

RAPORT
Z AUDYTU ENERGETYCZNEGO
OŚWIETLENIA ULICZNEGO ORAZ PARKOWEGO
W GMINIE MSTÓW



otwarta gmina



*Przygotowany dla
Gminy Mstów*

Opracowanie:

Biuro Techniczno-Handlowe TECHNOLIGHT

Częstochowa, Maj 2016



otwarta gmina

1. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA.....	4
2. PODSTAWY OPRACOWANIA.....	6
3. REGULACJE PRAWNE, SPECYFICZNE DLA OŚWIE TL ENIA DROGOWEGO.	7
4. ANALIZA NORMY 13201-1:2014 NA BAZIE OPRACOWANIA PANI MAŁGORZATY GÓRCZEWSKIEJ Z POLITECHNIKI POZNAŃSKIEJ - ZASADY DOBORU KLAS OŚWIE TL ENIA DROGOWEGO.....	7
5. CHARAKTERYSTYKA GMINY, TŁO SPOŁECZNO-GOSPODARCZE I POŁOŻENIE GMINY MSTÓW.....	8
6. ANALIZA STANU AKTUALNEGO. OCENA I WYNIKI NA SKUTEK PRZEPROWADZONEGO BADANIA W GMINIE MSTÓW	10
6.1 METODOLOGIA BADANIA.....	10
6.2 INWENTARYZACJA- ORGANIZACJA BAZY DANYCH SYSTEMU OŚWIE TL ENIOWEGO 11	
6.3 OGÓLNA OCENA STANU OŚWIE TL ENIA W GMINIE MSTÓW	12
6.4 PODSTAWOWE WYNIKI Z INWENTARYZACJI OPRAW, SŁUPÓW, WYSIĘGNIKÓW. 17	
6.5 ZESTAWIENIE TYPÓW ORAZ MODELI OPRAW W GMINIE MSTÓW.....	20
6.6 WYNIKI Z INWENTARYZACJI SZAFEK OŚWIE TL ENIOWYCH.....	22
6.7 WNIO SKI Z INWENTARYZACJI PUNKTÓW ROZLICZANIA ENERGII I STEROWANIA OŚWIE TL ENIA ULICZNYM.....	32
6.7.1 OPIS PUNKU STEROWANIA W SZAFIE SOU.....	33
7. ZGODNOŚĆ Z NORMAMI.	33
8. ANALIZA TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNA POD KĄTEM ZMNIEJSZENIA ZUŻYCIA ENERGII. ŹRÓDŁA ŚWIA TŁA I OPRAWY OŚWIE TL ENIOWE.....	36
8.1 SODA WYSOKOPRĘŻNA.....	37
8.2 ŹRÓDŁA LED	38
9. OPRAWY OŚWIE TL ENIOWE, DOBÓR I SPECYFIKACJA OPRAW DLA PRZEPROWADZENIA MODERNIZACJI OŚWIE TL ENIA.....	39
10. PORÓWNA NIE MOCY SYSTEMÓW OŚWIE TL ENIOWYCH PRZED I PO MODERNIZACJI.....	43
11. STEROWA NIE OŚWIE TL ENIEM ORAZ REDUKCJA MOCY, OPIS I PORÓWNA NIE SYSTEMÓW ZARZĄDZA NIA SIECIĄ ORAZ SYSTEMÓW REDUKCJI ZASILANIA, W KONTEKŚCIE ICH FUNKCJONOWA NIA I KOSZTÓW.....	44
11.1 STEROWA NIE OŚWIE TL ENIEM.....	44

11.2	REEDUKACJA MOCY	49
12.	ANALIZA CZASU EKSPLOATACJI SYSTEMU OŚWIETLENIOWEGO.....	52
13.	SPECYFIKACJA I PORÓWNANIE RÓŻNYCH MOŻLIWYCH WARIANTÓW MODERNIZACJI.....	53
13.1	WARIANT I – MONTAŻ/WYMIANA SAMYCH OPRAW LED, BEZ REDUKCJI MOCY ORAZ STEROWANIA.....	53
13.2	WARIANT II – MONTAŻ OPRAW LED ZE ZMIENNYM PROFILEM OBCIĄŻENIA (REDUKCJA MOCY).....	54
13.3	WARIANT III – WYMIANA OPRAW OŚWIETLENIOWYCH WRAZ Z INTELIGENTNYM SYSTEMEM STAROWANIA I ZARZĄDZANIA SIECIĄ.....	56
14.	SZACUNKOWA ANALIZA NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH ORAZ KOSZTÓW DLA TRZECH WARIANTÓW MODERNIZACJI OŚWIETLENIA.....	59
14.1	WARIANT I.....	59
14.2	WARIANT II.....	60
14.3	WARIANT III.....	62
15.	ANALIZA ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO, KALKULACJA EFEKTU EKOLOGICZNEGO.....	64
15.1	WARIANT I.....	65
15.2	WARIANT II.....	65
16.	WARIANT III.....	66
17.	OCENA RÓŻNYCH WARIANTÓW MODERNIZACJI OŚWIETLENIA W GMINIE MSTÓW, WSKAZANIE WARIANTU DO REALIZACJI.....	68
18.	ANALIZA INSTYTUCJONALNA.....	68
19.	ANALIZA SPOSOBÓW FINANSOWANIA INWESTYCJI.....	69
20.	PROGRAM REALIZOWANY W RAMACH RPO 2014-2020.....	69
21.	INFORMACJE DODATKOWE	69
22.	INWESTYCJA ZE ŚRODKÓW WŁASNYCH.....	70
23.	INWESTYCJA W TRYBIE PARTNERSTWA PUBLICZNO-PRYWATNEGO.....	70
24.	WARIANT UPROSZCZONY.....	71
25.	WARIANT KOMPLEKSOWY	71



1. Cel i zakres opracowania.

Głównym celem niniejszego opracowania jest analiza pod kątem modernizacji oświetlenia ulicznego w Gminie Mstów w celu uzyskania oszczędności ekonomicznej oraz zmniejszenia emisji CO² 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 Operacyjnego Województwa Śląskiego 2014-2020 lub konkursów ogłaszanych przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska.

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,



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 5 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 sterowania oświetleniem.

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

- 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 miasta w celu sprawdzenia (obliczeniowego), czy zostaną zachowane podane w normie 13201-1 i 13201-2 parametry oświetleniowe ulic.



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.)

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

4. Analiza normy 13201-1:2014 na bazie opracowania Pani 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 10 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 konieczności stosowania oświetlenia ani odnośnie 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. Charakterystyka Gminy, tło społeczno-gospodarcze i położenie Gminy Mstów.

Gmina Mstów w obecnym kształcie terytorialnym powołana została uchwałą Wojewódzkiej Rady Narodowej w Katowicach 6 czerwca 1972r. Rozciąga się na około 120 km kwadratowych.

Jej terytorium zamieszkuje blisko 10 tysięcy osób względem danych z roku 2000. Na terenie gminy funkcjonuje 18 sołectw. Na jej terenie położone są następujące miejscowości:

- | | |
|---------------|----------------------|
| • Brzyszków | • Łuszczyn |
| • Cegielnia | • Małusy Małe |
| • Gąsczyk | • Małusy Wielkie |
| • Jaskrów | • Mokrzysz |
| • Jaźwiny | • Pniaki Mokrzeszkie |
| • Kłobukowice | • Siedlec |
| • Kobyłczyce | • Srocko |
| • Krasice | • Rajsko |
| • Kuchary | • Wancerzów |
| • Kuśmierki | • Zawada. |
| • Latosówka | |

Tabela 1- Sołectwa w obrębie Gminy Mstów

Gmina Mstów, położona na północny wschód od Częstochowy, należy dziś administracyjnie do województwa śląskiego, w skład którego wchodziła centralna i

północna część Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej czyli wyżyn: Częstochowska i Wieluńska. Charakterystycznym elementem krajobrazu Wyżyny Częstochowskiej są wzgórza wapienne, często ukształtowane w postaci malowniczych skalic, kop, iglic, kominów i grzebieni skalnych. Zespoły skałek możemy obserwować także na terenie gminy Mstów, której około 60% należy do Jurajskiego Parku Krajobrazowego, bądź stanowi jego bezpośrednią otulinę.



6. Analiza stanu aktualnego. Ocena i wyniki na skutek przeprowadzonego badania w Gminie Mstów

6.1 Metodologia badania

Stan aktualny określony został na podstawie analizy danych pozyskanych w wyniku inwentaryzacji z natury metodą geoinformatyczną. Zostało zinwentaryzowanych 1783 punktów przeznaczonych do przeprowadzenia analizy i ewentualnej modernizacji. Tabełaryczne zestawienie punktów światła, z uwzględnieniem parametrów dróg, które zostały zebrane w wyniku pomiarów polowych umieszczone jest w formie bazy Danych pliku Excel, który stanowi materiał źródłowy do Audytu oraz **załącznik nr 1**.

Zebrana baza danych plików Excel :

- a) Parametry Geograficzne:
 - a. Sołectwo/Miejscowość
 - b. Ulica
- b) Parametry punktu sterowania:
 - a. Nazwa/Numer stacji zasilania
 - b. Moc umowna
 - c. Moc rzeczywista
- c) Parametry infrastruktury oświetleniowej:
 - a. Liczba porządkowa opraw
 - b. Status punktu oświetlenia
 - c. Typ słupa
 - d. Stan słupa (określany w skali 0-5)
 - e. Stan oprawy (określany w skali 0-5)
 - f. Typ oprawy
 - g. Typ mocowania oprawy
 - h. Długość oraz kąt nachylenia wysięgnika
 - i. Wysokość słupa/punktu świetlnego
 - j. Odległość pomiędzy punktami oświetlenia, odległość od skraja drogi , typ nawierzchni, klasyfikacja drogowa



- k. Moc umowna aktualnej oprawy oraz nowo projektowanej
- l. Liczba opraw na słupie

6.2 Inwentaryzacja- Organizacja Bazy Danych Systemu Oświetleniowego

Dane zebrane oraz otrzymane w wyniku pomiarów polowych zostały złożone i uporządkowane w tabelach (tabela, załącznik nr.1). 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 Mstów	<i>Miasto</i>	<i>Nazwa Miasta/Wsi</i>
	<i>Ulica</i>	<i>Nazwa Ulicy</i>
	<i>Stacja Zasilania</i>	<i>Numer Stacji</i>
	<i>Lp.</i>	<i>Liczba porządkowa</i>
	<i>Status</i>	<i>Istnieje/nie istnieje</i>
	<i>Typ Słupa</i>	<i>Betonowy/stalowy/drewniany</i>
słupy oraz oprawy- wartości uśrednione z przeprowadzonego badania z natury	<i>Stan słupa</i>	<i>Skala 1-5</i>
	<i>Stan oprawy</i>	<i>Skala 1-5</i>
	<i>Stan wysięgnika</i>	<i>Skala 1-5</i>
	<i>Typ Oprawy</i>	<i>Marka/model/typ</i>
	<i>Zasilanie</i>	<i>pod linią/nad linią/ doziemne</i>
	<i>Wys. Słupa</i>	<i>Wysokość ptk. świetlnego w metrach</i>
	<i>długość wysięgnika</i>	<i>Długość wysięgnika w metrach</i>
	<i>kąt wysięgnika</i>	<i>Kąt nachylenia wysięgnika</i>
	<i>Szer. Drogi</i>	<i>Szerokość drogi w metrach</i>
	<i>odległość między słupami</i>	<i>Odległość pomiędzy słupami w metrach</i>
	<i>Odleg. od Skrajni</i>	<i>Odległość słupa od skraju drogi w metrach</i>
	<i>Właściciel oprawy</i>	<i>Gmina/Z.E. (zakład energetyczny)</i>
	<i>Moc oprawy</i>	<i>Moc nominalna w Watt</i>



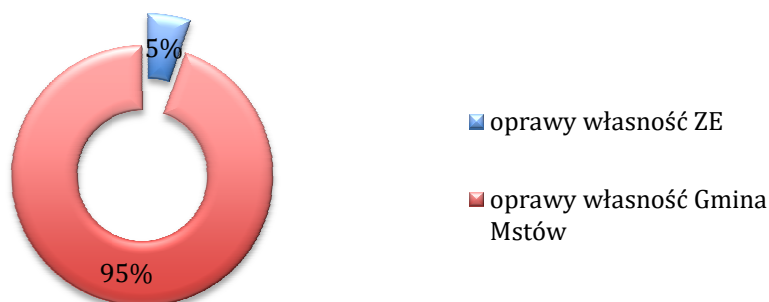
	<i>Jednostka</i>	<i>Watt</i>
	<i>Ilość opraw</i>	<i>Ilość opraw na słupie</i>
dane opraw przed modernizacją dla Gminy Mstów	70W	Ilość opraw 70W na słupie
	100W	Ilość opraw 100W na słupie
	150W	Ilość opraw 150W na słupie
	250W	Ilość opraw 250W na słupie
Moce opraw po dokonaniu modernizacji LED w Gminie Mstów	oprawa LED optyka T1	Moc oprawy LED na z optyką TYP-1
	oprawa LED optyka T2	Moc oprawy LED na z optyką TYP-2
	Oprawa LED optyka T3	Moc oprawy LED na z optyką TYP-3
	Oprawa LED optyka T4	Moc oprawy LED na z optyką TYP-4
	Oprawa LED optyka T5	Moc oprawy LED na z optyką TYP-5
	parkowa	Moc oprawy parkowej LED
	stylowa	Moc oprawy stylowej LED
	klasyfikacja drogi	Określenie klasyfikacji oświetlenia drogi
Moc (W) oraz strumień (lm) opraw drogowych po modernizacji	30	Ilość opraw danej mocy na słupie
	38	Ilość opraw danej mocy na słupie
	39	Ilość opraw danej mocy na słupie
	53	Ilość opraw danej mocy na słupie
	59	Ilość opraw danej mocy na słupie
	78	Ilość opraw danej mocy na słupie
	79	Ilość opraw danej mocy na słupie
	83	Ilość opraw danej mocy na słupie
	109	Ilość opraw danej mocy na słupie
Moc (W) oraz strumień (lm) opraw parkowych po modernizacji	32	Ilość opraw danej mocy na słupie
Moc (W) oraz strumień (lm) opraw stylowych po modernizacji	30	Ilość opraw danej mocy na słupie

Tabela 2- Organizacja danych pozyskanych w trakcie badania

6.3 Ogólna ocena stanu oświetlenia w Gminie Mstów

Na terenie gminy zainstalowane są oprawy, których właścicielem jest w znacznej części Gmina Mstów oraz w niewielkiej części Zakład Energetyczny Tauron S.A. zgodnie z przedstawionym diagramem:

Podział własności opraw oświetlenia w Gminie Mstów



Wykres nr 1- Podział własności opraw oświetlenia w Gminie Mstów

Jednakże infrastruktura techniczna zlokalizowana w Gminie w znacznej części należy do zakładów energetycznych Tauron. Zgodnie ze sporządzoną inwentaryzacją oświetlenie obejmuje 1752 punkty świetlne, co równa się 1783 oprawom, z czego 99 opraw należy do ZE, pozostała reszta, 1684 oprawy do Gminy Mstów. Oprawy rtęciowe były sukcesywnie wymieniane na nowe z sodowymi źródłami światła, w roku 2007 została przeprowadzona spora modernizacja, która objęła większą część oświetlenia w gminie. W roku 2008 wymienione zostały oprawy wraz z słupami w runku Mstowa, stare oprawy oraz słupy zostały zamienione na nowe słupy stylowe wraz z stylowymi oprawami wiszącymi, tak aby wyróżnić i nadać odpowiednią atmosferę centralnemu punktowi miasta Mstów.

Na terenie gminy Mstów występują dwa główne typy opraw oświetlenia zewnętrznego, są to oprawy typu ST marki Siteco, tu występują dwa ich typy, z wypukłą oraz płaską szybą, oraz oprawy typu SGS Malaga produkcji Philips. Niestety oba typy tych opraw wyładowczych są wykonane z poliwęglanów lub poliestrów, które nie są tak długowieczne jak oprawy których korpusy są wykonane z odlewów ciśnieniowych aluminium, co powodując, iż cykl życia tych produktów jest znacznie krótszy, a w wypadku opraw w Gminie Mstów, okres ich prawidłowej i bezpiecznej eksploatacji powoli dobiega założonego czasu.

Mankamentem wielu opraw oświetleniowych, jest jednak zabrudzenie kloszy oraz odbłyśników, co znacznie obniża jakość oświetlenia. W szczególności dotyczy to opraw typu ST Siteco z wypukłym kloszem oraz opraw parkowych OCP, których jednak na terenie

Gminy jest naprawdę niewiele. 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 oprawy oświetleniowe jest również wandalizm – w przypadku niewielkiej, ale jednak 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 dzień dzisiejszy 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 Mstów 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 eksploatacji, często bez numeracji, dalej słupy betonowe wirowane, nowe lub prawie nowe w bardzo dobrym stanie, modernizowane systematycznie przez ZE wraz z linią zasilania napowietrznego oraz gdzieś tam jeszcze stare słupy drewniane, które powinny zostać już wymienione. Na terenie miasta Mstów jest w samym rynku znajdują się wydzielona infrastruktura składająca się z słupów stylowych, stalowych zasilanych z linki kablowych.

Inwentaryzacja wykazała również kiepski stan techniczny słupów drewnianych oraz betonowych, które są brudne, popękane oraz nie są oznaczone lub oznaczenie jest nieczytelne.

W bardzo dobrym stanie są oprawy i słupy stylowe zainstalowane w rynku w Mstowie.

Większa część oświetlenia w Gminie bazuje na sieci skojarzonej z wykorzystaniem słupów energetycznych Tauron za pomocą zamontowanych wysięgników 0,5m, 1m oraz



1,5m, zazwyczaj poniżej linii napowietrznej lub ponad nią w miejscach, które przeszły już modernizację i zainstalowane zostały nowe słupy wirowane o wysokości instalacji opraw 9m.

W znaczącej przewadze są to klasyczne słupy betonowe w dobrym stanie, jednak noszące już ślady eksploatacji, często bez numeracji lub z całkowicie niewidoczną numeracją, dalej słupy betonowe wirowane, nowe lub prawie nowe w bardzo dobrym stanie oraz gdzieś tam jeszcze stare słupy drewniane. Na terenie Wancerzowa i w niektórych miejscach Jaskrowa pojawia się wydzielona infrastruktura składająca się z słupów stalowych zasilanych z linki kablowych, to jednak stanowi niewielką część całości.

Rozmieszczenie opraw na terenie gminy jest dość regularne, zainstalowane na modułach sieci przesyłowej (ok. 35-40m). Często przypadłością jest pojawianie się w jednym ciągu ulicznym wysięgników różnego typu, słupów w różnych odległościach od skrajni z różną wysokością montażu opraw. Utrudniło to w znacznym stopniu sam proces inwentaryzacyjny.

Poniżej przedstawiamy fotografie obrazujące charakterystyczne cechy oświetlenia gminy Mstów wykonane podczas inwentaryzacji opraw oświetleniowych.

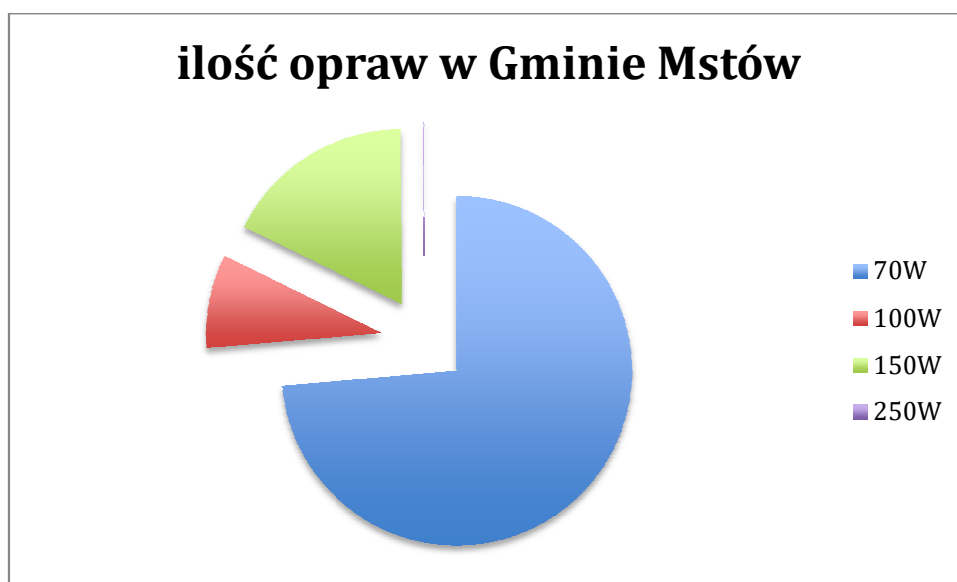




6.4 Podstawowe wyniki z inwentaryzacji opraw, słupów, wysięgników.

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji stwierdzono, że na terenie Gminy Mstów znajduje się 1752 słupów oświetlenia, co równa się 1783 punkty świetlne stanowiących element majątku Gminy oraz Zakładu Energetycznego zgodnie z wcześniej przedstawionym wykresem numer 1, gdzie 95% majątku to własność Gminy Mstów, a tylko 5% ZE.

W Gminie Mstów, w zdecydowanej większości zainstalowane są oprawy sodowe, wysokoprężne o mocy 70W, co stanowi 73% populacji wszystkich opraw, 19% stanowią oprawy sodowe, wysokoprężne o mocy 150W, reszta to oprawy o mocy 100W oraz 250W, szczegółowy podział mocy opraw przedstawiono na wykresie nr 2.



Wykres nr 2-ilość i moce opraw oświetlenia w Gminie Mstów

Szczegółowe dane zebrane w trakcie inwentaryzacji dostępne są w formie bazy danych w formacie Excel będącym załącznikiem nr 1 do audytu i podstawową częścią inwentaryzacji stworzoną po badaniu przeprowadzonym w terenie. Tabela Excel określa dokładną lokalizację słupa względem pozostałej części infrastruktury, rodzaj słupa, długość oraz mocowanie wysięgnika, rodzaj oprawy oraz jej moc, ale także opis i lokalizację punktu sterowania oraz samej szafy sterowania oświetleniem ulicznym, dokładną metodologię zapisu danych w tabeli załącznik nr 1 przedstawiono powyżej w tabeli nr 1, w punkcie 3.1.

Podczas badania posłużoną się pięcio-stopniową skalą oceny stanu opraw oraz słupów i wysięgników. Poniższa tabela przedstawia strukturę oceny stanu opraw i przejrzystości klosza:

Ocena	Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu opraw
5	Oprawa fabrycznie nowa, w stanie bardzo dobrym bez oznak zużycia. Przezroczystość klosza powyżej 90%. Brak zabrudzeń komory lampy. Czysty odbłyśnik o dużej sprawności oświetleniowej. Czysta obudowa.
4	Oprawa w dobrym stanie, z lekko zabrudzonym lub żółkniętym kloszem. Przezroczystość klosza powyżej 75%. Drobne zabrudzenia obudowy. Wysokosprawny odbłyśnik bez śladów utlenienia. Brak zanieczyszczeń komory lampy.
3	Oprawa z zabrudzonym kloszem. Przezroczystość powyżej 50%. Zabrudzona obudowa. Lekko utleniony odbłyśnik. Występują zanieczyszczenia komory lampy w ograniczonym zakresie.
2	Oprawa bardzo mocno zabrudzona lub uszkodzona
1	Oprawa uszkodzona lub jej brak.

Tabela nr 3- Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu opraw

Poniższa tabela przedstawia strukturę oceny, jakości słupów oraz wysięgników oświetleniowych

Ocena	Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu wysięgnika
5	Wysięgniki w bardzo dobrym stanie
4	Wysięgnik w dobrym stanie
3	Wysięgnik skorodowany,
2	Wysięgnik mocno skorodowany
1	Brak wysięgnika

Tabela nr 4- Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu wysięgników

Poniższa tabela przedstawia strukturę oceny stanu technicznego słupów

Ocena	Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu słupów
5	Słup w bardzo dobrym stanie bez oznak zużycia. Czysta obudowa.
4	Słup w dobrym stanie technicznym. Obudowa lekko porysowana lub zabrudzona. Śladowe ilości korozji lub brak
3	Słupy w zadowalającym stanie technicznym. Obudowa porysowana ze znacznymi śladami korozji.
2	Słup w złym stanie technicznym, skorodowany lub zmurszały. Słupy wymagające pionowania – przekrzywione. Przeznaczony do wymiany.
1	Słup uszkodzona lub zniszczony. Przeznaczony do wymiany

Tabela nr 5- Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu słupów

Inwentaryzacja wykazała, iż stan opraw zastosowanych na terenie gminy znacznie odbiega od obowiązujących standardów. Oświetlenie sodowe zastosowane na terenie gminy wymaga w znacznej części modernizacji. Jednakże biorąc pod uwagę rozmieszczenie opraw na sieci skojarzonej należącej do zakładów energetycznych TAURON, można definitywnie stwierdzić, że gmina powinna podjąć wszelkie starania, aby rozbudować własną infrastrukturę oświetleniową. Z analizy oraz natężenia ruchu samochodowego wynika jednoznacznie, że rozbudowa infrastruktury oświetleniowej musi być jednoznacznie zespolona z infrastrukturą ścieżek rowerowych i ciągów komunikacji pieszej. W pierwszym etapie jednak należy skoncentrować się na modernizacji obecnej infrastruktury.

Infrastruktura zwłaszcza poza centrum miasta Mstów w zdecydowanej większości nadaje się do gruntownej modernizacji ze względu na parametry techniczne, cykl życia obecnie istniejących opraw, jak i fakt, iż słupy są w znacznej mierze dzierżawione od zakładów energetycznych. Taka sytuacja powoduje znaczne rozproszenie opraw oświetleniowych, co w efekcie powoduje, że uzyskujemy oświetlenie punktowe, nie mamy tym samym całych ciągów oświetleniowych. Do oświetlenia za wyjątkiem samego Mstowa, Jaskrowa oraz Wancerzowa, należy podejść jako do oświetlenia zewnętrznego, iluminacji świetlnej z podniesieniem bezpieczeństwa ruchu pieszego rowerowego w celu polepszenia walorów turystycznych, a nie jak do standardowego oświetlenia ulicznego, w którym kluczowe znaczenie mają parametry, wskaźniki, jakie należy spełnić w stosunku do normy. Inaczej sytuacja wygląda w sołectwach, przez które przebiega droga krajowa DK 786 oraz

w Mstowie, Wancerzowie i Jastrowie, gdzie oświetlenie jest rozmieszczone równomiernie, tutaj możemy mówić już o ciągach oświetleniowych, zwłaszcza wzdłuż drogi krajowej.


Stan słupów oświetleniowych należących do gminy należy ocenić jako przyzwoity. Wiele słupów jest zadbanych, nie wymagają one na dzień dzisiejszy ponownego malowania. Należy jednak pamiętać, iż regularne czynności konserwacyjne są w stanie znacząco wydłużyć żywotność infrastruktury technicznej.

Na terenie gminy mają incydentalne zastosowanie także słupy drewniane, słupy są funkcyjnie sprawne, a podczas inwentaryzacji nie stwierdziliśmy przypadków spróchniałych słupów, widać także, iż są one regularnie wymieniane oraz modernizowane na trwalsze słupy betonowe, głównie wirowane.

Ze stanem słupów oświetleniowych powiązany jest stan wysięgników, które niekonserwowane w pewnej części są pokryte rdzą, jednak ich stan nie wymaga jeszcze wymiany, a przy okazji wymiany czy modernizacji samych słupów, widać, że same wysięgniki też są wymieniane na nowe.

6.5 Zestawienie typów oraz modeli opraw w Gminie Mstów.

Przeprowadzona inwentaryzacja wykazała, iż na terenie Gminy, znajdują się oprawy oświetlenia kilku typów, których zestawienie zawiera poniższa tabela:

OPRAWA	TYP
	<p>TYP: SR</p> <p>Producent: SITECO</p> <p>Lata produkcji: obecnie</p> <p>Klosz: Wypukły, PC</p> <p>Źródło Światła wysokoprężna lampa sodowa</p> <p>Moc: 70 W, 100 W, 150W, 250W</p> <p>Ilość źródeł światła: 1</p> <p>Rodzaj: zamknięta</p> <p>Zastosowanie parki, place, skwery, ciągi piesze</p>



TYP: SR

Producent: SITECO

Lata produkcji: obecnie

Klosz: Płaski, PC

Źródło Światła wysokoprężna lampa sodowa

Moc: 70 W, 100 W, 150W, 250W

Ilość źródeł światła: 1

Rodzaj: zamknięta

Zastosowanie parki, place, skwery, ciągi piesze



TYP: SGS

Producent: Philips

Lata produkcji: 1995-2007

Modele: HGS101 SGS101, HGS102, SGS102

Ilość źródeł światła: 1

Rodzaj: zamknięta

Zastosowanie drogi, ulice, autostrady, parkingi,
osiedla mieszkaniowe, tereny przemysłowe

Na terenie Gminy Mstów nie występują inne typy opraw drogowych, odnotowano natomiast incydentalnie modele opraw parkowych oraz stylowych, jednak są to jednostkowe przypadki, które zostały omówione w dalszej części opracowania.

6.6 Wyniki z inwentaryzacji szafek oświetleniowych.

W Gminie Mstów znajduje się 90 szafek sterowania oświetleniem, z czego 59 to główne punkty sterowania oznaczona symbolem „S-XXX”, a 31 to skrzynki na słupowe oraz skrzynki typy ZK, zasilane z głównych punktów sterowania. Zlokalizowane są one na terenie całej Gminy i oznaczone zgodnie z poniższym zestawieniem:

L.p	numer Stacji	nr słupa Skrzynka	L.p	numer Stacji	nr słupa Skrzynka
1	S- 303 Brzyszków		45	S- 288 Kuśmierki	
2	S-187 Cegielnia		46	S- 288 Kuśmierki	stanowisko słupowe 19 U.G. z s-288
3	S-187 Cegielnia	stanowisko słupowe 42 U.G. z s-187	47	S- 695 Kuśmierki	
4	S-187 Cegielnia	stanowisko słupowe 38 U.G. z s-187	48	S- 201 Latosówka	
5	S-338 Cegielnia		49	S- 705 Latosówka	
6	S- 945 Gąszczyk		50	S- 146 Łuszczyn	
7	S- 282 Jaskrów		51	S- 152 Małusy	stanowisko słupowe 62 U.G. z s-152
8	S- 3 Jaskrów		52	S- 152 Małusy Małe	
9	S- 3 Jaskrów	stanowisko słupowe 31 U.G. z s-3	53	S- 250 Małusy Wielkie	
10	S- 3 Jaskrów	stan. Sł. 22	54	S- 250 Małusy Wielkie	stanowisko słupowe 1 U.G. z s-250
11	S- 666 Jaskrów	stanowisko słupowe 7/3 U.G. z s-666	55	S- 27 Małusy Wielkie	
12	S- 666 Jaskrów	stanowisko słupowe 9 U.G. z s-666	56	S- 979 Małusy Małe	skrzynka na 67
13	S- 666 Jaskrów		57	S- 108 Mokrzesz	
14	S- 909 Jaskrów		58	S- 309 Mokrzesz	
15	S- 909 Jaskrów	stanowisko słupowe 166 U.G. z s-909	59	S- 267 Mokrzesz	
16	S- 910 Jaskrów		60	S- 1 Mstów	
17	S- 911 Jaskrów		61	S- 1 Mstów	ZP-S przy ZK 7408
18	S- 911 Jaskrów	złącze pom. przy ZK 2740 U.G.	62	S- 104 Mstów	stanowisko słupowe 198 z s-104
19	S- 977 Jaskrów	złącze ZK 3859 z s-977	63	S- 104 Mstów	stan. Sł. 251
20	S- 977 Jaskrów	złącze ZK 3854 z s-977	64	S- 104 Mstów	
21	S- 178 Jaźwiny		65	S- 192 Mstów	
22	S- 746 Jaźwiny		66	S- 873 Mstów	
23	S- 21 Kłobukowice		67	S- 333 Mstów	
24	S- 21 Kłobukowice	stanowisko słupowe 37 U.G. z s-21	68	S- 179 Pniaki Mokrzeskie	
25	S- 21 Kłobukowice	stanowisko słupowe 5 U.G. z s-21	69	S- 233 Siedlec	

26	S- 94 Kobyłczyce		70	S- 280 Siedlec	
27	S- 94 Kobyłczyce	stanowisko słupowe 32 U.G. z s-94	71	S- 611 Siedlec	
28	S- 948 Kobyłczyce		72	S- 40 Siedlec	stanowisko słupowe 14/1 U.G. z s-40
29	S- 948 Kobyłczyce	stanowisko słupowe 28/1 U.G. z s-948	73	S- 40 Siedlec	
30	S- 949 Kobyłczyce		74	S-335 Siedlec	
31	S- 1012 Krasice	stanowisko słupowe 2 z s-1012	75	S- 130 Srocko	
32	S- 1012 Krasice		76	S- 964 Srocko	
33	S- 175 Krasice		77	S- 273 Wancerzów	
34	S- 176 Krasice		78	S- 290 Wancerzów	
35	S- 177 Krasice		79	S- 315 Wancerzów	s-315 ZP-S przy ZSR 8758
36	S- 177 Krasice	stan. Na słu. 4	80	S- 737 Wancerzów	
37	S- 188 Kuchary		81	S- 992 Wancerzów	
38	S- 923 Kuchary		82	S- 204 Wancerzów	
39	S- 923 Kuchary	stanowisko słupowe 11. z s-923	83	S- 204 Wancerzów	stanowisko słupowe 34 z s-204
40	S- 924 Kuchary		84	S- 241 Zawada	
41	S- 924 Kuchary	stanowisko słupowe 19 U.G. z s-924	85	S- 292 Zawada	
42	S- 925 Kuchary		86	S- 241 Zawada	stanowisko słupowe 17 U.G. z s-241
43	S- 926 Kuchary		87	S- 30 Zawada	
44	S- 927 Kuchary		88	S- 30 Zawada	stanowisko słupowe 119 U.G. z s-30
45	S- 288 Kuśmierki		89	S- 30 Zawada	stanowisko słupowe 66/1 U.G. z s-30
46	S- 288 Kuśmierki	stanowisko słupowe 19 U.G. z s-288	90	S- 686 Zawada	

Tabela nr 5-Zestawienie szafek i punktów sterowania oświetleniem ulicznym w Gminie Mstów

W wyniku przeprowadzonego audytu, po weryfikacji wszystkich punktów oświetleniowych, oraz przeprowadzonych pomiarach obciążenia obwodów uzyskano następujące wyniki podziału mocy opraw, mocy nominalnej, mocy rzeczywistej oraz mocy faktycznej obwodów z podziałem na sołectwa w kolejności alfabetycznej, które są zasilane z danego punktu sterowania:

BRZYSZÓW:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma opraw	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 303 Brzyszków		2	23				25	2,44	2,928	3,03

CEGIELNIA:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma opraw	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S-187 Cegielnia		32					32	2,24	2,688	2,77
S-187 Cegielnia	stan. Śl. 42	6					6	0,42	0,504	0,62
S-187 Cegielnia	stan. Śl. 38	3					3	0,21	0,252	0,31
S-338 Cegielnia		10					10	0,7	0,84	0,92

GĄSZCZYK:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma opraw	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 945 Gąszczek		16	1				17	1,22	1,464	1,55

JASKRÓW:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma opraw	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 282 Jaskrów				17			17	2,55	3,06	3,2
S- 3 Jaskrów		30		1			31	2,25	2,7	2,98
S- 3 Jaskrów	stan. Na słu. 31	6		18			24	3,12	3,744	4,5
S- 3 Jaskrów	stan. Sł. 22	2					2	0,14	0,168	0,22
S- 666 Jaskrów	stan. Na słu. 7/3	5					5	0,35	0,42	0,54
S- 666 Jaskrów	stan. Sł. 9	5					5	0,35	0,42	0,49
S- 666 Jaskrów		24		5			29	2,43	2,916	3,1
S- 909 Jaskrów		3		11			14	1,86	2,232	2,5
S- 909 Jaskrów	skrz. Na st. 166	3					3	0,21	0,252	0,31
S- 910 Jaskrów		21					21	1,47	1,764	1,8
S- 911 Jaskrów		12		9			21	2,19	2,628	2,9
S- 911 Jaskrów	złącze pom. przy ZK 2740 U.G.	6					6	0,42	0,504	0,62
S- 977 Jaskrów	skrz. Przy ZK 3859	14					14	0,98	1,176	1,22
S- 977 Jaskrów	skrz. Przy ZK 3854	8					8	0,56	0,672	0,77

JAŻWINY:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma opraw	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 178 Jażwiny		20					20	1,4	1,68	1,97
S- 746 Jażwiny		14	11	1			26	2,23	2,676	2,98

KŁOBUKOWICE:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma opraw	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 21 Kłobukowice			1	17			18	2,65	3,18	3,2
S- 21 Kłobukowice	stan. Sł. 37	2					2	0,14	0,168	0,22
S- 21 Kłobukowice	stan. Sł. 5	3					3	0,21	0,252	0,33

KOBYŁCZYCE:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma opraw	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 94 Kobylczyce		22					22	1,54	1,848	1,98
S- 94 Kobylczyce	stan. Sl. 32	3					3	0,21	0,252	0,31
S- 948 Kobylczyce		14					14	0,98	1,176	1,43
S- 948 Kobylczyce	stan sl. 28/1	5					5	0,35	0,42	0,55
S- 949 Kobylczyce		19					19	1,33	1,596	1,92

KRASICE:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma opraw	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 1012 Krasice	stan. Sl. 2	2					2	0,14	0,168	0,21
S- 1012 Krasice		19					19	1,33	1,596	1,66
S- 175 Krasice		40					40	2,8	3,36	3,65
S- 176 Krasice		47					47	3,29	3,948	4,3
S- 177 Krasice		25					25	1,75	2,1	2,3
S- 177 Krasice	stan. Na słu. 4	6					6	0,42	0,504	0,59

KUCHARY:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma opraw	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 188 Kuchary		25					25	1,75	2,1	2,23
S- 923 Kuchary		20					20	1,4	1,68	1,98
S- 923 Kuchary	stan. Sl. 11	3					3	0,21	0,252	0,271
S- 924 Kuchary		23					23	1,61	1,932	2,1
S- 924 Kuchary	stan. Słu. 19	4					4	0,28	0,336	0,5
S- 925 Kuchary		11					11	0,77	0,924	1,1
S- 926 Kuchary		18					18	1,26	1,512	1,67
S- 927 Kuchary		22					22	1,54	1,848	1,96

KUŚMIERKI:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 288 Kuśmierki		29					29	2,03	2,436	2,77
S- 288 Kuśmierki	stan. Słu. 19	7					7	0,49	0,588	0,65
S- 695 Kuśmierki		3		8			11	1,41	1,692	1,99

Latosówka:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 201 Latosówka		51					51	3,57	4,284	4,5
S- 705 Latosówka		26					26	1,82	2,184	2,2

Łuszczyn:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 146 Łuszczyn		33					33	2,31	2,772	3,1

Małusy:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 152 Małusy	skrz. na słu. 62 U.G.	3					3	0,21	0,252	0,31
S- 152 Małusy Małe		35					35	2,45	2,94	3,13
S- 250 Małusy Wielkie		7					7	0,49	0,588	0,6
S- 250 Małusy Wielkie	stan. St. 1	10					10	0,7	0,84	0,93
S- 27 Małusy Wielkie		43	23				66	5,31	6,372	7,1
S- 979 Małusy Małe	skrzynka na 67	22					22	1,54	1,848	1,93

MOKRZESZ:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 108 Mokrzesz				49			49	7,35	8,82	9,3
S- 309 Mokrzesz		26					26	1,82	2,184	2,2
S- 267 Mokrzesz				31			31	4,65	5,58	6,1

MSTÓW:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 1 Mstów		53	7	12			72	6,21	7,452	8,2
S- 1 Mstów	ZP-S przy ZK 7408		36				36	3,6	4,32	4,35
S- 104 Mstów	stan. Śl. 198	3					3	0,21	0,252	0,29
S- 104 Mstów	stan. Śl. 251	2					2	0,14	0,168	0,19
S- 104 Mstów			36				36	3,6	4,32	4,4
S- 192 Mstów		35					35	2,45	2,94	3,2
S- 873 Mstów		20					20	1,4	1,68	1,75
S- 333 Mstów		20					20	1,4	1,68	1,96

PANKI MOKRZESKIE:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 179 Pniaki Mokrzeskie		22					22	1,54	1,848	1,92

RAJSKO:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 204 Rajsko		12			1		13	1,09	1,308	1,35
S- 204 Rajsko	skrz. na słu. 34 U.G.	6					6	0,42	0,504	0,511

SIEDLEC:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 233 Siedlec		25					25	1,75	2,1	2,18
S- 280 Siedlec		13	2				15	1,11	1,332	1,45
S- 611 Siedlec		5					5	0,35	0,42	0,53
S- 40 Siedlec	stan. Na s. 14	4					4	0,28	0,336	0,3
S- 40 Siedlec		13					13	0,91	1,092	1,11
S-335 Siedlec		6	6				12	1,02	1,224	1,28

SROCKO:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 130 Srocko				26			26	3,9	4,68	4,71
S- 964 Srocko				23			23	3,45	4,14	4,19

WANCERZÓW:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 273 Wancerzów		21	5	15			41	4,22	5,064	5,54
S- 290 Wancerzów		25		6			31	2,65	3,18	4,19
S- 315 Wancerzów Osiedle 3	ZP-S przy ZSR 8758			11			11	1,65	1,98	2,16
S- 737 Wancerzów Osiedle		53			2		55	4,21	5,052	6,54
S- 992 Wancerzów		15					15	1,05	1,26	1,35

ZAWADA:

numer Stacji	nr słupa Skrzynka	Sod 70	Sod 100	Sod 150	Sod 250	Sod 400	Suma oprav	moc nominalna w kW	moc rzeczywista z uwzględnieniem start w kW	moc wynikająca z pomiarów obciążenia w kW
S- 241 Zawada		16					16	1,12	1,344	1,37
S- 292 Zawada		26					26	1,82	2,184	2,28
S- 241 Zawada	stan. Sł. 17	2					2	0,14	0,168	21
S- 30 Zawada		37		33			70	7,54	9,048	10,11
S- 30 Zawada	stan. Sł. 119	6					6	0,42	0,504	0,71
S- 30 Zawada	stan. Słp. 66/1	4					4	0,28	0,336	0,34
S- 686 Zawada		2		20			22	3,14	3,768	4,1

Tabela nr 6-Zestawienie punktów sterowania oświetleniem ulicznym w Gminie Mstów z podziałem na sołectwa. Wskazanie mocy nominalne, rzeczywistej oraz mocy zbadanej.

Wynika z powyższego, tabelarycznego zestawiania, iż na **90** zinwentaryzowane i istniejące punkty sterowania, które mamy na terenie gminy Mstów, zainstalowano oprawy oświetleniowe o łącznej mocy nominalnej **154,91 kW**, a ich moc łączna z uwzględnieniem strat układów wynosi więc **185,89 kW**.

W wyniku pomiarów wykonanych w szafach oświetleniowych na każdym z obwodów wykazano na podstawie obciążenia moc **223,07 kW**, jest to moc rzeczywista z uwzględnieniem strat w przesyłce energii, uziemień, przestarzałej infrastruktury oraz ewentualnych, nielegalnych podłączeń do sieci zasilania.

Wiele punktów sterowania wymaga modernizacji oraz właściwego ich oznaczenia. Poniżej przedstawiono zdjęcia z szaf oświetleniowych wykonane podczas pomiarów obciążenia sieci.



6.7 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 problemu w postaci niewłaściwej lub nieczytelnej formy oznakowania obwodów. 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.

W praktyce jednak, Tauron Dystrybucja dokonuje wymiany liczników nie informując o tym Urzędu Gminy Mstów.



6.7.1 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.

7. 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.

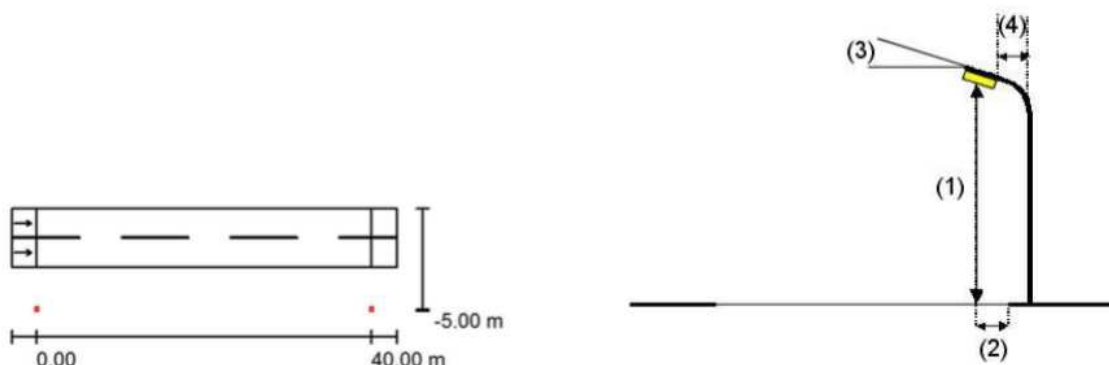
W wypadku modernizacji obecnego oświetlenia w Gminie Mstów na nowoczesne oprawy LED, których moc oraz typ bryły fotometrycznej zostały poparte wyliczeniami w programie symulacji oświetlenia DiaLUX, nie wskazuję się o uzupełnienie infrastruktury oświetlenia a jedynie dobór właściwych mocy opraw oraz ich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

W ramach analizy pomiarów oraz zgodności ze standardami przyjęto rozwiązanie polegające na dokonywaniu obliczeń fotometrycznych w programie DiaLUX. W ramach obliczeń przyjęto zastosowania proponowane przez renomowanego producenta opraw oświetleniowych, którego produkty posiadają certyfikat ENEC, potwierdzający niezależnym badaniami laboratoryjnymi parametry techniczne opraw.



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

Strumień świetlny (Lampy): 12476 lm

Moc opraw: 117.9 W

Rozmieszczenie: jednostronnie na dole

Odstęp słupa: 40.000 m

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

Wartości maksymalne mocy oświetleniowej

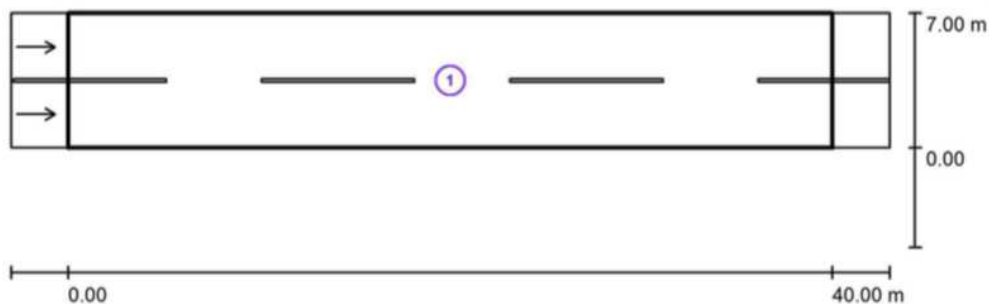
przy 70°: 472 cd/klm

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.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy indeksu oślepiania D.6.



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/m²]	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:	✓	✓	✓	✓	✓

Przykład wykonanych obliczeń w programie DiaLux w celu wytypowania mocy opraw LED dla modernizacji w Gminie Mastów tak, aby została spełniona norma oświetleniowa.

W ramach infrastruktury przewidzianej do modernizacji, wyszczególniono charakterystyczne modele występujące na ulicach gminy Mstów oraz dokonano obliczeń dla każdej z ulic, badając każdą 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, nie jest konieczna zmiana rozmieszczenia punktów świetlnych (odległości od krawędzi drogi, czy odległości między punktami świetlnymi). 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. Stanowią one jedynie wyznacznik pozwalający na dobór mocy opraw, ale głównie ich strumienia świetlnego oraz charakterystyki rozsyłu bryły fotometrycznej oraz sformułowanie wytycznych technicznych w zakresie specyfikacji technicznych. Nie istnieje, bowiem „modelowa oprawa”, 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 większej luminancji, o ile ich zastosowanie zostanie potwierdzone obliczeniami



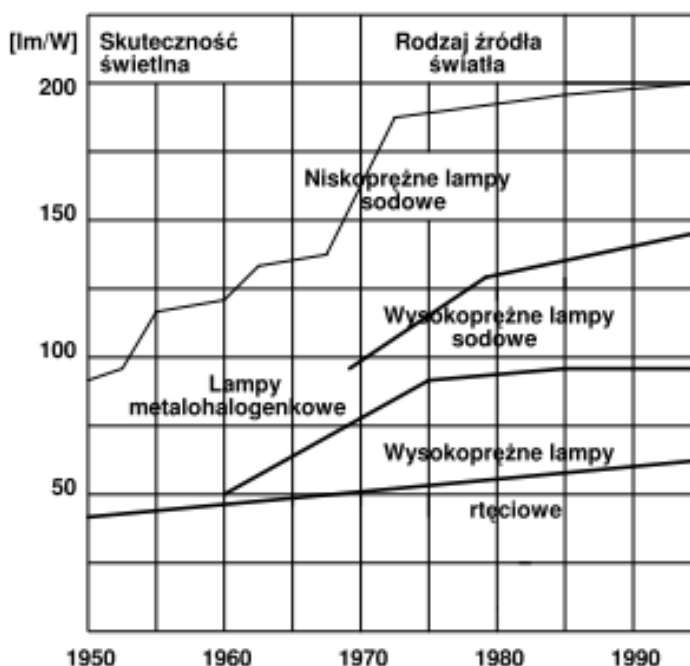
fotometrycznymi bazującymi na tych samych parametrach przyjętych modułów, a wyniki obliczeń nie będą rozbieżne niż te wskazane w obliczeniach w szerszym zakresie niż 5%, jednocześnie realizując wszystkie założenia charakterystyczne dla odpowiednie klasy oświetleniowej zgodnie z normą PN-EN 13201.

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



8.1 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 10^4 Pa. Jarznik jest umieszczony w szklanej, zamkniętej bańce, w której panuje próżnia. W lampach wyższych mocy bańka wykonana jest z tzw. szkła twardego typu wolframowo – borowo – krzemowego, a w lampach niższych mocy z tzw. szkła miękkiego typu sodowo – wapniowego. Może ona być przezroczysta lub pokryta warstwą rozpraszającą światło. Jako pokrycie rozpraszające używana jest na ogół krzemionka nanoszona na szkło metodą elektrostatyczną. Żarówka sodowa wyposażona jest w metalowy, gwintowany trzonek.



Do zamocowania jarznika wewnątrz banki szklanej służy konstrukcja wsporcza.

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

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

Lampy sodowe wysokoprężne charakteryzują się następującymi cechami:

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

- Niską utratą sprawności

8.2 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 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 wysoki koszt inwestycyjny oraz zimną temperaturę barwową, która jest negatywnie oceniana przez część użytkowników opraw. Negatywny skutek tego elementu można jednakże minimalizować poprzez określenie w specyfikacji technicznej przyjaźniejszej temperatury barwowej na poziomie nie wyższym niż 4000K.

Z uwagi na fakt, iż oprawy sodowe są już aktualnie montowane na terenie Gminy Mstów, **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. Tego typu rozwiązanie na dziś dzień jest najbardziej powszechne, same oprawy są coraz wyższej jakości, a dostęp do nich oraz serwis jest stanowi żadnego problemu, przynajmniej w obrębie oferty uznanych dostawców.

9. Oprawy oświetleniowe, dobór i specyfikacja opraw dla przeprowadzenia modernizacji oświetlenia

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 czasu (nawet do 80 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 postępowania wyboru opraw ulicznych stosowanie następującej specyfikacji technicznej.

Cecha techniczna oprawy:	Uzasadnienie:
Korpus wytłaczany ciśnieniowo z aluminium, z zintegrowanym radiatorem dla prawidłowego oddawania ciepła, który umożliwia samooczyszczenie i nie powoduje osadzania się brudów.	To materiał gwarantujący wysoką odporność w obrębie długiego okresu funkcjonowania oraz wysokie parametry oddawania ciepła. Radiator w górnym korpusie jest wysoce efektywny, o ile jest zaprojektowany tak, aby nie zalegał na nim brud i łatwo się oczyszczał podczas opadów atmosferycznych.
Korpus oprawy trwale zakręcany na śruby typu Torx (nie dopuszcza się klamry lub innego nietrwałego uchwytu, który w środowisku drgań drogowych lub niedokładnym zamknięciu może rozszczelnić oprawę)	Ze względu na planowany okres kilkunastoletniej, bezawaryjnej pracy oprawy LED, nie zaleca się zamykania na tzw. "klamrę", ponieważ nie przewiduje się potrzeby otwierania oprawy w bardzo długim okresie, ani w celu wymiany źródła, ani prac serwisowych czy konserwatorskich. Trwałe zamknięcie na śrubę gwarantuje utrzymanie stopnia szczelności oraz uniemożliwia przypadkowe otwarcie oprawy, która jako urządzenie

	elektroniczne mogła by ulec poważanej awarii.
Korpus malowany kilku etapowo, proszkowo a, następnie w procesie lakierowania żywicami na bazie poliestru, dla dodatkowej protekcji przed niekorzystnymi czynnikami środowiskowymi oraz „mgłą solną”.	W ślad za wydłużoną żywotnością źródła światła LED, powinna iść przedłużona żywotność korpusów oraz ich powłok lakierniczych, tak aby po kilkunastu latach planowanej eksploatacji oprawa była sprawna zarówno technicznie jak i mechanicznie i nie wymagała napraw czy ponownego malowania, będąc wciąż estetyczną.
Korpus wyposażony w filtr ceramiczny do przewietrzania komory, do odparowania skondensowanej pary wodnej przy jednoczesnym utrzymaniu protekcji oprawy min. IP66	Umożliwia cyrkulację powietrza wewnątrz oprawy, nie powoduje zasysania nieczystości oraz umożliwia swobodne odparowanie skondensowanej przez urządzenie elektryczne pary wodnej, co przedłuża żywotność oprawy oraz LED
Optyka diód LED z soczewkami ze szkła akrylowego odporna na promieniowanie UV i temperatury.	Gwarantuje to niskie straty strumienia LED oraz bardzo precyzyjne kierowanie bryłą fotometryczną
Diodyysterowane prądem nie większym niż 700mA.	Dzięki prądowi w pałapie do 700mA chipy LED pracują obciążone w stopniu nie powodującym zwiększonej degradacji
Wydajność diod LED min 135 lm z 1W podana przy obciążeniu 700mA	Dzięki takiej efektywności, oprawa umożliwia wyższą energooszczędność przy zachowaniu długiej żywotności
Żywotność diod min. 80.000h przy zachowaniu 80% strumienia zgodnie L70B20	Wskazanie żywotności źródła światła na wystarczająco długim poziomie, potwierdzone przez raport L70B20. Wartość żywotności powinna być podana dla całej, dedykowanej dla oprawy temperatury pracy otoczenia, a nie tylko jednej, dogodnej dla oprawy temperatury użytej do badania laboratoryjnego, co może powodować zafałszowanie wyniku.
Opraw oświetleniowa, rozumiana jako całość, nie sam panel LED, musi gwarantować spełnienie wymogów bezpieczeństwa fotobiologicznego lamp i systemów lampowych IEC 62471 oraz potwierdzenie, że przedmiotowa oprawa z źródłem LED nie stwarza zagrożenia fotobiologicznego wynikającego z promieniowania (grupa ryzyka RG0 wg. PL-EN 62471:2010)	Potwierdzenie, iż funkcjonowanie w środowisku pracy oprawy jest bezpieczne i nie powoduje negatywnych konsekwencji dla zdrowia, co wskazuje norma. Ważne aby dane dotyczyły całej oprawy, jako urządzenia, a nie tylko jej wybranych komponentów, jak np. panel led.
Automatyczny układ do kontroli temperatury pracy oprawy. W przypadku nieprzewidzianego podniesienia się temperatury LED spowodowanego szczególnymi warunkami klimatycznymi lub nieprawidłowym funkcjonowaniem LED, system obniża strumień światła dla zmniejszenia temperatury roboczej, gwarantując zawsze prawidłowe funkcjonowanie.	System wspomagający pracę oprawy, redukujący jej moc lub wyłączający oprawę w wypadku pracy w warunkach zagrażających jej żywotności lub funkcjonowaniu, np. podczas serwisowego włączenia sieci zasilania w nasłoneczniony dzień w okresie wysokich temperatur otoczenia.
Oprawa wyposażona w diodę zabezpieczającą przed skokami napięcia.	Zabezpieczanie oprawy min. 4kV przed niespodziewanym skokiem napięcia w sieci zasilania, po zwarcu czy wylądowaniu atmosferycznym.
Zamocowanie słupa wytłaczane ciśnieniowo z aluminium, uniwersalne o możliwości montażu dla słupów o średnicy min od 46mm do 76mm, z możliwością ustawienia kąta oprawy.	Dedykowany uchwyt oprawy wykonany z tego samego materiału co sama oprawa, dający możliwości zainstalowania oprawy za pomocą jednego uchwytu na słupy pionowe i wysięgniki o różnych średnicach, jest to ważne przy modernizacjach, gdzie spotykane są słupy pionowe oraz różne typy wysięgników

Regulacja kąta nachylenia oprawy za pomocą jednego, ruchomego zamocowania od 0° do 15° dla zamocowania na wysięgniku i od 0° do 10° dla zamocowania na szczycie słupa. Krok nachylenia min. co 5°	Uchwyt daje możliwość nie tylko zmiany położenia z wysięgnika poziomego na słup pionowy o różnych jego średnicach, ale także regulację kąta nachylenia samej oprawy, dostosowując ją do wymogów lokalizacji
Dyfuzor z przezroczystego hartowanego szkła o grubości 4mm odpornego na szoki termiczne i na uderzenia min. IK09	Szkło hartowane jest bardzo trwałym materiałem zabezpieczającym panel LED przed dostępem wilgoci czy brudu ale także przed wandalizmem, a jednocześnie łatwym w konserwacji i czyszczeniu
Oprawa dostarczona z wtyczką szybkozłączną, konektorem IP67 dla szybkiego montażu i demontażu serwisowego. Konektor ma umożliwiać bez narzędziowe odłączenie oprawy od sieci zasilania, bez konieczności otwierania korpusu oraz dalszego izolowania przewodów sieciowych.	Konektor tego typu ułatwia i skraca czas prac serwisowych w wypadku potrzeby naprawy czy wymiany oprawy. Nie wymaga on narzędzi czy dalszej izolacji aby bezpiecznie odłączyć lub podłączyć oprawę LED do sieci zasilania, skracać czas wymiany i powodując go bardziej bezpiecznym. Oprawa z takim przyłączem nie wymaga jej otwierania przy montażu, dzięki temu jest ona fabrycznie, szczelnie zamknięta.
Oprawa dwukomorowa o całkowitej klasie szczelności min.IP66	Oprawa posiada stopień szczelności gwarantujący jej bezpieczne funkcjonowanie w środowisku docelowej instalacji, na słupie oświetleniowym, w różnych warunkach pogodowych jej funkcjonowania
Korpus oprawy wyposażony w rozłącznik nożowy, automatycznie odcinający zasilanie w oprawie w wypadku otwarcie korpusu oprawy	Dzięki temu wszystkie prace przy oprawie, które są wykonane przy włączonej sieci są bezpieczne, oprawa wyłącza zasilanie podczas otwarcia jej korpusu.
Oprawa w II kl. ochronności	Ze względu na starą konstrukcję sieci zasilania, oraz słupów, oprawa w II kl. ochronności nie wymaga dalszego izolowania czy uziemiania, co może okazać się trudne do realizacji podczas modernizacji istniejącej już sieci.
Oprawa o standardowym zakresie pracy min. od -30st. do +40st. Celsjusza, co potwierdzają dostarczone wyniki badań dla wszystkich mocy oprawy.	To zakres bezpieczny w polskich warunkach pogodowych, gwarantujący oprawie funkcjonowanie w skrajnych warunkach temperaturowych. Szczególną uwagę należy położyć na zakres +40 stopni Celsjusza, jako górną granicę. Produkt powinien być fabrycznie, w podstawowym wykonaniu zaprojektowany w sposób umożliwiający jego prace w takim środowisku w każdym dostępnym zakresie mocy oraz przy prądzie do 700mA. Gwarantuje to, iż produkt jest w stanie sprawnie działać, nawet w okresie krótkotrwałych anomalii pogodowych.
Oprawa posiada pełną wymaganą przepisami certyfikację oraz dodatkowo znak ENEC, potwierdzający badaniami jej wykonanie zgodnie z europejskimi standardami dla m.in. kompatybilności elektro magnetycznej oraz bezpieczeństwa fotobiologicznego.	Daje to możliwość zweryfikowania, czy producent podając parametry oprawy w karcie katalogowej nie okazał się nadmiernym optymistą, a sam produkt jest faktycznie wysokiej jakości, co potwierdziły niezależne, europejskie badania, wydając odpowiedni certyfikat
Ze względu na różnorodność opraw LED oraz typów dostępnych rozsyłów światła, zasadność wykorzystania zaproponowanej oprawy należy poprzeć obliczeniami fotometrycznymi o wynikach nie gorszych niż osiągnięte i przedstawione w projekcie, uwzględniając takie same parametry do obliczeń, w tym klasę oświetleniową oraz współczynnik konserwacji oraz wszystkie wymiary drogi czy słupa.	Ponieważ oprawy LED różnych producentów nie są unifikowane pod kątem mocy czy strumienia, jak miało to przypadek przy oprawach wyładowczych, a dodatkowo każdy z producentów rozwija technologię w sposób indywidualny, każda z opraw, nawet o zbliżonych parametrach oświetlenia, generuje indywidualny charakter bryły fotometrycznej oraz całkiem inne wyniki oświetlenia w praktyce. Dodatkowo sam projekt oświetleniowy jest przygotowywany na miarę, by zwiększyć efekt ekonomiczny i ekologiczny, margines tolerancji jest więc mono minimalizowany. Aby mieć pewność, iż zastosowana oprawa LED jest zgodna z wymaganiami projektu, powinny zostać każdorazowo przedstawione rezultaty z obliczeń fotometrycznych o wynikach nie gorszych, niż w pierwotnym projekcie w każdym z badanych aspektów wymaganych dla odpowiedniej klasy oświetlenia drogi przy mocy oprawy nie wyższej a strumieniu Led nie niższym niż ten pierwotnej oprawy. Do obliczeń powinny zostać dołączone oryginalne pliki fotometryczne wraz z informacją o ich ogólnej dostępności na stronie WWW producenta oprawy z wskazanym linkiem do ich pobrania. Plik fotometryczny powinien być opisany w taki

	sposób, aby jasno móc go powiązać z konkretnym typem oferowanej oprawy.
--	---



10. Porównanie mocy systemów oświetleniowych przed i po modernizacji.

Na etapie inwentaryzacji **zbadano 1783 oprawy** drogowe i parkowe. Do modernizacji **przewidziano 1783 oprawy** oświetleniowe. Łączna, nominalna moc opraw aktualnie wynosi **154,91kW**, zgodnie z poniższymi tabelami.

<i>MOC NOMINALNA OPRAWY W WATT</i>	<i>ILOŚĆ</i>	<i>Suma mocy nominalnej w Watt</i>	<i>Łączna moc nominalna przed modernizacją w kW</i>
70	1313	91910	154,91
100	154	15400	
150	314	47100	
250	2	500	
400	0	0	

Tabela nr 7- Moc opraw w Gminie Mstów przed modernizacją

Po modernizacji łączna moc nominalna opraw wynosić będzie **101,78 kW**, co stanowi 32 % mocy początkowej. Zaznaczyć jednak należy, iż nowo wytypowane oprawy LED na podstawie obliczeń Dialux spełniają wszystkie normy oświetlenia, co nie jest regułą na dzień dzisiejszy. Dalszą oszczędność można pozyskać poprzez redukcję mocy, wskazaną w zakresie 35%, do poziomu 66,16 kW, co w ujęciu względnym (stosunek redukcji względem mocy początkowej) daje wartość 57,02 %

MOC NOMINALNA OPRAWY W WATT	ILOŚĆ	Suma mocy nominalnej w Watt	Łączna moc nominalna pp modernizacją w kW
30	264	7920	101,78
32	6	192	
38	428	16264	
39	192	7488	
53	245	12985	
59	172	10148	
78	59	4602	
79	45	3555	
83	74	6142	
109	298	32482	

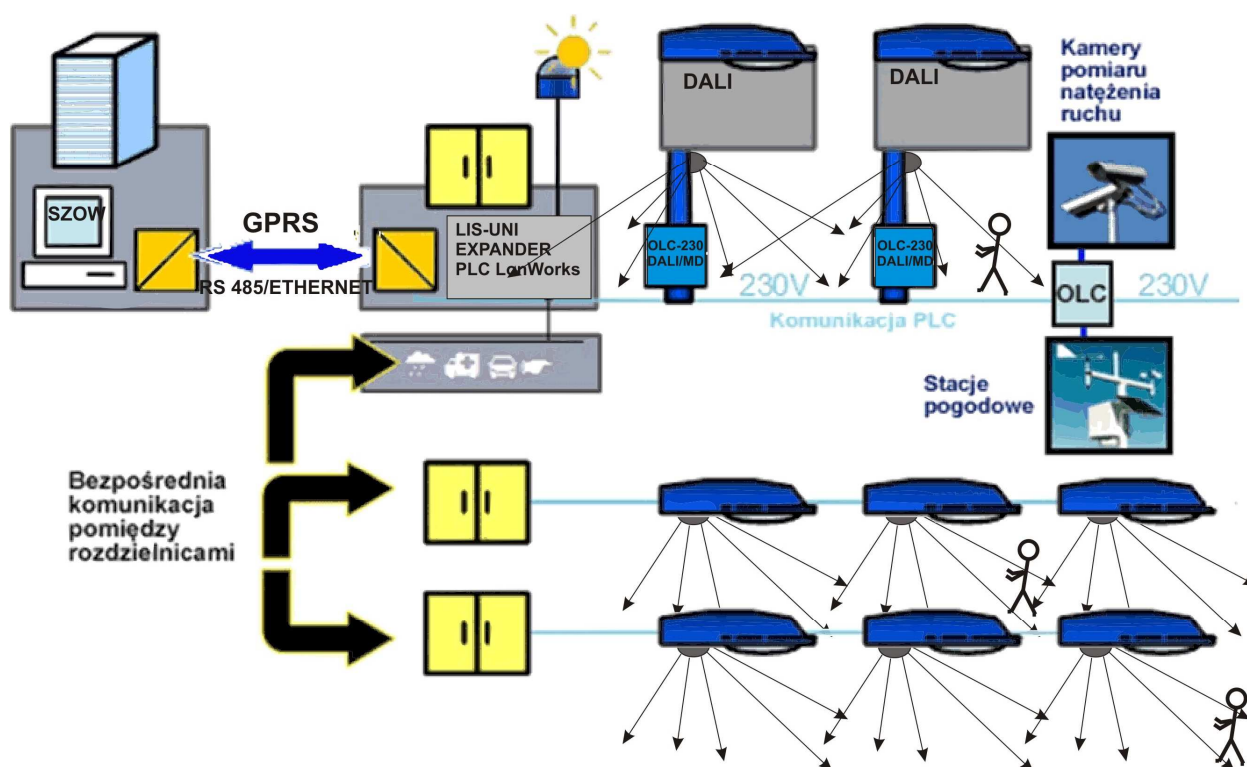
Tabela nr 8- Moc opraw w Gminie Mstów po modernizacji LED

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

11.1 Sterownie oświetleniem

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 nastawień 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, wyłączenia 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 jedynego dostawcę, 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



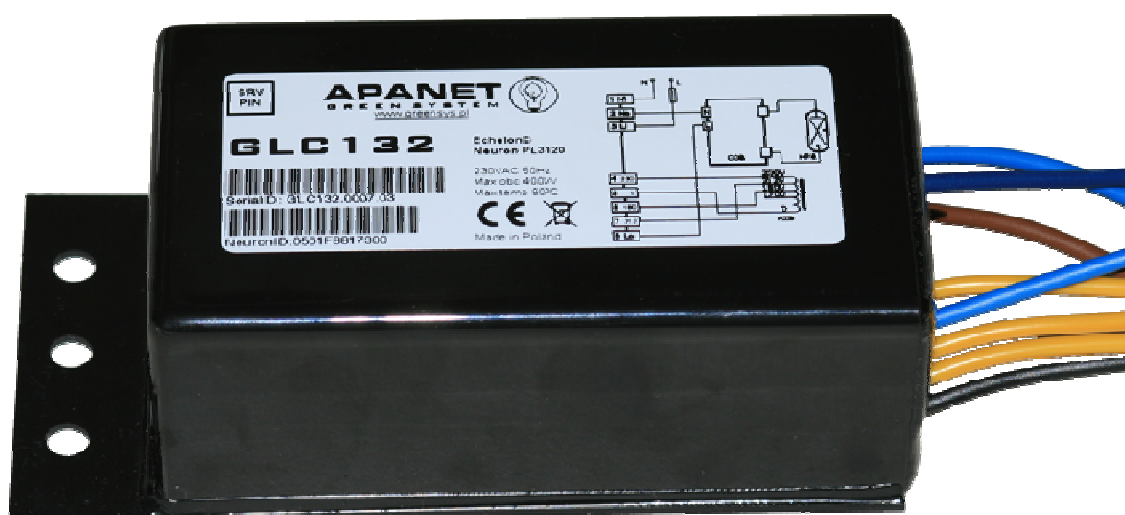
taki daje monopol na zarządzanie, obsługę oraz rozbudowę sieci w przyszłości, co jest bardzo niebezpieczne dla inwestora i może generować przyszłe ogromne koszty, na które inwestor zostanie skazany.



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 dostawcę 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 Mstów, której obszar jest bardzo rozległy, dodatkowo oprawy miejskie rozproszone są w różnych częściach gminy, konieczne byłoby zastosowanie wielu koncentratorów, co najmniej 90, do każdej z SOU po jednej sztuce, których koszt wynosi ok. 15 000 zł netto za sztukę, co generowałoby koszt dla Gminy Mstów na poziomie 135 000zł 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 6zł netto od jednego punktu oświetlania, generując roczny koszt na poziomie 10 698zł netto rocznie.

11.2 Reeducacja mocy

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 kilkanaście 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 godzin (na podstawie średniego rocznego czasu świecenia wynoszącego 4024 godziny):

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

Pierwszy stopień redukcji mocy obwodów do 70 % natężenia strumienia świetlnego (70 % mocy) – od godziny 20:00 (końcem wieczornego okresu największego ruchu samochodowego i pieszego).

Redukcja mocy obwodów w drugim kroku do 30% natężenia strumienia świetlnego (30 % mocy) w okresie godziny 23:00 do 05:00 –okres najmniejszego natężenia ruchu).

Zwiększenie mocy obwodów do 70 % natężenia strumienia świetlnego (70 % mocy) w czasie od 5:00 do 6:30 – 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 6:30 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 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.

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 należało by 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. 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. Rozwiązanie tego typu nie wiąże się z dużymi nakładami i stanowić może ok. 10% 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

12. 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. Niemniej jednak czas nominalny może odbiegać od rzeczywistego czasu świecenia w przypadku zmiany konfiguracji zegarów astronomicznych. Istnieje, bowiem możliwość opóźnienia czasu zapłonu lamp oraz przyspieszenie 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).

13. 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.

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie kWh	Emisja kg CO₂
70	1313	4024	369 845,84	329 162,80
100	154	4024	61 969,60	55 152,94
150	314	4024	189 530,40	168 682,06
250	2	4024	2 012,00	1 790,68
400	0	4024	-	-
SUMA opraw SAP:	1783	SUMA:	623 357,84	554 788,48

Tabela nr 9- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² przed modernizacją w Gminie Mstów.

13.1 Wariant I – montaż/wymiana samych opraw LED, bez redukcji mocy oraz sterowania.

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 o 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 w ilości 1783szt. Koszt takiej modernizacji wiąże się z zakupem nowych opraw, uśredniając cenę niezależnie od mocy to koszt ok 1700zł za 1szt oraz koszty związane ze zdemontowaniem obecnych opraw sodowych, ich utylizacją oraz zainstalowaniem nowych opraw LED. Tego typu wariant wiąże się z najmniejszymi kosztami inwestycji, ale także najniższym efektem ekologicznym oraz ekonomicznym.

<i>MOC OPRAWY</i>	<i>ILOŚĆ</i>	<i>CZAS ŚWIECENIA</i>	<i>Zużycie kWh</i>	<i>Emisja kg CO2</i>
30	264	4024	31 870,08	28 364,37
32	6	4024	772,61	687,62
38	428	4024	65 446,34	58 247,24
39	192	4024	30 131,71	26 817,22
53	245	4024	52 251,64	46 503,96
59	172	4024	40 835,55	36 343,64
78	59	4024	18 518,45	16 481,42
79	45	4024	14 305,32	12 731,73
83	74	4024	24 715,41	21 996,71
109	298	4024	130 707,57	116 329,74
SUMA opraw LED	1783	SUMA	409 554,67	364 503,66

Tabela nr 10- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² po modernizacją w Gminie Mstów w wariantcie 1.

13.2 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 programowane są na etapie produkcji lub na etapie produkcji dozbrajane 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 godzin (na podstawie średniego rocznego czasu świecenia wynoszącego 4024 godziny) to obliczenia dla systemu redukcji zaprogramowanego jako rozsądny kompromis pomiędzy oszczędnością energii, a zachowaniem jakości oświetlenia w kontekście jego natężenia oraz dopasowania do natężenia ruchu:

Załączenie obwodów wg. czasu astronomicznego na 100 % natężenia strumienia świetlnego (100 % mocy) –po zmierzchu do godziny 21.00.

Zmniejszenie mocy obwodów do 70 % natężenia strumienia świetlnego (70 % mocy) – 2 godziny (okres wieczorny).

Redukcja mocy obwodów do 40 % natężenia strumienia świetlnego (40 % mocy) –5 godzin – okres między godziną 23:00 a godziną 4:00 rano, okres najmniejszego natężenia ruchu).

Zwiększenie mocy obwodów do 70 % natężenia strumienia świetlnego (70 % mocy) – 1 godziny okres przed świtem, gdy ruch powoli się zwiększa, a nie jest już zupełnie ciemno (godzina 4:00 – 5:00 rano).

Powrót do mocy 100% w okresie od godziny 5.00, gdy następuje wzmożenie ruchu na drogach.

Zgodnie z powyższym zestawieniem dodatkowe oszczędność w zużyciu energii wynosić będzie sumarycznie 35%.

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 1700zł za 1szt oraz wyposażeniem ich w układy redukcji mocy, koszt 200 za 1szt, oraz koszty związane ze zdemontowaniem obecnych opraw sodowych, ich utylizacją oraz zainstalowaniem nowych opraw LED. Ważne, aby wybrać taki system redukcji, którego nastawienia będzie można zmieniać w sposób prosty, z poziomu punktu sterowania SOU dla wszystkich opraw oświetleniowych zainstalowanych w obwodzie jednocześnie. Takie systemy redukcji dają także możliwości rozbudowania ich w przyszłości do bardziej zaawansowanej struktury inteligentnego sterowania. Takie możliwości daje np. reduktor mocy APC-LED marki Rabbit, rozbudowany o urządzenia sterowania w szafie SOU daje możliwość zbudowania nowoczesnego, inteligentnego systemu zarządzania oświetleniem.

<i>MOC OPRAWY</i>	<i>ILOŚĆ</i>	<i>CZAS ŚWIECENIA</i>	<i>Zużycie kWh</i>	<i>Emisja kg CO2</i>
30	264	4024	20 715,55	18 436,84
32	6	4024	502,20	446,95
38	428	4024	42 540,12	37 860,71
39	192	4024	19 585,61	17 431,20
53	245	4024	33 963,57	30 227,57
59	172	4024	26 543,11	23 623,37
78	59	4024	12 036,99	10 712,92
79	45	4024	9 298,46	8 275,63
83	74	4024	16 065,02	14 297,86
109	298	4024	84 959,92	75 614,33
SUMA opraw LED	1783	SUMA	266 210,54	236 927,38

Tabela nr 11- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² po modernizacji w Gminie Mstów w wariantcie 2.

13.3 Wariant III -wymiana opraw oświetleniowych wraz z inteligentnym systemem starowania i zarządzania siecią.

Wariant III to modernizacja obejmująca:

- Wymianę opraw oświetleniowych na źródła LED.
- Zastosowanie inteligentnego systemu zarządzania oświetleniem z możliwością zdalnego zarządzania z stanowiska komputerowego.



Chociaż można określić ten wariant mianem maksymalnego pod kątem funkcjonalności, jednak w ślad za najszerszą gamą możliwości zarządzania oświetleniem idzie także wysoki koszt systemu oraz jego obsługi. Występuje konieczność przebudowania zarówno infrastruktury oświetleniowej, jak także szaf sterujących, wykonaniu prac związanych z wybudowaniem punktów pomiarowych natężenie ruchu, czy warunków pogodowych.

Oprócz zakupu opraw LED należy uwzględnić koszty związane z zainstalowaniem elementów systemu w każdej z opraw lub w każdym ze słupów oświetleniowych, gdzie koszt pojedynczego sterownika, których ilość musi być zgodna z ilością opraw oświetlenia podlegających sterowaniu, wynosi od 300zł do 500zł w zależności od rodzaju modułu oraz sposobów komunikacji, komunikacji po przewodach zasilania (PLC), z wykorzystaniem fal radiowych (Wi-Fi) lub połączeniu obu tych komunikacji w celu zabezpieczenia ciągłego połączenia z oprawą.

Dodatkowym kosztem jest przebudowanie szaf sterowania i doposażenie ich w sterownik segmentowe (centralne), które będą pobierały informację z podległych im sterowników w oprawie, ich koszt to 10000zł do 18000zł. Należy także uwzględnić dodatkowe koszty komunikacji tych sterowników z komputerem centralnym, najczęściej za pośrednictwem telefonii komórkowych z wykorzystaniem kart SIM, koszt utrzymania tej komunikacji, zakup komputera do zarządzania siecią oraz koszty związane z utrzymaniem serwera. Co prawda system daje sporo większy wachlarz możliwości, odczytów z układów opraw na temat użycia energii czy ich stanu technicznego, jak także indywidualnego sterowania każdą z opraw z osobna. W praktyce koszt instalacji systemu jest porównywalny z kosztem wymiany opraw na LED, więc niesie za sobą podwojenie kosztu inwestycji.

System nie jest w stanie generować dużo większych oszczędności energii czy CO₂, niż autonomiczna redukcja mocy w oprawie, ponieważ oszczędności można osiągnąć poprzez zmniejszenie mocy do tych samych poziomów w obu przypadkach. Co prawda system daje możliwość redukcji każdą z opraw z osobna oraz programowanie w dowolnym czasie, w praktyce nie stosowane są redukcje wybiórcze, a jedynie wybranych odcinków, a programowanie nowych programów pracy odbywa się sporadycznie. Takie same funkcjonalności więc zapewnia autonomiczna redukcja mocy z możliwością programowania z punktu pomiarowego.



Wiele funkcji, takich jak monitorowanie stanu opraw czy temperatura pracy LED, nie jest zazwyczaj w pełni wykorzystywana, natomiast możliwości monitorowania zużycia energii są i tak dublowane przez zakład energetyczny drogą radiową z każdego punktu pomiarowego. Automatyczne dostosowanie natężenia strumienia opraw do natężenia ruchu czy warunków pogodowych niesie za sobą potrzebę dalszej inwestycji i budowy stacji pogodowych czy układów opartych na pętach indukcyjnych mierzących bieżący poziom ruchu. System zaawansowanego, inteligentnego sterowania sieci niesie za sobą wiele korzyści, ale niestety beneficjentem wielu z nich nie jest gmina, a zakład energetyczny odpowiedzialny za dostarczanie energii oraz niejednokrotnie za utrzymanie infrastruktury oświetlenia. Korzyści, które może pozyskać gmina z instalacji takiego systemu nie są wiele większe, jak tylko oszczędności związane z redukcją mocy oświetlenia, a w kontekście kosztów inwestycji oraz utrzymania serwerów tego typu realizacji może być nawet dwukrotnie droższa niż w przypadku wariantu I czy nawet wariantu II.

<i>MOC OPRAWY</i>	<i>ILOŚĆ</i>	<i>CZAS ŚWIECENIA</i>	<i>Zużycie kWh</i>	<i>Emisja kg CO2</i>
30	264	4024	20 715,55	18 436,84
32	6	4024	502,20	446,95
38	428	4024	42 540,12	37 860,71
39	192	4024	19 585,61	17 431,20
53	245	4024	33 963,57	30 227,57
59	172	4024	26 543,11	23 623,37
78	59	4024	12 036,99	10 712,92
79	45	4024	9 298,46	8 275,63
83	74	4024	16 065,02	14 297,86
109	298	4024	84 959,92	75 614,33
SUMA	1783	SUMA	266 210,54	236 927,38

Tabela nr 12- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² po modernizacją w Gminie Mstów w wariantcie 3.

14. Szacunkowa analiza nakładów inwestycyjnych oraz kosztów dla trzech wariantów modernizacji oświetlenia.

Do Poniższej analizy kosztów przyjęto uśrednione ceny rynkowe produktów LED, oraz sterowników i elementów systemu sterowania firm dostępny w Polsce w stałej dystrybucji, wyrażone w wartościach netto.

14.1 Wariant I.

W wariantcie I modernizacji oświetlenia łączne koszty inwestycyjne, razem z przygotowaniem dokumentacji projektowej, wyniosą **3 357 700,00 zł**. 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 oraz systemu sterowania od renomowanego producenta na poziomie **1700zł**, **oprawy LED** stanowią główny koszt 3 031 100 zł. Dodatkowym kosztem jest wymiana obecnej oprawy na nową, oraz utylizacja starych opraw sodowych, tu przyjęto średnią stawkę na poziomie **200zł netto za punkt oświetleniowy**, co dało nam kwotę 326 600 zł netto. Ponieważ przygotowanie dokumentacji dla wybranego wariantu modernizacji jest częścią tego zadania, koszty przygotowania dokumentacji nie stanowią dodatkowych kosztów.

Łączne koszty inwestycyjne	
Pozycja	Kwota
Koszt sprzętu- oprawy LED	3 031 100,00 zł
Koszty wykonawstwa	326 600,00 zł
SUMA	3 357 700,00 zł

Tabela nr 13- Szacunkowy koszt inwestycji w Gminie Mstów w wariantcie 1

Przy założeniu **uśrednionych kosztów energii na poziomie roku 2015** w wartości **0,26 zł za 1kW** wysokości Inwestycja może wygenerować oszczędności na poziomie 55 588,82 zł w skali roku na podstawie samych kosztów energii, co przedstawia pierwsza część Tabeli nr. 14

Jeśli by przełożyć dane z oszczędność energii na osiągnięty efekt ekologiczny, możemy rocznie zredukować emisję **CO₂ o 34 %** co kształtują się na poziomie niższym o **190,285 ton CO₂**, co przedstawiono w trzeciej części Tabeli nr. 14

<i>koszt energii przed modernizacją</i>	162 073,04 zł
<i>koszt energii po modernizacji LED</i>	106 484,21 zł
<i>oszczędność finansowa zł</i>	55 588,82 zł
<i>Redukcja zużycia kWh</i>	213 803,17
<i>Redukcja zużycia %</i>	34%
<i>emisja CO₂ w kg Co₂ przed modernizacją</i>	554788,48
<i>emisja CO₂ w kg Co₂ po modernizacji na oprawy LED</i>	364503,66
<i>Redukcja zużycia CO₂ %</i>	34%
<i>Redukcja zużycia CO₂ w kg Co₂</i>	190284,82

Tabela nr 14- Oszczędności energii oraz emisji CO₂ w wariantcie 1 modernizacji w Gminie Mstów

14.2 Wariant II.

W wariantcie II koszty początkowe inwestycji są bardzo zbliżone jak w wariantcie I, ponieważ zakres prac związanych z modernizacją jest identyczny, jedyną różnicą to wyposażenie oprawy o autonomiczny programator redukujący moc oprawy, bądź zakup oprawy w wykonaniu premium, z układem redukcji mocy zintegrowanym z układem zasilającym, co stanowi **dodatkowy koszt wysokości 250,00 zł** do zakupu opraw w wykonaniu podstawowym, nie dających się programować, dając całkowitą wartość **3 803 450 zł**

Łączne koszty inwestycyjne	
Pozycja	Kwota
Koszt sprzętu- oprawy LED wraz z autonomiczną redukcją mocy	3 476 850,00 zł
Koszty wykonawstwa	326 600,00 zł
SUMA	3 803 450,00 zł

Tabela nr 15- Szacunkowy koszt inwestycji w Gminie Mstów w wariantie 2

Z uwagi jednakże na dodatkowe zmniejszenie zużycia energii, istnieje możliwość wygenerowania dodatkowych oszczędności przedstawionych w pierwszej części Tabeli nr 16, stanowią one łączną oszczędność względem kosztów z przed modernizacji na poziomie **92 858,30 zł** w ciągu jednego roku użytkowania.

Jeśli przełożyć dane z oszczędność energii na osiągnięty efekt ekologiczny, to możemy rocznie zredukować emisję **CO² o 57 %** co kształtują się na poziomie **emisji po modernizacji 236,927 ton CO²** i jest **wartością niższą o 317,861 ton CO²** co przedstawia trzecia część poniższej tabeli.

koszt energii przed modernizacją	162 073,04 zł
koszt energii po modernizacji LED	69 214,74 zł
oszczędność finansowa zł	92 858,30 zł
Redukcja zużycia kWh	357 147,30
Redukcja zużycia %	57%
emisja CO2 w kg Co2 przed modernizacją	554788,48
emisja CO2 w kg Co2 po modernizacji na oprawy LED	236927,38
Redukcja zużycia CO2 %	57%
Redukcja zużycia CO2 w kg Co2	317861,10

Tabela nr 16- Oszczędności energii oraz emisji CO² w wariantie 2 modernizacji w Gminie Mstów

14.3 Wariant III

W wariantcie III następuje znaczący wzrost kosztów początkowych inwestycji, względem wcześniej wytypowanych wariantów. Wynika to z faktu, iż celem zadania jest nie tylko wymiana opraw obecnie zainstalowanych na nowoczesne LED, ale także doposażenie ich w **sterownik indywidualne dla każdej z opraw, koszt 400 zł netto** oraz **sterowniki segmentowe w szafach pomiarowo sterujących, koszt 8 000zł netto**. Należy też uwzględnić koszty **zakupy sprzętu komputerowego, ruterów koszt 8 000zł netto**, niezbędnych licencji oraz **koszt serwerów** związany z przechowywaniem danych generowanych przez system inteligentnego sterowania to **15 000zł netto**. Zwrócić należy także uwagę na koszty obsługi systemu, choćby te związane z **komunikacją GSM** niezbędna do przekazywania danych ze sterowników segmentowych do komputera centralnego **koszt roczny ok. 200zł dla każdej z szaf**. Koszty związane w wykonaniem zadania też będą wyższe niż w przypadku dwóch poprzednich wariantów, ze względu, iż dochodzą dodatkowe koszty instalacji oraz uruchomienia całego systemu sterowania, który jest powiązany ale jednak drugim, równoległym zadaniem względem wymiany opraw LED **koszt instalacyjne 400zł netto od 1 punktu oświetlenia**. Należy też zmodernizować szafy sterownia SOU, co wymaga dodatkowego projektu, uzgodnień z ZE oraz szerszej dokumentacji technicznej.

To rozwiązanie niesie za sobą bardzo zbliżone realne oszczędności energii oraz oszczędności, ekonomiczne jak wariant II, ponieważ w kontekście redukcji mocy funkcjonalność, a to ona generuje dodatkowe oszczędności, w wypadku obu tych wariantów praktyczne możliwości są porównywalne.



Łączne koszty inwestycyjne	
Pozycja	Kwota
Koszt sprzętu- oprawy LED	3 476 850,00 zł
Koszt sterowników indywidualnych opraw	713 200,00 zł
Koszt sterowników segmentowych szaf sterowania	720 000,00 zł
sprzęt komputerowy	8 000,00 zł
koszt serwera i oprogramowania	15 000,00 zł
koszt utrzymania komunikacji GSM (okres 5 lat) dla 90 szaf sterowania	90 000,00 zł
Koszty wykonawstwa	713 200,00 zł
SUMA	5 736 250,00 zł

Tabela nr 17- Szacunkowy koszt inwestycji w Gminie Mstów w wariantcie 3

Z uwagi jednakże na dodatkowe zmniejszenie zużycia energii, analogicznie jak w wypadku rozważanego wariantu drugiego, istnieje możliwość wygenerowania dodatkowych oszczędności przedstawionych w pierwszej części Tabeli nr 18, stanowią one łączną oszczędność względem kosztów z przed modernizacji na poziomie **92 858,30 zł** rocznie.

Jeśli przełożyć dane z oszczędność energii na osiągnięty efekt ekologiczny, to możemy rocznie zredukować emisję **CO² o 57 %** zgodnie z informacją w trzeciej części tabeli nr 18, co kształtuje się na poziomie **emisji po modernizacji 236,927 ton CO²** i jest **wartością niższą o 317,861 ton CO²**.

<i>koszt energii przed modernizacją</i>	<i>162 073,04 zł</i>
<i>koszt energii po modernizacji LED</i>	<i>69 214,74 zł</i>
<i>oszczędność finansowa zł</i>	<i>92 858,30 zł</i>
<i>Redukcja zużycia kWh</i>	<i>357 147,30</i>
<i>Redukcja zużycia %</i>	<i>57%</i>
<i>emisja CO2 w kg Co2 przed modernizacją</i>	<i>554788,48</i>
<i>emisja CO2 w kg Co2 po modernizacji na oprawy LED</i>	<i>236927,38</i>
<i>Redukcja zużycia CO2 %</i>	<i>57%</i>
<i>Redukcja zużycia CO2 w kg Co2</i>	<i>317861,10</i>

Tabela nr 18- Oszczędności energii oraz emisji CO² w wariantcie 3 modernizacji w Gminie Mstów

Szczegółowe dane obliczeniowe dla każdego z przedstawionych wariantów znajdują się w kartach obliczeniowych **w załączniku 2 do audytu**, „Szczegółowa kalkulacja efektu ekonomicznego oraz ekologicznego w trzech wariantach dla modernizacji oświetlenia w Gminie Mstów”.

15. Analiza oddziaływania na środowisko, kalkulacja efektu ekologicznego

Inwestycja pozytywnie oddziałuje na środowisko naturalne przyczyniając się do redukcji zużycia energii elektrycznej, a co za tym idzie gazów cieplarnianych. Związany jest z tym tzw. efekt ekologiczny, który obliczany **zgodnie z metodyką Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska** przedstawia się dla poszczególnych wariantów jak w poniższych podpunktach.

15.1 Wariant I

Wariant polegający na samej wymiennie obecnych opraw sodowych różnej mocy, na oprawy LED o mocach dopasowanych dla zapewnienia spełnienia norm oświetlenia, popartych obliczeniami w programie DialUX.

<i>Efekt ekologiczny – uniknięta emisja rocznie (o ile Gmina Mstów będzie emitowała mniej Ton CO² po modernizacji) Wariant 1</i>			
oszczędność MWh	Mg/MWh	Substancja	oszczędność ton CO2
213,803168	0,89	Dwutlenek węgla (CO2)	190,2848195
<i>Efekt ekologiczny – redukcja zużycia MWh</i>			
MWh - stan bazowy	MWh - stan po modernizacji	Różnica	%
623,35784	409,554672	213,803168	34%

Tabela nr 19- Efekt ekologiczny osiągnięty w wariantcie 1

15.2 Wariant II

Wariant polegający na wymiennie obecnych opraw sodowych różnej mocy, na oprawy LED o mocach dopasowanych dla zapewnienia spełnienia norm oświetlenia, popartych obliczeniami w programie DialUX wraz z autonomicznym systemem redukcji mocy.

Efekt ekologiczny – uniknięta emisja rocznie (o ile Gmina Mstów będzie emitowała mniej Ton CO² po modernizacji) Wariant 2			
oszczędność MWh	Mg/MWh	Substancja	oszczędność ton CO2
357,1473032	0,89	Dwutlenek węgla (CO2)	317,8610998
Efekt ekologiczny – redukcja zużycia MWh			
MWh - stan bazowy	MWh - stan po modernizacji	Różnica	%
623,35784	266,2105368	357,1473032	57%

Tabela nr 20- Efekt ekologiczny osiągnięty w wariantcie 2

16. Wariant III

Wariant polegający na wymiennie obecnych opraw sodowych różnej mocy, na oprawy LED o mocach dopasowanych dla zapewnienia spełnienia norm oświetlenia, popartych obliczeniami w programie DialUX wraz z zewnętrznym system zarządzania infrastrukturą oświetlenia-systemem sterowania

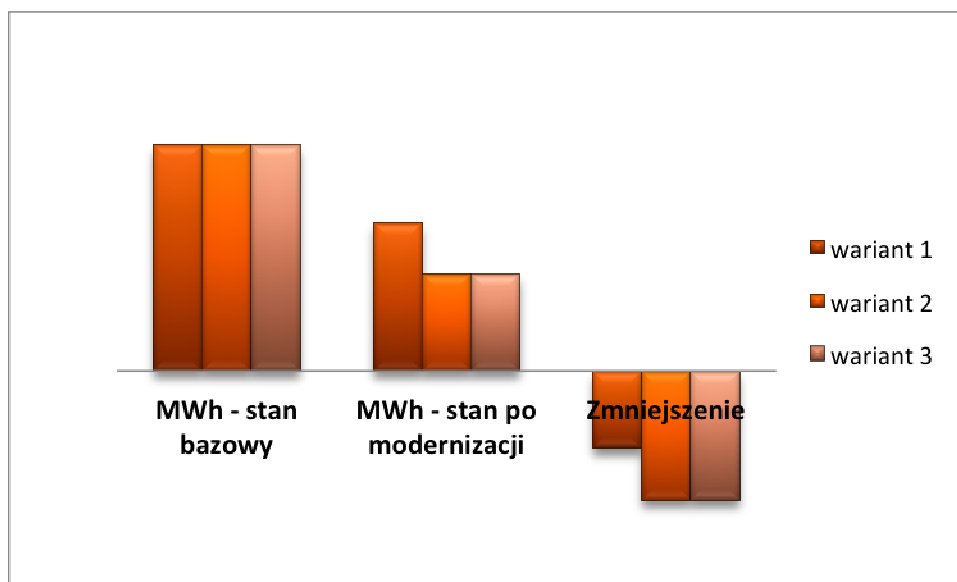
Efekt ekologiczny – uniknięta emisja rocznie (o ile Gmina Mstów będzie emitowała mniej Ton CO2 po modernizacji) Wariant 3			
oszczędność MWh	Mg/MWh	Substancja	oszczędność ton CO2
357,1473032	0,89	Dwutlenek węgla (CO2)	317,8610998
Efekt ekologiczny – redukcja zużycia MWh			
MWh - stan bazowy	MWh - stan po modernizacji	Różnica	%
623,35784	266,2105368	357,1473032	57%

Tabela nr 21- Efekt ekologiczny osiągnięty w wariantcie 3

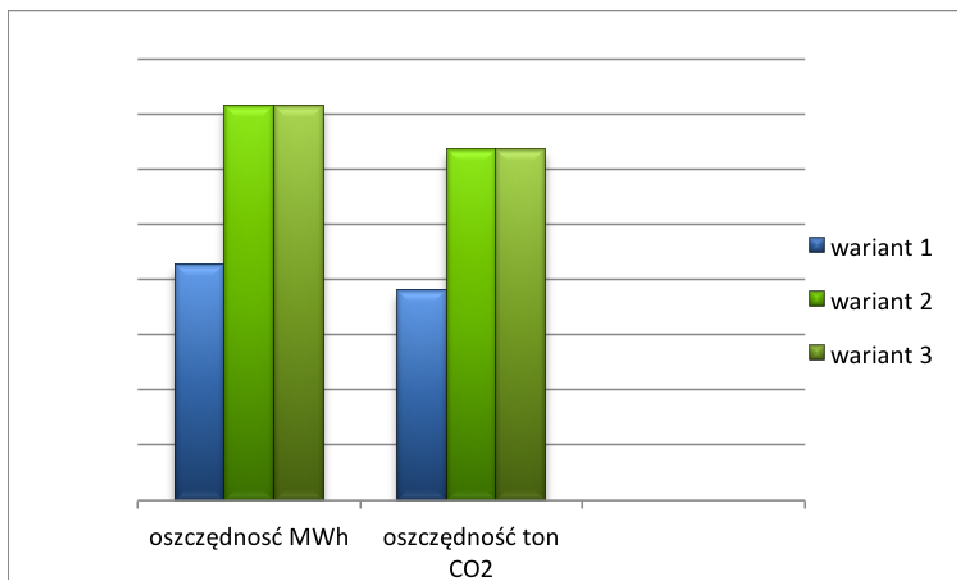
Audyt oświetlenia ulicznego i parkowego w Gminie Mstów.

Inwestor: Gmina Mstów – Urząd Gminy Mstów.

Jak wskazują przedstawione wyżej dane tabelaryczne, w wariantcie pierwszym uzyskujemy redukcję zużycia energii oraz emisji CO² na poziomie 34%, natomiast w wariantcie II i III stopień redukcji zużycia energii oraz emisji CO² jest na poziomie 57%.



Wykres nr 3- Porównanie efektu zmniejszenia MWh po modernizacji oświetlenia w trzech wariantach dla Gminie Mstów



Wykres nr 4 Porównanie oszczędności MWh oraz emisji ton CO² po modernizacji oświetlenia w trzech wariantach dla Gminie Mstów

17. Ocena różnych wariantów modernizacji oświetlenia w gminie Mstów, wskazanie wariantu do realizacji

Względem przedstawionych powyżej, różnych wariantów na przeprowadzenie modernizacji oświetlenia ulicznego w gminie Mstów, 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. Wybrano wariant II, ponieważ wiąże się on tylko z nieznacznie wyższymi kosztami inwestycji, niż w wypadku wariantu podstawowego I, a daje możliwość pozyskania oszczędności na poziomie droższego wariantu III. Dzięki zastosowaniu zmiennego profilu obciążenia, inwestor ma możliwość pozyskania dodatkowych, poza wymianą samych opraw na LED, oszczędności związanych z kosztami energii elektrycznej, łącznie do 57% względem stanu sprzed modernizacji. Wariant ten gwarantuje także wysoki zysk ekologiczny. Warto jednak wskazać i rekomendować w obrębie wariantu II wykorzystanie rozwiązania technicznego polegające na zastosowaniu rozdzielnych z układem zasilania oprawy, autonomicznych reduktorów mocy, tak aby reduktor w sposób prawidłowy współgrał z oprawą LED, musi ona być wyposażona w gniazdo do sterownia w standardzie 1-10V, jako wymóg konieczny. Warto wskazać także taki typ reduktora, który umożliwi dalsze programowania i w razie konieczności zmianę ustawień poziomu redukcji oraz okresów ich trwania w wypadku zmiany sytuacji czy klasyfikacji oświetlenia. Ważne aby była możliwość przeprogramowania reduktora z poziomu punktu sterowania obwodu wraz z pozostałą częścią reduktorów w danym obwodzie, jednym zadaniem. Programowanie każdej z osobna oprawy zainstalowanej na słupie czy wysięgniku poprzez interfejs z układem zasilania czy sterowania w praktyce nie jest stosowany, ponieważ wiąże się z zbyt dużym nakładem pracy i kosztów.

18. Analiza instytucjonalna.

Podmiotem odpowiedzialnym za realizację i rozliczenie inwestycję będzie Gmina Mstów, która jest jednostką samorządu terytorialnego posiadającą 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).



19. 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

20. 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 dofinansowania 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.

21. Informacje dodatkowe

Dofinansowania nie można udzielić na przedsięwzięcie, które zostało zakończone przed dniem złożenia wniosku o dofinansowanie. Warunkiem udzielenia dofinansowania

Audyt oświetlenia ulicznego i parkowego w Gminie Mstów.

Inwestor: Gmina Mstów – Urząd Gminy Mstów.



jest realizacja przedsięwzięcia zgodnie z harmonogramem rzeczowo – finansowym sporządzonym w sposób umożliwiający wydatkowanie 100% dofinansowania.

22. Inwestycja ze środków własnych.

W przypadku braku możliwości uzyskania dofinansowania w formie dotacji bądź preferencyjnej pożyczki, można rozważać przeprowadzenie inwestycji ze środków własnych, bądź sfinansowanych kredytem komercyjnym. Niestety technologie LED funkcjonujące na rynku należą w dalszym ciągu do rozwiązań drogich i bez dużych dofinansowań, każda związana z nimi inwestycja 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

23. 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

Audyt oświetlenia ulicznego i parkowego w Gminie Mstów.

Inwestor: Gmina Mstów – Urząd Gminy Mstów.

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.

24. Wariant uproszczony

Przedsiębiorstwo ESCO, 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.

25. 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 odbywa 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

Audyt oświetlenia ulicznego i parkowego w Gminie Mstów.

Inwestor: Gmina Mstów – Urząd Gminy Mstów.



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.



- **Spis Wykresów:**

Wykres nr 1- Podział własności opraw oświetlenia w Gminie Mstów **strona 14**

Wykres nr 2- ilość i moce opraw oświetlenia w Gminie Mstów **strona 18**

Wykres nr 3- Porównanie efektu zmniejszenia MWh po modernizacji oświetlenia w trzech wariantach dla Gminie Mstów **strona 67**

Wykres nr 4 Porównanie oszczędności MWh oraz emisji ton CO² po modernizacji oświetlenia w trzech wariantach dla Gminie Mstów **strona 67**

- **Spis Tabeli:**

Tabela 1- Sołectwa w obrębie Gminy Mstów

Tabela 2- Organizacja danych pozyskanych w trakcie badania

Tabela nr 3- Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu opraw

Tabela nr 4- Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu wysięgników

Tabela nr 5- Opis zastosowanych kryteriów oceny stanu słupów

Tabela nr 5- Zestawienie szafek i punktów sterowania oświetleniem ulicznym w Gminie Mstów

Tabele nr 6- Zestawienie punktów sterowania oświetleniem ulicznym w Gminie Mstów z podziałem na sołectwa. Wskazanie mocy nominalne, rzeczywistej oraz mocy zbadanej.

Tabela nr 7- Moc opraw w Gminie Mstów przed modernizacją

Tabela nr 8- Moc opraw w Gminie Mstów po modernizacji LED

Tabela nr 9- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² przed modernizacją w Gminie Mstów.

Tabela nr 10- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² po modernizacją w Gminie Mstów w wariancie 1

Tabela nr 11- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² po modernizacją w Gminie Mstów w wariancie 2

Tabela nr 12- Zużycie energii elektrycznej oraz emisja CO² po modernizacją w Gminie Mstów w wariancie 3

Tabela nr 13- Szacunkowy koszt inwestycji w Gminie Mstów w wariancie 1

Tabela nr 14- Oszczędności energii oraz emisji CO² w wariancie 1 modernizacji w Gminie Mstów

Tabela nr 15- Szacunkowy koszt inwestycji w Gminie Mstów w wariancie 2

Tabela nr 16- Oszczędności energii oraz emisji CO² w wariancie 2 modernizacji w Gminie Mstów

Tabela nr 17- Szacunkowy koszt inwestycji w Gminie Mstów w wariancie 3

Tabela nr 18- Oszczędności energii oraz emisji CO² w wariancie 3 modernizacji w Gminie Mstów

Tabela nr 19- Efekt ekologiczny osiągnięty w wariancie 1

Tabela nr 12- Efekt ekologiczny osiągnięty w wariancie 2

Tabela nr 21- Efekt ekologiczny osiągnięty w wariancie 3

- **Spis Załączników :**

Załącznik 1- Tabela inwentaryzacji opraw oświetlenia Gminy Mstów

Załącznik 2 Obliczenia programu Dialux dla wytypowania mocy opraw LED po modernizacji w Gminie Mstów

Załącznik 3 Szczegółowa kalkulacja efektu ekologicznego po modernizacji oświetlenia w Gminie Mstów

Bibliografia

- [1] PN-EN 13 201 -2007. Oświetlenie dróg.
- [2] CEN/TR 13201-1:2014 Road lighting-Part 1: Guideline on selection of Lighting classes
- [3] Strategia Rozwoju Gminy Mstów z 2001r
- [4] Oficjalna strona WWW Urzędu Gminy Mstów <http://www.mstow.pl>
- [5] Strona WWW Wikipedia, Gmina Mstów
[https://pl.wikipedia.org/wiki/Mstów_\(województwo_śląskie\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Mstów_(województwo_śląskie))

