywidualnie zmienić parametry opraw LED. Takie rozwiązanie można określić jako Wariant II+ gdyż zawiera atuty Wariant I oraz II w postaci niższych kosztów inwestycji oraz funkcjonalność Wariantu III polegającą na bezprzewodowej komunikacji poprzez darmową aplikację mobilną z możliwością indywidualnej zmiany parametrów oprawy LED, poziomów i czasów jej redukcji, analizy parametrów oprawy LED uruchomieniu dodatkowych funkcji jak utrzymanie strumienia świetlnego w czasie (CLO). Takie rozwiązanie niesie już za sobą namiastkę inteligentnego systemu sterowania oświetleniem a dzięki komunikacji bezprzewodowej NFC jest łatwe w obsadze dla Inwestora.

25.1. Szczegółowa analiza rekomendowanego wariantu (Wariant II).

W związku z faktem, iż omówione zostały pozytywne aspekty modernizacji oświetlenia drogowego dla całego zestawienia opraw w obrębie Gminy Gidle oraz wskazany został Wariant rekomendowany poniżej przedstawiono w szczególności wartości związane z efektami finansowymi oraz ekologicznymi wdrożenia modernizacji zgodnie z założeniem dla wybranego wariantu.

Do modernizacji przewidziano łącznie 1099 sztuki opraw różnej mocy oraz różnego zastosowania (oprawy drogowe, parkowe, dekoracyjne) z puli 1102 funkcjonujących w obrębie Gminy Gidle (3 oprawy obecnie to rozwiązania LED).

Stan przed modernizacją w Gminie Gidle:

źródła:	MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA h (za 1 rok)	Zużycie kWh	Emisja kg CO ₂
70W	83	695	4024	232 124,44	166 897,47
100W	114	248	4024	113 766,53	81 798,13
150W	169	156	4024	106 088,74	76 277,80

LED	30	3	4024	362,16	260,39
	SUMA	1102	SUMA	452 341,86	325 233,80

Tabela nr 17- Zestawienie obecnego oświetlenia drogowego planowanego do modernizacji.

Co przekłada się na koszty funkcjonowania instalacji w ujęciu rocznym:

Ilość godzin świecenia w ciągu roku		
roku	miesiącu	na dobę
4024	335,33	11,02

Zużycie kWh	Koszt kWh*	Koszt oświetlenia
232 124,44	0,35	81 243,55 zł
113 766,53	0,35	39 818,28 zł
106 088,74	0,35	37 131,06 zł
362,16	0,35	126,76 zł
	SUMA	158 319,65 zł

Tabela nr 18- Koszty funkcjonowania obecnego oświetlenia drogowego planowanego do modernizacji.

Wykazano, iż do tej modernizacji planowane jest 1099 sztuk opraw oświetlenia ulicznego, gdyż 3 sztuki to funkcjonujące oprawy LED. W związku z wskazaniem wariantu do realizacji (oprawy z autonomiczną redukcją mocy-wariant II) planuje się instalację opraw z autonomiczną redukcją mocy w wskazanym harmonogramie z zaplanowaną dodatkową redukcją (oszczędnością) na poziomie 30%:

Uśredniony dobowy czas świecenia na podstawie zgodnie z ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ENERGII z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U.2017.1912 z dnia 2017.10.13).																							
faza cyklu (30 min.) 11,30h/24h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
godzina	19.00	19.30	20.00	20.30	21.00	21.30	22.00	22.30	23.00	23.30	00.00	00.30	01.00	01.30	02.00	02.30	03.00	03.30	04.00	04.30	05.00	05.30	06.00
moc bez redukcji	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
moc redukcji	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	70%	70%	70%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	70%	70%	70%	100%	100%	100%
oszczędność redukcji	30%																						

Nowe moce opraw LED także zostały wytypowane na podstawie kalkulacji w programie do symulacji oświetlenia DIALUX.

Dla tego działania przewiduję się następujące moce i ilości opraw LED do modernizacji, wszystkie z redukcją 30%:

	<i>MOC OPRAWY</i>	<i>ILOŚĆ</i>	<i>CZAS ŚWIECENIA h (za 1 rok)</i>	<i>Zużycie kWh</i>	<i>Emisja kg CO2</i>
	21,5	10	4024	605,61	435,44
	27	334	4024	25 401,90	18 263,97
	35	162	4024	15 971,26	11 483,33
	40,5	224	4024	25 554,01	18 373,33
	51,5	68	4024	9 864,43	7 092,53
	59,5	28	4024	4 692,79	3 374,12
	75,5	197	4024	41 895,67	30 122,99
	40,5	38	4024	4 335,06	3 116,90
	39,5	16	4024	1 780,22	1 279,98
	52	12	4024	1 757,68	1 263,77
	28	10	4024	788,70	567,08
istniejące	30 -istniejące	3	4024	362,16	260,39
	SUMA	1102	SUMA	133 009,50	95 633,83

Tabela nr 19- Zestawienie opraw LED oświetlenia drogowego po modernizacji.

Ten etap realizacji niesie za sobą także oszczędności finansowe, które przy koszcie energii na poziomie 0,35zł netto prezentować się będą odpowiednio dla populacji 1102 opraw LED:

koszt energii przed modernizacją	158 319,65 zł
koszt energii po modernizacji LED	46 553,32 zł
oszczędność finansowa zł	111 766,33 zł

Tabela nr 20- Szacunkowy zysk energetyczny po modernizacji opraw LED wraz z redukcją mocy 30%.

Oczywiście oszczędności energii elektrycznej mają przełożenie nie tylko na zysk ekonomiczny, ale także zysk ekologiczny poprzez redukcję emisji gazów cieplarnianych:

Redukcja zużycia kWh	319 332,37
Redukcja zużycia %	70,60%
emisja CO2 % przed modernizacją	325233,80
emisja CO2 % po modernizacji na oprawy LED	95633,83
Redukcja zużycia CO2 %	70,60%
Redukcja zużycia CO2 w kg Co2	229599,97

Tabela nr 21- Szacunkowy zysk ekologiczny po modernizacji opraw LED wraz z redukcją mocy 30%.

Wynika z tego, iż planowana inwestycja pozytywnie wpływa na środowisko naturalne z znacznej mierze, ponad 70,60% redukując zużycie energii, a co z tym idzie redukując o ponad

70% emisję kgCO₂. Inwestycja także wpływa pozytywnie, jeśli chodzi o redukcję emisji pozostałych gazów i pyłów:

Efekt ekologiczny – uniknięta emisja rocznie (o ile Gmina Gidle będzie emitowała mniej Ton CO₂ po modernizacji) Wariant realizowany			
oszczędność MWh	Mg/MWh	Substancja	oszczędność ton CO ₂
319,332	0,89	Dwutlenek węgla (CO₂)	284,206

Efekt ekologiczny – redukcja zużycia MWh			
MWh - stan bazowy	MWh - stan po modernizacji	Różnica	%
452,342	133,0094972	319,332	70,60%

Efekt ekologiczny – uniknięta emisja rocznie (o ile Gmina Gidle będzie emitowała mniej Kilogramów SO₂ po modernizacji)			
oszczędność MWh	Kg/MWh	Substancja	oszczędność Kg SO ₂
319,332	0,511	Dwutlenek siarki (SO₂)	163,179

Efekt ekologiczny – uniknięta emisja rocznie (o ile Gmina Gidle będzie emitowała mniej Kilogramów NO_x po modernizacji)			
oszczędność MWh	Kg/MWh	Substancja	oszczędność Kg Nox
319,332	0,576	Tlenki azotu (SO_x)	183,935

Efekt ekologiczny – uniknięta emisja rocznie (o ile Gmina Gidle będzie emitowała mniej Kilogramów CO po modernizacji)			
oszczędność MWh	Kg/MWh	Substancja	oszczędność Kg CO
319,332	0,233	Tlenek węgla (CO)	74,404

Efekt ekologiczny – uniknięta emisja rocznie (o ile Gmina Gidle będzie emitowała mniej Kilogramów pyłu całkowitego po modernizacji) TSP			
oszczędność MWh	Kg/MWh	Substancja	oszczędność Kg Pyłu całkowitego
319,332	0,029	Pył całkowity	9,261

Do obliczeń emisji gazów cieplarnianych wykorzystano „WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI CO₂, SO₂, NO_x, CO i TSP DLA ENERGII ELEKTRYCZNEJ na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2019 rok (grudzień 2020 r.)

Tabela nr 22- Szacunkowy zysk ekologiczny pozostałych gazów oraz pyłów po modernizacji opraw LED wraz z redukcją mocy 30%.

Takie działanie z punktu widzenia ochrony środowiska jest pozytywnie oceniane, gwarantując znaczący zysk ekologiczny. W związku z tym z punktu widzenia działań proekologicznych inwestycja zostaje rekomendowana do wdrożenia.

26. Metodologia analizy oraz kalkulacji.

Szczegółowe dane obliczeniowe podane zostały w **załączniku 1** który jest integralną częścią samego audytu, gdzie moce opraw LED zostały skalkulowane finalne w wynikłych w obliczeniach fotometrycznych oświetlenie dla Gminy Gidle w kontekście normy PN-EN 13201.

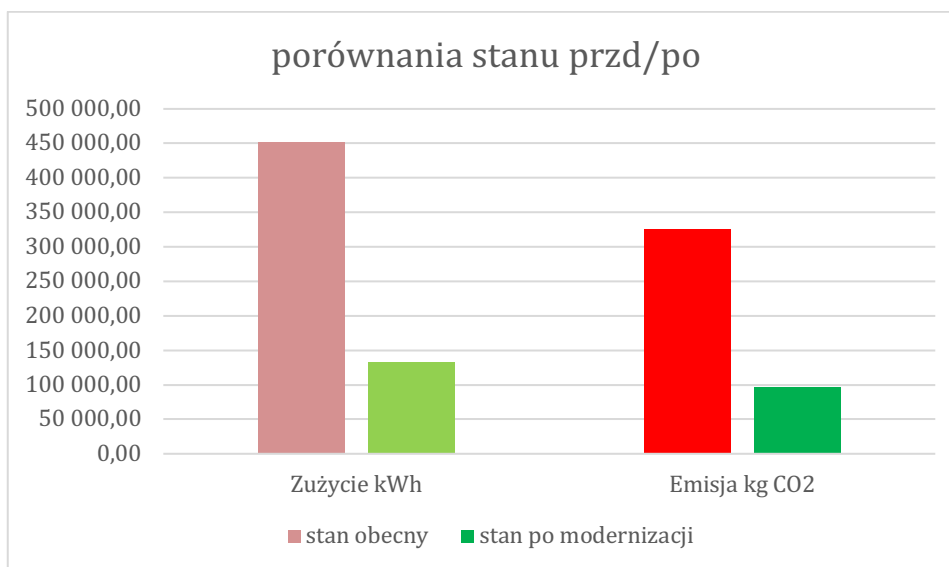
Powyższa ocena jest jednak szacunkowa w odniesieniu do kosztów inwestycji, opiera się na założeniach oraz kosztach wynikających z analizy przeprowadzonych już modernizacji na terenie Polski w latach 2017 - 2020. Ceny sprzętu pochodzą z informacji dostarczanych przed renomowanych producentów opraw LED. Wycena systemów sterowania oraz systemów zarządzania redukcją mocy pochodzą od dostawców systemów omówionych w punkcie 11 wraz z podpunktami bądź dostawców opraw LED z funkcją programowalnej, autonomicznej redukcji mocy. Wycena kosztów wykonania została przygotowana w oparciu o dane historyczne zbliżonych zadań realizowanych w Województwie Śląskim i Łódzkim w latach 2018-2019. Dane nie są oparte o kosztorys inwestorski, a faktyczne koszty zrealizowanych zadań. Szczegółową analizę kosztów w oparciu o kosztorys inwestorski na podstawie danych na rok 2018-2019 zostaną przedstawione wraz z kompletnym kosztorysem, przedmiarem oraz projektem wykonawczym, który stanowi część zdania przygotowania kompletnego Audytu Oświetlenia dla Gminy Gidle. Należy pamiętać, iż skoncentrowano się tu na danych dotyczących kosztów podstawowych związanych z wymianą opraw LED. Kosztem nie kwalifikowanych są dobudowy opraw oświetleniowych, wymiany słupów czy wymiana linii zasilania. Nie uwzględniono dodatkowych kosztów związanych z możliwą wymianą wysięgników, konstrukcji wsporczych opraw czy wymiany zabezpieczeń i przyłączy sieciowych.

27. Analiza oddziaływania na środowisko, kalkulacja efektu ekologicznego

Inwestycja pozytywnie oddziałuje na środowisko naturalne przyczyniając się do redukcji zużycia czynnej energii elektrycznej na poziomie $> 70\%$, a co za tym idzie gazów cieplarnianych. Związany jest z tym tzw. efekt ekologiczny, który został obliczony zgodnie z metodyką Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska.

27.1. Porównanie efektu zmniejszenia MWh.

Jak wskazują przedstawione wyżej dane tabelaryczne, w wariantcie rekomendowanym (autonomiczna redukcja mocy LED-Wariant II) w realizacji kompleksowej polegającej na wymianie 1099 sztuk opraw oświetlenia uzyskany będzie wynik oszczędności w skali roku na poziomie 70,60%:



Wykres nr 3- Porównanie efektu zmniejszenia MWh po modernizacji oświetlenia w Gminie Gidle.

28. Ocena różnych wariantów modernizacji oświetlenia w gminie Gidle, wskazanie wariantu do realizacji

Względem przedstawionych powyżej, różnych wariantów na przeprowadzenie modernizacji oświetlenia ulicznego w gminie Gidle, oraz po rozpoznaniu potrzeb zamawiającego oraz jego planów na przyszłość w kontekście rozbudowy infrastruktury oświetlenia ulicznego, a także w ujęciu kosztów inwestycji oraz zysków, **rekomendowany zostaje wariant II** czyli modernizacja polegająca na wymianie opraw na energooszczędne oprawy LED z możliwością redukcji mocy, czyli ze zmiennym profilem obciążenia, z **możliwością programowania tych nastawów w technologii bezprzewodowej**.

Wybrano wariant II, ponieważ wiąże się on tylko z takimi samymi kosztami inwestycji, niż w wypadku wariantu podstawowego I, a daje możliwość pozyskania wyższych oszczędności i możliwości zarządzania natężeniem opraw (ich redukcją). Dzięki zastosowaniu zmiennego profilu obciążenia, inwestor ma możliwość pozyskania dodatkowych, poza wymianą samych opraw na LED, oszczędności związanych z kosztami energii elektrycznej, łącznie do ponad 70% względem stanu sprzed modernizacji. Wariant ten gwarantuje także wysoki zysk ekologiczny. Warto jednak wskazać i rekomendować w obrębie wariantu II sterowanie redukcją mocy z wykorzystaniem rozwiązań technicznych z redukcją mocy w oprawie (np. zasilacza oprawy LED) z możliwością ich bezprzewodowego programowania.

29. Analiza instytucjonalna.

Podmiotem odpowiedzialnym za realizację i rozliczenie inwestycji będzie Gmina Gidle, która jest jednostką samorządu terytorialnego posiadająca samodzielną osobowość prawną na podstawie ustawy z dnia 8 marca 1990 roku o samorządzie gminnym (tekst jednolity Dz. U. Nr 142 z 2001 r. ze zm).

30. Analiza sposobów finansowania inwestycji.

W ramach możliwości sfinansowania inwestycji należy wskazać trzy możliwości:

- Skorzystanie z dofinansowania
- Sfinansowanie inwestycji ze środków własnych
- Inwestycja w trybie Partnerstwa Publiczno-Prywatnego
- Inwestycję z wykorzystaniem zewnętrznego finansowania i spłatą z oszczędności.

30.1. Program realizowany w ramach RPO 2014-2020.

Celem programu jest wspieranie realizacji przedsięwzięć poprawiających efektywność energetyczną systemów oświetlenia ulicznego. Inwestycje są realizowane w ramach środków z Unii Europejskiej. Formami dofinansowania są dotacje. Program będzie wdrażany w latach 2014 – 2020.

Wysokość i warunki dofinansowania, dofinansowanie w formie dotacji: do 80 % kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia. Szczegóły dofinansowanie są na etapie opracowywania.

Rodzaje wspieranych przedsięwzięć

modernizacja oświetlenia ulicznego (m.in. wymiana: źródeł światła, opraw, zapłonników, kabli zasilających, słupów, montaż nowych punktów świetlnych w ramach modernizowanych ciągów oświetleniowych jeżeli jest to niezbędne do spełnienia normy PN EN 13201),

- montaż urządzeń do inteligentnego sterowania oświetleniem,
- montaż sterowalnych układów redukcji mocy oraz stabilizacji napięcia zasilającego.

30.2. Informacje dodatkowe

Dofinansowania nie można udzielić na przedsięwzięcie, które zostało zakończone przed dniem złożenia wniosku o dofinansowanie. Warunkiem udzielenia dofinansowania jest realizacja przedsięwzięcia zgodnie z harmonogramem rzeczowo – finansowym sporządzonym w sposób umożliwiający wydatkowanie 100% dofinansowania.

30.3. Inwestycja ze środków własnych.

W przypadku braku możliwości uzyskania dofinansowania w formie dotacji bądź preferencyjnej pożyczki, można rozważyć przeprowadzenie inwestycji ze środków własnych, bądź sfinansowanych kredytem komercyjnym. Niestety technologie LED funkcjonujące na rynku należą w dalszym ciągu do rozwiązań drogiej i bez dużych dofinansowań, każda związana z nimi inwestycją cechuje się okresem zwrotu sięgającym przynajmniej 10 – 20 lat.

Z drugiej strony szybki postęp technologiczny, obniżenie kosztów produkcji i bardzo długa żywotność opraw LEDowych oznacza, iż jest to wariant wart rozważenia. Aby jednak nie obciążać budżetu, samorządowego zamiast wykorzystania środków własnych proponuje się raczej skorzystanie z szans, jakie przynoszą inwestycje w trybie partnerstwa publiczno – prywatnego. W szczególności inwestycje typu ESCO

30.4. Inwestycja w trybie Partnerstwa Publiczno-Prywatnego.

W sytuacji, w której inwestor samorządowy nie dysponuje środkami na realizację przedsięwzięcia, istnieje możliwość „zakupienia” oszczędności płynącej z inwestycji. System ten nazywany jest ESCO (od Energy Saving Company). Dzięki ESCO użytkownik energii nie dysponujący środkami inwestycyjnymi na realizację inwestycji nie musi ponosić kosztów. W zamian za to, firma ESCO obciąża użytkownika stałą opłatą, stanowiącą część oszczędności kosztów energii osiągniętych w wyniku modernizacji. W okresie spłaty użytkownik nie ponosi zatem większych kosztów niż przed modernizacją, a często, w zależności od warunków realizacji inwestycji od razu w jakiejś części partycypuje w osiągniętych korzyściach. Po okresie spłaty użytkownik przejmuje zmodernizowany obiekt i zarządza nim samodzielnie i na własny rachunek. W ramach systemu ESCO przedsiębiorstwo może finansować inwestycję ze środków własnych, może też być tylko firmą wykonawczą, która w ramach konsorcjum korzysta ze wsparcia innych podmiotów (np. w zakresie finansowania oraz ew. zakupu energii). Stąd też można wyróżnić dwa tryby przeprowadzenia postępowania na realizację inwestycji, zaznaczając, jednakże, iż wyliczenie to nie ma charakteru wyczerpującego. Model

ESCO jest bowiem bardzo elastyczny i może zostać płynnie dostosowany do lokalnych uwarunkowań i oczekiwań inwestora. Warto, jednakże podkreślić, iż przedsiębiorstwa ESCO niechętnie podchodzą do kosztów, które nie przekładają się na wzrost oszczędności czy wzrost zysków. Stąd też wiele firm zaczyna świadczyć usługę modernizacji opraw ulicznych w systemie ESCO, natomiast bez wymiany słupów oświetleniowych, czy wysięgników.

30.5. Wariant uproszczony

Przedsiębiorstwo ESCO (np. Zakład Energetyczny Tauron), z własnych środków realizuje inwestycję modernizacji oświetlenia ulicznego. Gmina spłaca koszty wymiany z oszczędności uzyskanych w ten sposób w formie miesięcznych rat. Finansowanie wymiany gwarantuje firma leasingowa. Zabezpieczeniem finansowania są oprawy oświetleniowe oraz miesięczne raty płacone przez gminę. W ww. systemie gmina musi spłacić koszty inwestycji przedsiębiorstwu ESCO, czyli firmie, która zrealizowała inwestycję. Procentowa wartość spłat względem oszczędności jest kwestią negocjacyjną, przy czym, aby zapewnić szybki zwrot kosztów inwestycji, podmioty finansujące oczekują oddania im od 75 % do 100 % osiągniętych oszczędności. Należy zaznaczyć, iż gmina traktuje umowę ESCO jako obciążenie budżetowe na równie z kredytem, co stanowić może problem w perspektywie limitów zadłużenia.

30.6. Wariant kompleksowy

Gmina dokonuje tzw. prywatyzacji zadania publicznego, czyli powierza zewnętrznemu przedsiębiorstwu zarządzanie całą infrastrukturą, z zastrzeżeniem, iż musi dokonać w wyznaczonym terminie (np. 6 miesięcy od podpisania umowy) modernizacji całości infrastruktury. Procedura wyboru wykonawcy oraz realizacja całego zadania odbywają się w trybie PPP.

W ramach tego trybu gmina ogłasza zamówienie w trybie PPP, w wyniku którego przekazuje zarząd nad infrastrukturą oświetleniową – kryterium wyboru zarządzającego będzie cena w przeliczeniu na utrzymanie jednego punktu świetlnego. Cena ta musi obejmować zakup energii elektrycznej, wydatki na konserwację oraz koszt modernizacji infrastruktury. Rozwiązanie to może dać zatem dużo lepsze oszczędności, bo nie tylko wynikające z redukcji zużycia, ale również z wynegocjowania lepszych cen energii, czy większych redukcji kosztów eksploatacji. Rozwiązanie to nie jest wliczane w limity zadłużenia – z perspektywy gminy pojawia się jedynie oszczędność.

Zestawienie Tabeli:

- **Tabela nr 1-** Organizacja danych pozyskanych w trakcie badania.
- **Tabela nr 2-** Zestawienie punktów sterowania oświetleniem ulicznym w Gminie Gidle.
- **Tabela nr.3-** Moc opraw w Gminie Gidle przed modernizacją (starego typu oprawy SAP i nowoczesne LED).
- **Tabela nr 4-** Moc opraw w Gminie Gidle po przeprowadzeniu modernizacji (bez redukcji mocy).
- **Tabela nr 5-** Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² przed modernizacją w Gidle
- **Tabela nr 6-** Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² po modernizacją w Gminie Gidle w wariancie 1 (bez redukcji mocy, oprawy LED On-Off).
- **Tabela nr 7-** Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² po modernizacją w Gminie Gidle w wariancie 2 z redukcją 30,00%.
- **Tabela nr 8-** Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² po modernizacją w Gminie Gidle w wariancie 3 z inteligentnym systemem sterowania w programie redukcji 30,00%.
- **Tabela nr 9-** Szacunkowy koszt inwestycji w Gminie Gidle w wariancie I i II
- **Tabela nr 10-** Oszczędności energii w wariancie I modernizacji w Gminie Gidle w ujęciu rocznym.
- **Tabela nr 11-** Oszczędności emisji CO² w wariancie bez redukcji mocy dla modernizacji w Gminie Gidle, w ujęciu rocznym.
- **Tabela nr 12-** Oszczędności energii w wariancie II modernizacji w Gminie Gidle w ujęciu rocznym.
- **Tabela nr 13-** Oszczędności emisji CO² w wariancie z redukcją mocy dla modernizacji w Gminie Gidle, w ujęciu rocznym.
- **Tabela nr 14-** Szacunkowy koszt inwestycji w Gminie Gidle w wariancie III
- **Tabela nr 15-** Oszczędności energii w wariancie III modernizacji w Gminie Gidle w ujęciu rocznym.
- **Tabela nr 16-** Oszczędności emisji CO² w wariancie z systemem inteligentnego sterowania dla modernizacji w Gminie Gidle, w ujęciu rocznym.
- **Tabela nr 17-** Zestawienie obecnego oświetlenia drogowego planowanego do modernizacji.
- **Tabela nr 18-** Koszty funkcjonowania obecnego oświetlenia drogowego planowanego do modernizacji.
- **Tabela nr 19-** Zestawienie opraw LED oświetlenia drogowego po modernizacji.
- **Tabela nr 20-** Szacunkowy zysk energetyczny po modernizacji opraw LED wraz z redukcją mocy 30%.
- **Tabela nr 21-** Szacunkowy zysk ekologiczny po modernizacji opraw LED wraz z redukcją mocy 30%.

•

Zestawienie Wykresów:

- **Wykres nr 1-** ilość i moce opraw oświetlenia w Gminie Gidle.
- **Wykres nr 2-** ilość i moce opraw oświetlenia w Gminie Gidle w ujęciu procentowym.
- **Wykres nr 3-** Porównanie efektu zmniejszenia MWh po modernizacji oświetlenia w Gminie Gidle.

Zestawienie Załączników:

Załącznik nr 1- Szczegółowa tabela inwentaryzacji w Gminie Gidle

Załącznik nr 2 – Tabela programu redukcji mocy

Załącznik nr 3- Tabela porównania mocy przed i po modernizacji

Załącznik nr 4- Operat ekologiczny przeprowadzonej modernizacji

Załącznik nr 5- Tabela porównania kosztów przed i po modernizacji LED

Załącznik nr 6 - Tabelaryczne zestawienie opraw nowo projektowanych LED w Gmina Gidle

Załącznik nr 7 - Pełne tabelaryczne zestawienie opraw "przed/po" modernizacji