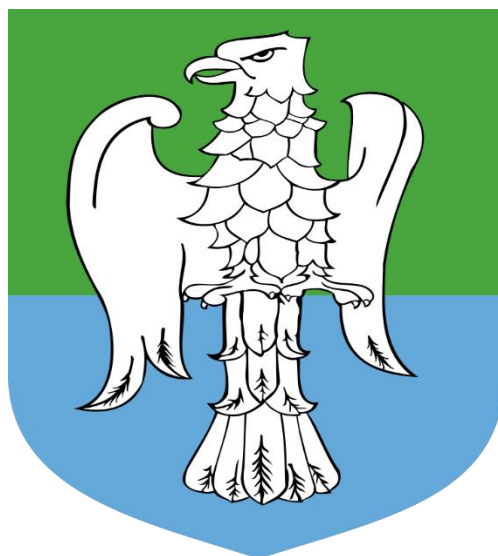


Audyt efektywności energetycznej oświetlenia ulicznego na terenie miasta Michałow



Klasyfikacja robót:

Instalowanie drogowego sprzętu oświetleniowego: **45.31.61.10-9**

Na zlecenie:

Miasto Michałow
16-050 Michałow
ul. Białostocka 11

Wykonał:

GISMAX Adrian Jurek
05-840 Brwinów
ul. Leśna 25 B

SPIS TREŚCI

1. CEL MODERNIZACJI OSWIETLENIA ULICZNEGO	3
1.1. Cel opracowania	3
1.2. Kwestie oddziaływania na środowisko.....	5
1.3. Akty prawne dotyczące oświetlenia ulicznego i drogowego.....	5
2. ZAKRES OPRACOWANIA	8
3. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA I OCENA STANU ISTNIEJACEGO OSWIETLENIA NA TERENIE MIASTA	9
3.1. Zakres własnościowy infrastruktury oświetlenia drogowego	9
3.2. Wnioski wynikające z inwentaryzacji	10
4. WARIANTY MODERNIZACJI OSWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE GMINY I ICH ANALIZA	14
4.1 Założenia ogólne dla rozpatrywanych wariantów i zanieczyszczenie powietrza.....	14
4.2 Wariant I	16
4.3 Wariant II	19
4.4 Wariant III	23
5. ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTÓW MODERNIZACJI OSWIETLENIA DROGOWEGO	25
5.1. Wariant I	26
5.2 Wariant II	27
5.3 Wariant III	28
6. ANALIZA TECHNICZNA PROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ	29
6.1. Oprawy oświetleniowe	29
6.2 Sposoby redukcji mocy oraz sterowania i zarządzania	40
6.3 Skrzynki sterująco-pomiarowe i kompensacja mocy biernej.....	44
6.4 Sposoby redukcji mocy oraz sterowania i zarządzania.....	49
7. PORÓWNANIE OSIĄGNIĘTYCH EFEKTÓW EKONOMICZNYCH	60
8. PROPONOWANY WARIANT MODERNIZACJI	61
8.1 Wariant wybrany do realizacji.....	61
8.2 Sprzęt oświetleniowy.....	62
8.3 Utrzymanie oraz zarządzanie powstałą w wyniku realizacji przedsięwzięcia infrastrukturą.....	66
8.4 Procedury administracyjne niezbędne do przeprowadzenia inwestycji.....	67
9. WNIOSKI	67
10. ZAŁĄCZNIKI	
Płyta CD (Projekt fotometryczny, tabele inwentaryzacyjne, dokumentacja zdjęciowa, mapy terenu, pliki shp. karty katalogowe)	

1. CEL MODERNIZACJI OŚWIETLENIA ULICZNEGO

1.1 Cel niniejszego opracowania

Nadrzędnym celem niniejszego opracowania jest zbadanie możliwości obniżenia mocy zainstalowanych opraw oświetleniowych, poprawa jakości oświetlenia ulicznego na terenie miasta Michałowo zgodnie z wymaganiami określonych w Normie Polskiej przenoszącej normę europejską PN-EN 13201 (Oświetlenie Dróg Publicznych) oraz wskazanie możliwych wariantów rozwiązań prowadzących do określonych celów takich, jak:

- optymalizacja kosztów ponoszonych przez Miasto na energię elektryczną i konserwację,
- zmniejszenie wydatków na energię, dzięki zastosowaniu nowoczesnych, energooszczędnych rozwiązań w zakresie urządzeń oświetleniowych oraz systemów redukcji, sterowania i zarządzania oświetleniem.
- redukcja emisji CO² odprowadzanego do atmosfery, związana z ograniczeniem zapotrzebowania systemu oświetleniowego na energię elektryczną.

Osiągnięcie tych celów jest możliwe dzięki połączeniu zastosowania najnowocześniejszych rozwiązań w dziedzinie oświetlenia ulicznego oraz systemów redukcji mocy, sterowania i zarządzania systemem z prawidłowym procesem projektowania oświetlenia, opartym na obliczeniach komputerowych.

Podstawowe Informacje

Projekt jest opatrzony tytułem: „*Audyt efektywności energetycznej oświetlenia ulicznego na terenie Miasta Michałowo*” Modernizacja opierać się będzie na wykorzystaniu istniejącej infrastruktury przy spełnieniu normy PN-EN 13201.

Definicja projektu

Modernizacja oświetlenia znacząco poprawi efektywność energetyczną, zużycie energii zmniejszy się o **około 61%** a więc znacznie zmniejszy opłaty za pobór energii. Istotnie poprawi wizerunek miasta, korzystnie wpływając na rozwój ekonomiczny. Zapewni także większe bezpieczeństwo mieszkańcom.

Lokalizacja projektu



Michałowo – gmina miejsko-wiejska w województwie podlaskim, w powiecie białostockim. W latach 1975–1998 gmina położona była w województwie białostockim. Do 2008 była gminą wiejską. Siedziba gminy to miasto Michałowo. Michałowo to jedna z najdynamiczniej rozwijających się gmin województwa podlaskiego. Jest częścią powiatu białostockiego, a samo miasto położone jest 36 km na wschód od Białegostoku i 30 km od granicy z Białorusią. Tutaj zaczyna się Unia Europejska. Na obszarze gminy znajduje się 76 miejscowości, w tym 27 sołectw. Jej powierzchnia to blisko 410 km². Gmina liczy 7332 mieszkańców, z czego 3271 żyje w stolicy gminy – Michałowie. Prawa miejskie Michałowo uzyskało 1 stycznia 2009 roku. Wysiłek władz samorządowych i społeczności lokalnej, którego celem była i jest systematyczna poprawa jakości życia mieszkańców, inwestycje infrastrukturalne i stwarzanie korzystnych warunków dla rozwoju gospodarczego zostało zauważone na szczeblu centralnym i było głównym czynnikiem decydującym o uzyskaniu statusu miasta. Gmina Michałowo posiada ogromny potencjał inwestycyjny. To równocześnie bogata oferta kulturalna ukierunkowana na promowanie wielokulturowości, a dzięki licznym atrakcjom turystycznym i przyrodniczym, to także wspaniałe miejsce na spędzenie wolnego czasu.

1.2 Kwestie oddziaływania na środowisko

Analiza oddziaływania na środowisko jest zgodna z Dyrektywą dotyczącą „Oceny Wpływu na Środowisko” 85/337/EEC znowelizowaną przez Dyrektywę 97/11/EC – COM (1993) 575.

Przyjmuje się wartości wskaźnika emisji CO₂ opracowywane na rok sporządzenia świadectwa przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, zgodnie z art. 3 ust. 2 pkt 8 ustawy z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2013 r. poz. 1107 oraz z 2014 r. poz. 1101).

Do obliczeń przyjęto referencyjny wskaźnik emisyjności CO₂,SO₂,NO_x,CO i pyłu całkowitego energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisji gazów cieplarnianych i innych substancji za 2016 rok, opublikowane przez KOBIZE w roku 2018 do wyznaczania poziomu bazowego dla projektów realizowanych w Polsce - 0,781 Mg CO₂/MWh czyli 781 kg CO₂/MWh

1.3 Akty prawne dotyczące oświetlenia ulicznego i drogowego

Za podstawę opracowania niniejszego audytu służyły następujące akty prawne, rozporządzenia oraz Polskie Normy.

Ustawy:

Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U.2016 poz. 1440, tekst jednolity z dnia2016.09.09)

Ustawa z dnia 21 listopada 2008 roku o wspieraniu termomodernizacji i remontów (Dz. U. z 2014 r.,poz.712

Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r.(Dz. U. nr 94,poz.551 z późn. zm.) o efektywności energetycznej.

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. Nr 89 poz. 414 z późn. zm.).
Tekst ujednolicony po zmianach z 27 marca 2003 roku. Stan prawny na 11 lipca 2003 roku, zwanej dalej Ustawa, roboty budowlane w rozumieniu Ustawy Art.3 ust.7 polegające na instalowaniu urządzeń, jakimi są oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem elektrycznym (złącza bezpiecznikowe i zaciski przyłączeniowe) oraz mechanicznym (wysięgniki), na obiektach budowlanych jakimi są istniejące słupy sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia, nie wymagają pozwolenia na budowę

według przepisów Ustawy Art. 29 ust. 2 pkt 15 oraz nie wymagają zgłoszenia właściwemu organowi według przepisów Art. 30 ust. 1 pkt 2

Rozporządzenia:

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 02.03.1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U.2016 poz. 124, tekst jednolity, z dnia 2016.01.29)

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

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 10 sierpnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

Rozporządzenie Ministra Energii z dn.5 października 2017 r. Poz.1912 w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

Normy:

- PN-EN 13201- 2, 3 i 4 Oświetlenie Dróg
- CEN/TR13201-1:2014-ROAD
- CIE 115:2010 Light of Road for Motor and Pedestrian Traffic.
- CIE 13201-1:2014 – Road lighting-PART 1: Guideline on selection of lighting classes

kolejny raport techniczny dostarczający wyjaśnień i wytycznych dotyczących oceny zagrożenia Deklaracja CE

- Dyrektywa LVD

- PN-EN 60598-1 Oprawy oświetleniowe. Wymagania ogólne i badania

- PN-EN 61347-2-13 Urządzenia do lamp- część 2-13: Wymagania szczegółowe dotyczące elektronicznych urządzeń sterujące zasilanych prądem stałym lub przemiennym do modułów LED
- PN-EN 62471 Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych
- PN-EN 62031 Moduły LED do ogólnych celów oświetleniowych
- wymagania bezpieczeństwa

- Dyrektywa EMC

- *PN-EN 55015* Poziomy dopuszczalne i metody pomiarów zaburzeń radioelektrycznych wytwarzanych przez elektryczne urządzenia oświetleniowe i urządzenia podobne
- PN-EN 61000-3-2 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 3-2: Dopuszczalne poziomy. Dopuszczalne poziomy emisji harmonicznego prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika < lub = 16 A) (Zmiana A2)
- PN-EN 61000-3-3 Kompatybilność elektromagnetyczna – Dopuszczalne poziomy – Ograniczenia wahań napięcia i migotania światła powodowanych przez odbiorniki o prądzie znamionowym < lub = 16 A w sieciach zasilających niskiego napięcia
- PN-EN 61547 Sprzęt do ogólnych celów oświetleniowych. Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej

- Dyrektywa RoHS

- Normy PN-EN 62471 „Bezpieczeństwo Fotobiologiczne Lamp i Systemów Lampowych”
- Sztuczne i naturalne źródła promieniowania optycznego mogą stwarzać poważne fotobiologiczne zagrożenia dla oczu i skóry. Zagrożenia promieniowaniem optycznym od lamp są szacowane zgodnie z PN-EN 62471. Wprowadzenie dyrektywy 2006/25/EC i normy PN-EN 62471 zmieniło radykalnie traktowanie lamp i systemów lampowych jako potencjalnych źródeł zagrożenia biologicznego. Zarówno producenci lamp, jak i ich użytkownicy, powinni mieć rozeznanie w jakich warunkach użytkowania można traktować lampy jako źródła promieniowania nie stwarzające żadnych zagrożeń, a w jakich należy stosować ograniczenia czasu ekspozycji i odpowiednie środki ochronne. Norma PN-EN 62471 nie zawiera wymagań bezpieczeństwa, które powinny być przestrzegane przez producentów i użytkowników. Lukę tę wypełnia Raport techniczny IEC/TR 62471-2

dostarczający wytycznych dotyczących wymagań do oceny bezpieczeństwa źródeł promieniowania optycznego i etykietowania produktów. Przygotowany jest również także oka światłem niebieskim. Należy również oczekiwać, że klasyfikacja źródeł niespójnego promieniowania optycznego zostanie w najbliższych latach rozszerzona na źródła nielektryczne, bowiem aktualnie jest przygotowywany projekt odpowiedniej normy europejskiej.

4. ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie obejmuje:

1. Inwentaryzacje stanu aktualnego istniejącego systemu oświetlenia ulicznego na terenie miasta.
2. Zlokalizowanie punktów świetlnych, wraz z określeniem geometrii zawieszenia opraw, ulic, konstrukcji wsporczych, oraz szaf energetycznych,
3. Ocenę jakości oświetlenia dróg wraz ze wskazaniem sposobów działania, zgodnych z obowiązującymi normami, a w szczególności wymogami normy **PN-EN 13201** Oświetlenie Dróg.
4. Analizy techniczno-ekonomicznej pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej i kosztów utrzymania oświetlenia dla trzech wariantów realizacji modernizacji oświetlenia dróg.
5. Określenie efektu ekologicznego dla optymalnego wariantu modernizacji oświetlenia ulicznego.
6. Wskazanie rozwiązania optymalnego modernizacji oświetlenia ulicznego.
7. System inteligentnego sterowania oświetleniem ulicznym.

3 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA I OCENA STANU ISTNIEJACEGO OŚWIETLENIA NA TERENIE GMINY

Aktualny stan systemu oświetleniowego został określony na podstawie inwentaryzacji z natury. Dane o położeniu opraw i szaf energetycznych pozyskano dzięki zastosowaniu Globalnego Systemu Pozycjonowania (GPS) oraz Geograficznych Systemów Informacyjnych (GIS)

Zlokalizowano zgodnie z tabelami inwentaryzacyjnymi **590** punktów świetlnych. Przeprowadzono także diagnozę stanu poszczególnych elementów systemu. Na podstawie zebranych danych dokonano selekcji elementów systemu podlegających modernizacji i określono ilość opraw do wymiany. Zgromadzone dane przedstawiono w tabelach inwentaryzacyjnych (załącznik: **Tabele inwentaryzacyjne**), Kolejnym etapem było ustalenie: na podstawie funkcji w ruchu komunikacyjnym, obserwacji natężenia ruchu i rodzaju użytkowników - kategorii oświetleniowych dla poszczególnych jednorodnych odcinków ulic i dróg. Wyznaczono kategorie oświetleniowe zgodnie z **PN-EN 13201- 1**. Pozyskane dane ekonomiczne dotyczące wydatków Gminy w roku **2017** na cele eksploatacji oświetlenia (energia elektryczna i konserwacja) oraz planowane na rok **2018**, a także bilanse mocy systemu przed i po modernizacji, pozwoliły na wykonanie analizy ekonomicznej potwierdzającej korzyści finansowe z przeprowadzenia inwestycji.

3.1. Zakres własnościowy infrastruktury oświetlenia drogowego

Zasadniczo w gminie występują następujące tytuły do dysponowania systemem oświetleniowym:

- a) Konstrukcje wsporcze, instalacje oświetleniowe [kable lub linie oświetleniowe] należą do **ZE**.
- b) Konstrukcje wsporcze, instalacje oświetleniowe [kable lub linie oświetleniowe] należą do gminy.
- c) Oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem, należące do gminy zainstalowane są na konstrukcjach wsporczych **ZE**.

W zależności od kombinacji relacji właścicielskich, wymagane są inne dokumenty do wszczęcia inwestycji oraz inne umowy regulujące wzajemnych relacje pomiędzy inwestorem publicznym, a **ZE**.

W przypadku gdy:

- a) wymagana będzie umowa dzierżawy, zawarta, na co najmniej okres trwałości inwestycji, zawierająca ewentualną opcję wykupu. O ile kc pozwala dowolnie układać relacje pomiędzy stronami, to utrwalone stanowisko RIO, oparte na Ustawie o finansach publicznych, zabrania

inwestowania środków publicznych w obcy majątek trwały. W takiej sytuacji fakultatywność umowna opcji zakupu zmodernizowanego majątku staje się w faktycznie obligatoryjna.

- b) W tym przypadku, nie ma żadnych przeszkód do swobodnego dysponowania nieruchomością do celów inwestycyjnych
- c) Ruchomości, tj. oprawy wraz z osprzętem zainstalowane są na nieruchomości OSD. W takiej sytuacji wymagane będzie współdziałanie osób prawnych, w celu wykonania inwestycji. Powoduje to konieczność uzyskania zgody ZE na zainstalowanie ruchomości Gminy, na nieruchomości ZE, poprzez otrzymanie tzw. Warunków Technicznych Modernizacji oraz zawarcie umowy o udostępnieniu nieruchomości do wykonania instalacji.

3.2. Wnioski wynikające z inwentaryzacji

Na terenie miasta Michałowo zinwentaryzowano **590** szt. opraw, w tym oprawy uliczne i parkowe. Poniżej zestawienie mocy zainstalowanych źródeł.

Źródło światła	Ilość	Moc (W)	Moc łączna(W)
WLS 70 W	436	83	36188
WLS 100 W	38	115	4370
WLS 150 W	5	176	880
WLS 250 W	71	268	19028
LRF 125 W	2	138	276
metaloalogen 70W	25	83	2075
metaloalogen 150W	9	176	1584
metaloalogen 250 W	4	268	1072
Razem	590		65473

Moc wszystkich lamp według inwentaryzacji **65,47 kW** (z uwzględnieniem strat w zasilaczach)

Cena energii według taryfy C12b - **0,24 zł /kWh netto**

Przyjęty do obliczeń roczny czas świecenia **4024 h**

Po dokonaniu niezbędnych obliczeń dla podanych wyżej wartości otrzymano roczne koszty utrzymania oświetlenia ulicznego na poziomie **103 409,24 zł.**

Powyższy wynik uzyskano przy założeniu, że miasto rozlicza się za energię według podanych stawek i wszystkie lampy świecą przez całą noc z mocą rzeczywistą. Inwentaryzacja oświetlenia znajdującego się na terenie miasta wykazała, iż obecnie istniejący system oświetlenia ulicznego jest w przeważającej części w dobrym lub przeciętnym stanie. Miasto wykonuje inwestycje w miarę posiadanych środków modernizując istniejące oświetlenie oraz dobudowując nowe ciągi zgodnie z potrzebami nowo powstających siedlisk ludzkich oraz składanych wniosków od mieszkańców.

Poniżej zestawienie typów i mocy zainstalowanych opraw:

L.p.	Rodzaj oprawy	Nazwa	ilość	moc (W)	moc łączna (W)
1	sodowa	WSL	401	83	33283
2	sodowa	WSL	19	115	2185
3	sodowa	WSL	5	176	880
4	sodowa	JET	36	268	9648
5	sodowa	AURA	31	83	2573
6	sodowa	SGS 101	4	83	332
7	sodowa	SGS 102	17	115	1955
8	sodowa	SGS 102	35	268	9380
9	sodowa	SL	2	115	230
10	rtęciowa	ORZ	2	138	276
11	metaloalogen	DISANO	9	176	1584
12	metaloalogen	KIO	25	83	2075
13	metaloalogen	DISANO	4	268	1072
		Razem	590		65473

Niestety w dalszym ciągu średnia energochłonność istniejących punktów świetlnych całego systemu oświetlenia zewnętrznego kształtuje się na poziomie około **111 W/pkt. św.** Informacje związane z systemem oświetleniowym uzyskane podczas inwentaryzacji posłużyły do wykonania projektu fotometrycznego modernizacji oświetlenia w oparciu o najnowsze rozwiązania w bardzo dynamicznie rozwijającej się technologii LED. Dane projektowe posłużyły do określenia kosztu modernizacji oraz do analizy wielkości oszczędności, jakie ona przyniesie i pozwoliły na teoretyczne wyliczenie obniżenia średniej energochłonności punktu świetlnego po modernizacji w wariantcie **III** nawet do ok.**31 W / pkt. św.**

System sterowania oświetleniem ulicznym oparty jest na zastosowaniu szaf SO (9 szt.), wydzielonych z punktów stacji transformatorowych oraz umieszczonych w stacji transformatorowej.

Szafy SO w dużej części wykonane są z tworzywa, a także częściowo są szafami stalowymi z odpowiednim zamknięciem. W większości są w stanie przeciętnym. Wiele skrzynek jest wykonanych z tworzywa wzmocnianego włóknem szklanym, które pod działaniem promieniowania UV podlega znacznej degradacji. Konserwacja szafek w takim stanie stwarza wiele problemów, ponieważ włókna szklane mogą powodować skaleczenia dłoni osoby wykonującej czynności obsługowe. Wybrane zdjęcia poniżej:



Skrzynka SO1 ul. Białostocka

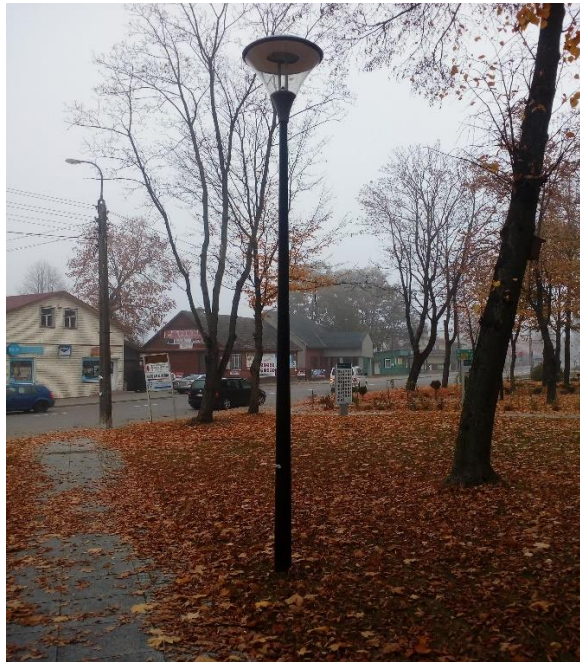


Skrzynka SO4 ul. Grodecka

Na terenie miasta Michałowo w większości wykorzystuje się słupy betonowe - **477 szt.** Na niektórych odcinkach można spotkać słupy stalowe - **70 szt.** oraz słupy aluminiowe - **28 szt.** Wśród

słupów betonowych zdarzają się i takie, które noszą znaczne oznaki upływu czasu, natomiast słupy stalowe i aluminiowe są w stanie dobrym.

Poniżej wybrane oprawy zinwentaryzowane na terenie miasta:



Punkt nr 432 ul. Plac11 Listopada



Punkt nr 278 ul. Piaskowa

Oprawy w dużej części są w stanie wymagającym wymiany lub konserwacji, niektóre w **dobrym** - lata eksploatacji spowodowały znaczny ubytek sprawności na skutek zanieczyszczeniem

kloszy i zżółknięcia powłoki kloszy lub pęknięcia klosza. Powoduje to utratę znacznej części strumienia świetlnego, co w efekcie końcowym sprawia, iż obowiązująca norma oświetleniowa nie jest spełniona. **Oplaty naliczane są według taryfy C12b. System sterowania oparty jest w dużej części na automatach zmierzchowych powodując często niewłaściwe pory załączania i wyłączania oświetlenia.**

4 WARIANTY MODERNIZACJI OSWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE MIASTA I ICH ANALIZA

4.1 Założenia ogólne dla rozpatrywanych wariantów i zanieczyszczenie powietrza

W wyniku przeprowadzonego audytu określono parametry dróg oraz zinwentaryzowano istniejące obecnie oświetlenie. Na podstawie wytycznych do projektowania ulic projektant określił kategorie dróg i dokonał doboru nowoczesnych energooszczędnych opraw (Obliczenia fotometryczne sporządzone dla technologii LED w oparciu o wymogi normy **PN-EN 13201** Oświetlenie Dróg, załączono w dalszej części opracowania – płyta CD). W przekazanej dokumentacji znajdują się zbiorcze zestawienia projektowe z wyszczególnieniem typów opraw i ilości dla ulic podlegających modernizacji. Wybrane, najkorzystniejsze w uznaniu audytora rozwiązania z rodziny przedstawianych rozwiązań, stanowią podstawę konstruowania wariantów modernizacji oraz ich dalszej analizy. Stanowią również podstawę do przygotowania dokumentacji projektowej modernizacji.

Zjawisko Light Pollution

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

oświetlenia. Zjawisko zanieczyszczenia światłem w mieście Michałowo występuje w szczególności wszędzie tam, gdzie:

- **oprawy uliczne, z odbłyśnikiem o dużej asymetrii instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 15°,**
- Oprawy starego typu, z odbłyśnikiem o stosunkowo niskiej asymetrii instalowane są pod kątem większym niż 30°
- Rekomenduje się zmianę kątów wysięgników na wynikający z obliczeń fotometrycznych, oraz stosowanie opraw o kierunkowym rozsyłu światła (np. LED - owe).

Zanieczyszczenie powietrza w trakcie modernizacji

Prace związane z przystosowaniem istniejących obiektów słupowych będą miały niewielki wpływ na stan zanieczyszczenia powietrza (typowe prace budowlane). W trakcie prowadzenia tych prac wystąpi nieznaczna emisja zanieczyszczeń pyłowych.

Wśród elementów budowlanych, które mają ulec rozbiórce, nie stwierdzono występowania elementów azbestowych. Jednakże, w wypadku stwierdzenia w czasie prac budowlanych występowania jakichkolwiek elementów azbestowych, bądź azbestocementowych należy bezwzględnie zachować odpowiedni reżim staranności prowadzenia prac:

- wszelkie prace przy rozbiórce elementów azbestowych i azbestocementowych należy wykonywać w maskach przeciwpyłowych i okularach ochronnych;
- w czasie rozbiórki należy obficie zwilżać demontowane elementy wodą w celu ograniczenia pylenia;
- należy starannie gromadzić wszystkie fragmenty demontowanych elementów azbestowych i następnie przekazać destruktorowi w całości podmiotowi uprawnionemu do utylizacji odpadów niebezpiecznych

Poza możliwością wystąpienia elementów azbestowych, biorąc pod uwagę zakres i czas trwania prac budowlanych należy stwierdzić, że zanieczyszczenie powietrza związane z tymi pracami jak i z eksploatacją urządzeń budowlanych będzie pomijalnie małe. Podczas demontażu należy zachować ostrożność, aby nie dopuścić do uwolnienia szkodliwych związków do środowiska. Następnie źródła i oprawy poddać utylizacji w specjalizowanym zakładzie.

4.2. Wariant I

Wariant I - modernizacja systemu oświetlenia miasta polegająca na wymianie opraw sodowych i rtęciowych na oprawy LED. Istniejące oprawy KIO w parku pozostają. System sterowania oparty na istniejących urządzeniach. **Wariant ten zakłada wymianę opraw i wysięgnika oraz brak zastosowania redukcji mocy w godzinach późnonocnych i kompensacji mocy biernej.**

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Wymiana wysięgnika (**1 szt.**)
- Demontaż opraw (**565 szt.**)
- Montaż opraw (**554 szt.**)
- Wyniesienie skrzynek sterujących poza stacje (**5 szt.**)

	Aktualna całkowita ilość opraw	
	Przed modernizacją	Po modernizacji
Całkowita ilość opraw	590	579
W tym oprawy rtęciowe	2	0
W tym oprawy sodowe	550	0
W tym oprawy LED projektowane	0	554
W tym oprawy metalohalogenowe	38	25
Pobór mocy całkowity - kW	65,93 kW	17,95 kW

Moc rzeczywista po wykonaniu tej modernizacji będzie wynosiła **17,95 kW**, co stanowi obniżenie poboru mocy o **73 %**

Poniżej zestawienie ilości i mocy po modernizacji :

L.p.	Źródło światła	Ilość	Moc (W)	Moc łączna (W)
	LED 17	74	17	1258
	LED 18	18	18	324
	LED 23	212	23	4876
	LED 24	57	24	1368
	LED 28	61	28	1708
	LED 29	12	29	348
	LED 36	18	36	648
	LED 47	27	47	1269
	LED 52	61	52	3172
	LED 57	4	57	228
	LED 58	6	58	348
	LED 83	4	83	332
	metalohalogen 70W	25	83	2075
	Razem	579		17954

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Taryfa C12b	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1966	65,93	129618,38	0,24	31108,41	38263,35
Ilość h-taryfa nocna	2058	65,93	135683,94	0,24	32564,15	40053,90
Koszty konserwacji						25092,00
SUMA	4024		265302,32		63672,56	103409,24

Koszty energii w skali roku po modernizacji

Taryfa C12b	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1966	17,95	35289,70	0,24	8469,53	10417,52
Ilość h-taryfa nocna	2058	17,95	36941,10	0,24	8865,86	10905,01
Koszty energii biernej					10910,00	13419,30
SUMA	4024		72230,80		28245,39	34741,83

Zestawienie kosztów za energię bierną z poszczególnych skrzynek:

Zestawienie kosztów za energię bierną z poszczególnych skrzynek:

L.P.	nr SON	obw.1	obw.2	obw.3	Moc po modernizacji [W]	Q (VAr)	koszt Q[zł.]
	so1	2129	936	165	3230	1421	1950
	so2	988	1560		2548	1121	1538
	so3	253	184	961	1398	615	844
	so4	1702	841		2543	1119	1535
	so5	163	2008		2171	955	1310
	so6	1520			1520	669	917
	so7	2075	604		2679	1178	1590
	so8	860	825		1685	741	1017
	so9	180			180	79	109
				Razem	17954	7898	10810,00

Przed modernizacją moc pobierana (zainstalowana) wynosiła **65,93 kW** i nie podlegała redukcji w czasie całego okresu świecenia więc taką wartość należy przyjąć do obliczeń.

Do obliczeń przyjęto wartość wskaźnika emisji dwutlenku węgla równą **718 kg/MWh** Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **265 MWh** co daje ponad **207 Mg CO₂**

Wskaźnik redukcji emisji CO₂

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Roczne zużycie energii [MWh]	Przed modernizacją [kg]	Roczne zużycie energii [MWh]	Po modernizacji	Wielkość redukcji	% redukcji
CO ₂	781	265,30	207199	72,23	56412	150788	73
SO ₂	0,818	265,30	217	72,23	59	158	73
NO _x	0,824	265,30	219	72,23	60	159	73
CO	0,252	265,30	67	72,23	18	49	73
Pył całkowity	0,053	265,30	14	72,23	4	10	73

Ograniczenie emisji CO₂ wyniesie w omawianym wariancie ok. **73 %** co pozwoli na redukcję emisji do **56 Mg/rok**

	Przed modernizacją	Po modernizacji	Wskaźnik emisji (Mg/MWh)	Emisja przed modernizacją	Emisja po modernizacji
Roczne zużycie energii /kWh	265302	72230	0,781	207201	56412
Różnica					150789
% oszczędności					73%

Koszty inwestycji (kosztorys inwestorski wariant 1)

Całkowity koszt wykonania modernizacji netto **596 910,00 PLN**

Całkowity koszt wykonania modernizacji brutto **734 199,30 PLN**

Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]	Lata
Koszty przed modernizacją	103409,24				
Emisja CO2 przed modernizacją		207			
Koszty po modernizacji	34741,83		68667,41		
Emisja CO2 po modernizacji		56		151	
Koszt wykonania modernizacji	734199,30				
Czas zwrotu					11

Obliczając koszty materiałów oparto się na aktualnych cennikach producenckich. W wypadku realizacji inwestycji w terminie późniejszym niż grudzień 2018 należy się liczyć z możliwością zmiany cen. Koszt robocizny i inne koszty przyjęto kierując się aktualnie proponowanymi cenami dla tego rodzaju usług w województwie podlaskim. Koszty wskazane w opracowaniu należy oczywiście przyjąć jako koszty szacunkowe i wyniosą one: **734 199,30 brutto**

4.3 Wariant II

Wariant II - modernizacja systemu oświetlenia miasta polegająca na wymianie wszystkich opraw. System sterowania oparty na istniejących urządzeniach. **Wariant ten zakłada wymianę opraw i wysięgnika oraz brak zastosowania redukcji mocy w godzinach późnonocnych i kompensacji mocy biernej.**

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Wymiana wyięgnika (**1 szt.**)
- Demontaż opraw (**590 szt.**)
- Montaż opraw (**579 szt.**)

	Aktualna całkowita ilość opraw	
	Przed modernizacją	Po modernizacji
Całkowita ilość opraw	590	579
W tym oprawy rtęciowe	2	0
W tym oprawy sodowe	550	0
W tym oprawy LED projektowane	0	579
W tym oprawy metalohalogenowe	38	0
Pobór mocy całkowity - kW	65,93 kW	16,33 kW

Moc rzeczywista po wykonaniu tej modernizacji będzie wynosiła **16,33 kW**, co stanowi obniżenie poboru mocy o **75%**

Poniżej zestawienie ilości i mocy po modernizacji :

L.p.	Źródło światła	Ilość	Moc (W)	Moc łączna(W)
	LED 17	74	17	1258
	LED 18	43	18	774
	LED 23	212	23	4876
	LED 24	57	24	1368
	LED 28	61	28	1708
	LED 29	12	29	348
	LED 36	18	36	648
	LED 47	27	47	1269
	LED 52	61	52	3172
	LED 57	4	57	228
	LED 58	6	58	348
	LED 83	4	83	332
	Razem	579		16329

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Taryfa C12b	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1966	65,93	129618,38	0,24	31108,41	38263,35
Ilość h-taryfa nocna	2058	65,93	135683,94	0,24	32564,15	40053,90
Koszty konserwacji						25092,00
SUMA	4024		265302,32		63672,56	103409,24

Koszty energii w skali roku po modernizacji

Taryfa C12b	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1966	16,33	32104,78	0,24	7705,15	9477,33
Ilość h-taryfa nocna	2058	16,33	33607,14	0,24	8065,71	9920,83
Koszty energii biernej					9845,00	12109,35
SUMA	4024		65711,92		25615,86	31507,51

Zestawienie kosztów za energię bierną z poszczególnych skrzynek:

L.P.	nr SON	obw.1	obw.2	obw.3	Moc po Modernizacji [W]	Q (VAr)	koszt Q[zł.]
1	so1	2129	936	165	3230	1421	1950
2	so2	988	1560		2548	1121	1538
3	so3	253	184	961	1398	615	844
4	so4	1702	841		2543	1119	1535
5	so5	163	2008		2171	955	1310
6	so6	1520			1520	669	917
7	so7	450	604		1054	463	625
8	so8	860	825		1685	741	1017
9	so9	180			180	79	109
				Razem	16329	7183	9845,00

Przed modernizacją moc pobierana (zainstalowana) wynosiła **65,93 kW** i nie podlegała redukcji w czasie całego okresu świecenia więc taką wartość należy przyjąć do obliczeń.

Do obliczeń przyjęto wartość wskaźnika emisji dwutlenku węgla równą **718 kg/MWh** Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **265 MWh** co daje ponad **207 Mg CO₂**

Wskaźnik redukcji emisji CO₂

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Roczne zużycie energii [MWh]	Przed modernizacją [kg]	Roczne zużycie energii [MWh]	Po modernizacji	Wielkość redukcji	% redukcji
CO ₂	781	265,30	207199	65,71	51320	155880	75
SO ₂	0,818	265,30	217	65,71	54	163	75
NO _x	0,824	265,30	219	65,71	54	164	75
CO	0,252	265,30	67	65,71	17	50	75
Pył całkowity	0,053	265,30	14	65,71	3	11	75

Ograniczenie emisji CO₂ wyniesie w omawianym wariancie o ok. **75 %** co pozwoli na redukcję emisji do **51 Mg/rok**

	Przed modernizacją	Po modernizacji	Wskaźnik emisji (Mg/MWh)	Emisja przed modernizacją	Emisja po modernizacji
Roczne zużycie energii /kWh	265301	65711	0,781	207200	51320
Różnica					155880
% oszczędności					75%

Koszty inwestycji (kosztorys inwestorski wariant 2)

Całkowity koszt wykonania modernizacji netto **622 910,00 PLN**

Całkowity koszt wykonania modernizacji brutto **766 179,30 PLN**

:Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]	Lata
Koszty przed modernizacją	103409,24				
Emisja CO ₂ przed modernizacją		207			
Koszty po modernizacji	31507,51		71901,73		
Emisja CO ₂ po modernizacji		51		156	
Koszt wykonania modernizacji	766179,33				
Czas zwrotu					11

Obliczając koszty materiałów oparto się na aktualnych cennikach producenckich. W przypadku realizacji modernizacji w terminie późniejszym niż grudzień 2018 należy się liczyć z możliwością zmiany cen. Koszt robocizny i inne koszty przyjęto kierując się aktualnie proponowanymi cenami dla tego rodzaju usług w województwie podlaskim. Koszty wskazane w opracowaniu należy oczywiście przyjąć jako koszty szacunkowe i wyniosą one: **766 179,30 zł.**

4.4 Wariant III

Wariant III - modernizacja systemu oświetlenia miasta polegająca na wymianie opraw sodowych i rtęciowych na oprawy LED. Istniejące oprawy KIO w parku pozostają. Montaż nowego systemu sterowania. Wariant ten zakłada wymianę opraw i wysięgnika oraz zastosowanie redukcji mocy w godzinach późnonocnych oraz kompensację mocy biernej pojemnościowej.

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Wymiana wysięgnika (**1 szt.**)
- Demontaż opraw (**565 szt.**)
- Montaż opraw (**554 szt.**)
- Montaż skrzynek sterujących (**9 szt.**)

	Aktualna całkowita ilość opraw	
	Przed modernizacją	Po modernizacji
Całkowita ilość opraw	590	579
W tym oprawy rtęciowe	2	0
W tym oprawy sodowe	550	0
W tym oprawy LED projektowane	0	554
W tym oprawy metalohalogenowe	38	25
Pobór mocy całkowity - kW	65,93 kW	17,95 kW

Moc rzeczywista po wykonaniu tej modernizacji będzie wynosiła **17,95 kW**, co stanowi obniżenie poboru mocy o **73%**

Poniżej zestawienie ilości i mocy po modernizacji:

L.p.	Źródło światła	Ilość	Moc (W)	Moc łączna(W)
	LED 17	74	17	1258
	LED 18	18	18	324
	LED 23	212	23	4876
	LED 24	57	24	1368
	LED 28	61	28	1708
	LED 29	12	29	348
	LED 36	18	36	648
	LED 47	27	47	1269
	LED 52	61	52	3172
	LED 57	4	57	228
	LED 58	6	58	348
	LED 83	4	83	332
	metalohalogen 70W	25	83	2075
	Razem	579		17954

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Taryfa C12b	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1966	65,93	129618,38	0,24	31108,41	38263,35
Ilość h-taryfa nocna	2058	65,93	135683,94	0,24	32564,15	40053,90
Koszty konserwacji						25092,00
SUMA	4024		265302,32		63672,56	103409,24

Koszty energii w skali roku po modernizacji

L.p.	Taryfa C12b	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
1	Ilość h-taryfa dzienna	1966	17,95	35289,70	0,24	8469,528	10417,52
2	Ilość h-taryfa nocna (-40%)	2058	10,77	22164,66	0,24	5319,5184	6543,01
3	Koszty konserwacji					0	0
	SUMA	4024		57454,36		13789,05	16960,53

Moc bierna pojemnościowa w tym wariantcie nie występuje

Przed modernizacją moc pobierana (zainstalowana) wynosiła **65,93 kW** i nie podlegała redukcji w czasie całego okresu świecenia więc taką wartość należy przyjąć do obliczeń. Do obliczeń przyjęto wartość wskaźnika emisji dwutlenku węgla równą **718 kg/MWh** Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **265 MWh** co daje ponad **207 Mg CO₂**

Wskaźnik redukcji emisji CO₂

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Roczne zużycie energii [MWh]	Przed modernizacją [kg]	Roczne zużycie energii [MWh]	Po modernizacji [kg]	Wielkość redukcji	% redukcji
CO ₂	781	265,30	207199	57,45	44868	162331	78
SO ₂	0,818	265,30	217	57,45	47	170	78
NO _x	0,824	265,30	219	57,45	47	171	78
CO	0,252	265,30	67	57,45	14	52	78
Pył całkowity	0,053	265,30	14	57,45	3	11	78

Ograniczenie emisji CO₂ wyniesie w omawianym wariantcie ok. **78 %** co pozwoli na redukcję emisji do **44 Mg/rok**

	Przed modern	Po modernizacji	Wskaźnik emisji (Mg/MWh)	Emisja przed modernizacją	Emisja po modernizacji
Roczne zużycie energii /kWh	265302	57454	0,781	207201	44872
Różnica					162329
% oszczędności					78%

Koszty inwestycji (kosztorys inwestorski wariant 3)

Całkowity koszt wykonania modernizacji netto **640 762,03 PLN**

Całkowity koszt wykonania modernizacji brutto **788 137,30 PLN**

Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]	Lata
Koszty przed modernizacją	103409,24				
Emisja CO2 przed modernizacją		207			
Koszty po modernizacji	16960,53		86448,71		
Emisja CO2 po modernizacji		44		163	
Koszt wykonania modernizacji	788137,30				
Czas zwrotu					9

Obliczając koszty materiałów oparto się na aktualnych cennikach producentów. W przypadku realizacji modernizacji w terminie późniejszym niż grudzień 2018 należy się liczyć z możliwością zmiany cen. Koszt robocizny i inne koszty przyjęto kierując się aktualnie proponowanymi cenami dla tego rodzaju usług w województwie podlaskim. Koszty wskazane opracowaniu należy oczywiście przyjąć jako koszty szacunkowe i wyniosą one: **766 179,30 zł.**

5. ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTÓW MODERNIZACJI OŚWIETLENIA DROGOWEGO

W wyniku przeprowadzonego audytu określono parametry dróg oraz zinventaryzowano istniejące obecnie oświetlenie. Na podstawie Wytycznych do Projektowania Ulic projektant określił kategorie dróg i dokonał doboru nowoczesnych energooszczędnych opraw (Obliczenia fotometryczne sporządzone dla technologii LED w oparciu o wymogi normy **PN-EN 13201** Oświetlenie dróg). W przekazanej dokumentacji znajdują się zbiorcze zestawienia projektowe, z wyszczególnieniem typów opraw ilości dla ulic podlegających modernizacji dla każdego wariantu z osobna. Wybrane, najkorzystniejsze w uznaniu audytora rozwiązania z rodziny przedstawianych rozwiązań, stanowią

podstawę konstruowania wariantów modernizacji oraz ich dalszej analizy. Stanowią również podstawę do przygotowania dokumentacji projektowej modernizacji.

5.1. Wariant I

Stopień poprawy efektywności energetycznej i ekonomicznej

Wykonany projekt fotometryczny oświetlenia ulicznego wykazał następujące korzyści:

Modernizacja oświetlenia ulicznego z wykorzystaniem wysokiej klasy opraw LED zmniejszy energochłonność, oraz ograniczenie mocy systemu oświetleniowego o **73%**.

Konsekwencją zmniejszenia mocy zainstalowanej są oszczędności finansowe, wynikające ze zmniejszenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia. Koszt energii przed modernizacją szacuje się na ok. **103 tys. zł brutto**. Koszty energii po takiej modernizacji wyniosą szacunkowo ok. **34 tys. zł brutto**

Oszczędności energii w tym wariantcie wyniosą zatem ok. 69 tys. zł brutto.

Stopień redukcji CO2 odprowadzanego do atmosfery

Przed modernizacją moc zainstalowana wynosiła **65,93 kW** i nie podlegała redukcji w czasie całego okresu świecenia więc taką wartość należy przyjąć do obliczeń. Do obliczeń przyjęto wartość wskaźnika emisji dwutlenku węgla równą **781 kg/MWh**. Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **265 MWh** co daje **207 Mg CO₂**

Emisja dwutlenku węgla po modernizacji obniży się o ok. 150 Mg/rok w stosunku do stanu wyjściowego wynoszącego obecnie **207 Mg/rok**, co daje **73%** redukcji emisji.

Podsumowanie :

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]	Lata
Koszty przed modernizacją	103409,24				
Emisja CO2 przed modernizacją		207			
Koszty po modernizacji	34741,83		68667,41		
Emisja CO2 po modernizacji		56		151	
Koszt wykonania modernizacji	734199,30				
Czas zwrotu					11

5.2 Wariant II

Stopień poprawy efektywności energetycznej i ekonomicznej

Wykonany projekt fotometryczny oświetlenia ulicznego wykazał następujące korzyści:

Modernizacja oświetlenia ulicznego z wykorzystaniem wysokiej klasy opraw LED zmniejszy energochłonność, oraz ograniczenie mocy systemu oświetleniowego o **75%**.

Konsekwencją zmniejszenia mocy zainstalowanej są oszczędności finansowe, wynikające ze zmniejszenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia. Koszt energii przed modernizacją szacuje się na ok. **103 tys. zł brutto**. Koszty energii po takiej modernizacji wyniosą szacunkowo ok. **31 tys. zł brutto**

Oszczędności energii w tym wariantcie wyniosą zatem ok. 72 tys. zł brutto.

Stopień redukcji CO2 odprowadzanego do atmosfery

Przed modernizacją moc zainstalowana wynosiła **65,93 kW** i nie podlegała redukcji w czasie całego okresu świecenia więc taką wartość należy przyjąć do obliczeń. Do obliczeń przyjęto wartość wskaźnika emisji dwutlenku węgla równą **781 kg/MWh**. Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **265 MWh** co daje **207 Mg CO₂**

Emisja dwutlenku węgla po modernizacji obniży się o ok. 155 Mg / rok w stosunku do stanu wyjściowego wynoszącego obecnie **207 Mg/rok**, co daje **75%** redukcji emisji.

Podsumowanie:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]	Lata
Koszty przed modernizacją	103409,24				
Emisja CO2 przed modernizacją		207			
Koszty po modernizacji	31507,51		71901,73		
Emisja CO2 po modernizacji		51		156	
Koszt wykonania modernizacji	766179,33				
Czas zwrotu					11

5.3. Wariant III (rekomendowany)

Stopień poprawy efektywności energetycznej i ekonomicznej

Wykonany projekt fotometryczny oświetlenia ulicznego wykazał następujące korzyści:

Modernizacja oświetlenia ulicznego z wykorzystaniem wysokiej klasy opraw LED zmniejszy energochłonność, o **78%**. Konsekwencją zmniejszenia mocy zainstalowanej i montażu systemu sterowania są oszczędności finansowe, wynikające ze zmniejszenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia. Koszt energii przed modernizacją szacuje się na ok. **103 tys. zł brutto**. Koszty energii po takiej modernizacji wyniosą szacunkowo ok. **16 tys. zł brutto**

Oszczędności energii w tym wariantcie wyniosą zatem ok. 87 tys. zł brutto.

Stopień redukcji CO₂ odprowadzanego do atmosfery

Przed modernizacją moc zainstalowana wynosiła **65,93 kW** i nie podlegała redukcji w czasie całego okresu świecenia więc taką wartość należy przyjąć do obliczeń. Do obliczeń przyjęto wartość wskaźnika emisji dwutlenku węgla równą **781 kg/MWh** Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **265 MWh** co daje **207 Mg CO₂**

Emisja dwutlenku węgla po modernizacji obniży się o ok. 163 Mg/rok w stosunku do stanu wyjściowego wynoszącego obecnie **207 Mg/rok**, co daje **78%** redukcji emisji.

Podsumowanie:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]	Lata
Koszty przed modernizacją	103409,24				
Emisja CO ₂ przed modernizacją		207			
Koszty po modernizacji	16960,53		86448,71		
Emisja CO ₂ po modernizacji		44		163	
Koszt wykonania modernizacji	788137,30				
Czas zwrotu					9

6. ANALIZA TECHNICZNA PROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ

6.1. Oprawy oświetleniowe – oprawy drogowe

Analiza pod kątem przyjętych rozwiązań w zakresie wykorzystania energii elektrycznej

Wynikiem dokonanej analizy jest poszukiwanie, takich rozwiązań technicznych i technologicznych, które zabezpieczyłyby długoterminowy interes inwestora publicznego tak, aby przy umiarkowanych kosztach inwestycyjnych, uzyskać korzyść w postaci wysokiej energooszczędności urządzeń oraz niskich kosztów konserwacji, przy długotrwałym użytkowaniu

Oprócz źródeł światła, o jakości oświetlenia decyduje także w dużym stopniu, jakość zastosowanej oprawy oświetleniowej. Powinna się ona charakteryzować wysokimi parametrami technicznymi, gwarantującymi wysoką szczelność układu optycznego i elektrycznego oraz ograniczać powstawanie olśnienia.




Proponowana w Audycie technologia LED jest szeroko stosowana w oświetleniu ogólnym czy architektonicznym, od niedawna również coraz częściej w oświetleniu zewnętrznym / ulicznym i parkowym. Na rynku pojawia się coraz więcej produktów będących alternatywą dla klasycznego oświetlenia zewnętrznego opartego do tej pory na źródłach wyładowczych wysokoprężnych. Zasadniczym atutem oprawy LED jest energooszczędność, co ma pozytywny wpływ nie tylko na kieszeń właściciela czy zarządcy infrastruktury oświetleniowej, ale i na środowisko naturalne mają wiele zalet.

Podstawowe to:

- długa żywotność – ok. 100 000 godzin - (dla utraty strumienia światła 20%),
- nie generują promieniowania ultrafioletowego (UV) i podczerwonego (IR),
- posiadają największą ze stosowanych źródeł światła o pełnym spektrum barwowym skuteczność świetlną dochodzącą do 150 lm/W,
- biała barwa światła,
- dobra jakość światła i oddawanie barw,
- wyeliminowany efekt stroboskopowy,
- nie zawierają rtęci, metali ciężkich lub innych szkodliwych dla środowiska substancji,
- natychmiastowy start - osiągnięcie normalnej jasności bezpośrednio po uruchomieniu, bez opóźnienia szybki ponowny zapłon źródła światła,
- stwarzają możliwość zastosowania bardzo głębokiej redukcji mocy,
- pozwalają zaoszczędzić wydatki na energię elektryczną nawet o 50% względem oświetlenia w technologii konwencjonalnej, co wiąże się ze znacznym obniżeniem emisji CO₂ do atmosfery,

- dzięki zastosowaniu sterowania oświetleniem, pozwalającego na dostosowanie działania systemów oświetleniowych do natężenia ruchu, pory dnia, roku itp. Oszczędności energii mogą sięgnąć nawet 70% w porównaniu z rozwiązaniem konwencjonalnym.

Jednak dobierając oprawy drogowe LED należy zwrócić szczególną uwagę na fakt, że nie wszyscy producenci opraw publikują dane fotometryczne opraw LED. Uniemożliwia to wykonanie obliczeń parametrów świetlnych i dostosowanie oświetlenia do normy [PN-EN 13201](#). Analizując dane katalogowe wyraźnie widać, iż obecnie proponowane rozwiązania opraw w technologii LED w oświetleniu drogowym są bardziej ekonomiczne niż klasyczna technologia oparta na źródłach sodowych. Porównując sprawność źródła i oprawy ze źródłem sodowym oraz oprawy ze źródłem LED, uzyskujemy:

Źródło światła	Wygląd	P (W)	Tc (K)	CRI	L ₇₀ (h)	η (lm/W)
WLS		50 ÷ 1000	2000 ÷ 2100	20 ÷ 30	20 000 ÷ 30 000	90 ÷ 150
MH		100 ÷ 1000	3200 ÷ 5200	65 ÷ 95	12 000 ÷ 20 000	80 ÷ 125
LED		0,4 ÷ 100	3000 ÷ 6500	Do 95	20 000 ÷ 50 000	80 ÷ 150

Ceny opraw LED są coraz niższe, za oprawę LED dobrej jakości o mocy ok. 55W trzeba zapłacić około 800 PLN, czyli ok. dwukrotnie więcej niż za dobrej jakości oprawę sodową.

Jednak rekomendowana technologia LED oprócz wszystkich wymienionych zalet ma też pewną niedogodność związaną mianowicie z tym że zawarte w nich zasilacze elektroniczne są źródłem mocy biernej pojemnościowej a za tą moc trzeba płacić już teraz lub trzeba będzie płacić w najbliższym czasie. Aby tego uniknąć, przy modernizacji należy uwzględnić bezwzględnie urządzenia ograniczające ten niepożądany efekt. Dodatkowo, należy przy zakupie opraw zwracać uwagę na zasilacze, które powinny posiadać **współczynnik cos 0,98**. Zasilacze złej jakości, generują również do sieci znaczne zakłócenia.

W technologii LED istotne jest, czy używane lampy zostały wyprodukowane zgodnie z wymaganiami technicznymi gwarantującymi jakość światła i bezpieczeństwo dla wzroku., a więc zgodnie z normami technicznymi, w tym dotyczącymi **bezpieczeństwa fotobiologicznego (PN-EN 62471:2000)**. Zgodność lamp z tymi wymaganiami chroni nasz wzrok przed wysoką

jaskrawością (luminancją) i nadmierną ekspozycją na światło niebieskie. Prawo nakłada na producenta obowiązek spełnienia norm. Przed wprowadzeniem lamp do obrotu , wytwórca wykonuje badania laboratoryjne, żeby potwierdzić, że lampy są bezpieczne dla użytkownika. Fakt ten musi odnotować w deklaracji zgodności (deklaracja producenta).

Technologia LED jest ciągle udoskonalana i wciąż trwają prace nad wyprodukowaniem źródła LED o wyższej skuteczności. Pojawiają się na rynku konstrukcje uznanych producentów sprzętu oświetleniowego (ES - System, Philips, Disano, Thorn, Schreder), które są doskonałą alternatywą dla klasycznego oświetlenia. Oprawy te są w pełni policzalne (producenci udostępniają dane fotometryczne opraw), ich jedynym mankamentem może być tylko wyższa cena niż opraw sodowych.

Można stwierdzić, że dziś oświetlenie drogowe LED jest realną alternatywą dla klasycznego oświetlenia sodowego, w szczególności dla opraw o mocach mieszczących się w przedziale od **50 do 150 W**, które najczęściej stosowane są w oświetleniu ulicznym.

W przypadku kompleksowej modernizacji oświetlenia drogowego, można zastosować na przykład oprawy oświetleniowe produkowane przez firmę Schreder, ES - System, Philips, Disano czy Thorn lub równoważne innych producentów. Poniżej zostały przedstawione przykładowe modele opraw różnych producentów.

Oprawa nr 1

Oprawy te oferują zoptymalizowaną wydajność fotometryczną przy minimalnych kosztach inwestycyjnych. Jest to narzędzie do poprawy poziomów natężenia oświetlenia w dużych i małych miastach, przy jednoczesnym oszczędzaniu energii i zredukowanym wpływie opraw na środowisko. Oprawy Teceo występują w dwóch rozmiarach. Teceo 1 może posiadać aż do 48 LED - ów, przez co jest idealnie dopasowanym rozwiązaniem do oświetlenia ulic osiedlowych, dróg miejskich, ścieżek rowerowych oraz parkingów, podczas gdy Teceo 2 mogące posiadać do 144 LED - ów jest idealne do dużych dróg i autostrad. Oprawa jest wyposażona w system optyczny drugiej generacji Lenso Flex2.



Rodzina tych opraw zapewnia wysoką wydajność fotometryczną zoptymalizowaną dla konkretnego zastosowania oraz minimalne zużycie energii. Oprawy Teceo oferują szeroki wybór modułów LED, prądu sterującego oraz opcje ściemniania w celu dalszej maksymalizacji oszczędności energii i zapewnienia najbardziej opłacalnego rozwiązania. Istnieje możliwość zastosowania oprawy na słupie w wersji z dodatkowym dolnym wysięgnikiem, dzięki czemu ulice, boczne uliczki oraz duże powierzchnie mogą być oświetlone przy zastosowaniu tego samego typu opraw. Wysięgnik montowany do ściany umożliwia oświetlanie wąskich uliczek oraz innych słabo oświetlonych powierzchni.

Lensoflex 2

Oprawy Teceo są wyposażone w system optyczny drugiej generacji LensoFlex2, bazujący na różnorodności specjalnych soczewek. System ten znajduje zastosowanie w przestrzeni miejskiej, gdzie innowacyjne zastosowania są wyznacznikiem jakości. LensoFlex2 działa na zasadzie dodawania krzywych fotometrycznych. Każda dioda jest połączona z konkretną soczewką generując kompletną krzywą fotometryczną oprawy. Strumień oprawy zmienia się w zależności od ilości zastosowanych diod.

Wydajność i elastyczność

Oprawy te są wyposażone w system optyczny oparty na modułowej ilości LED, dzięki czemu oferują szeroki zakres wyboru strumienia świetlnego. Mogą być również wyposażone w różnorodne zasilacze oraz opcje ściemniania. Dzięki uniwersalnemu uchwyty montażowemu oprawa może być zainstalowana pod kątem, co pozwala uzyskać optymalną wydajność fotometryczną. Taka elastyczność zapewnia odpowiednie dopasowanie rozsyłu fotometrycznego do rzeczywistych potrzeb oświetleniowych konkretnej powierzchni.

Zalety

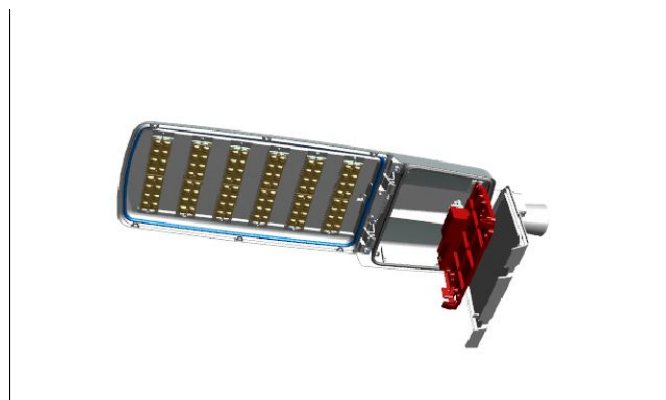
- Zoptymalizowane zużycie energii oraz kosztów utrzymania
- Właściwe oświetlenie dzięki Lenso Flex, zapewniające wysoką wydajność fotometryczną, komfort i bezpieczeństwo
- Elastyczny system optyczny o modułowej ilości LED
- Future Proof: szybki demontaż i wymiana optyki lub modułu zasilającego po zakończeniu okresu użytkowania
- Thermix i LED Safe: zachowują wydajność oprawy w miarę upływu czasu
- Trwałe i przetwarzalne materiały

Oprawa nr 2

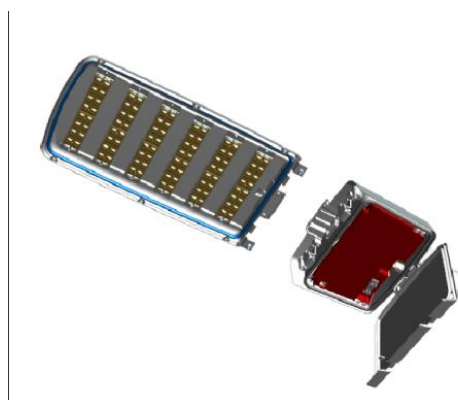
Ekonomiczne, precyzyjnie kontrolowane światło LED dla dróg głównych i lokalnych

A. BUDOWA OPRAWY

1. Cały korpus oprawy z ciśnieniowego odlewania aluminium
2. Budowa dwukomorowa – rozdzielone termicznie komory optycznej od komory z osprzętem elektrycznym
3. Obudowa ograniczająca osadzanie się na górnej części zanieczyszczeń- (np. liści, ptasich odchodów itp.)
4. Budowa modułowa, pozwalająca na fizyczne odłączenie w celach serwisowych komory optycznej od komory z układem zasilającym, a także na szybką wymianę układu optycznego i zasilającego



5. Budowa tzw. future proof – w związku z pojawianiem się coraz bardziej zaawansowanych i wydajniejszych źródeł LED w celu zmniejszenia w przyszłości dalszego poboru energii przy zachowaniu strumienia świetlnego w naturalny i prosty sposób istnieje możliwość wymiany kpl. paneli.



6. Możliwość regulacji kąta pochylenia oprawy przy pomocy zintegrowanego uchwyty w zakresie : 0-15⁰ przy montażu na sztorc, regulacja -15⁰ do +15⁰ przy montażu na wysięgniku,
7. Zintegrowany z oprawą trzpień mocujący z możliwością montażu na poziomym wysięgniku o średnicy 42-60 mm oraz bezpośrednio na słupie
8. Stopień szczelności IP66 dla obu komór.
9. Szczelność komory osprzętu zapewnia wylewana w profilu uszczelka poliuretanowa
10. Oprawa wyposażona w system regulujący ciśnienie w oprawie, zabezpieczający przed kondensacją pary wodnej w oprawie.
11. Oprawa wyposażona w wewnętrzny radiator rozpraszający ciepło emitowane przez diody LED,
12. Ze względu na różne niekorzystne warunki atmosferyczne, dostęp do komory lampy i komory osprzętu musi następować od dołu,
13. Oprawa powinna być wykonana zgodnie z wymogami normy - bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych PN-EN 62471:2010, oraz Dyrektywą RoHS nr: 2008/354//E,
14. RA powyżej **70**
15. Trwałość LED 80.000h dla L90B50 – przy prądzie 700mA
16. Płaska szyba hartowana min - IK08
17. Zabezpieczenie przepięciowe 10kV
18. Oprawa wyposażona w autonomiczny układ redukcji mocy / fabrycznie zaprogramowany: od 23.00 – 01.00 – redukcja o 30%, 01.00 – 05.00 – redukcja o dalsze 20%, 05.00 – do wyłączenia – pełna moc,

Autonomiczny przekaźnik czasowy o parametrach:

- Sterowanie mocą pojedynczej oprawy
 - Umożliwia czasową redukcję strumienia świetlnego w oprawach typu LED
 - Możliwość regulacji przedziałów czasowych jak i poziomu redukcji w zakresie od 10 do 100%
 - Brak przewodu sterującego
 - Brak zegara
 - Pobór mocy <0,5W
 - Temperatura pracy -30/+80°C
19. Beznarzędziowy dostęp do komory osprzętu elektrycznego
 20. Kolor korpusu oprawy RAL 7042
 21. Oprawa posiada deklarację zgodności CE, oraz ENEC,
 22. Oprawa wyposażona w **ogranicznik przepięć** do ochrony zasilania źródeł światła LED:
 - II kl. ochrony przeciwporażeniowej,
 - Stopień szczelności – IP 66,

- Sygnalizacja stanu urządzenia,
- Aparat uszkodzony – separacja sieci i obwodu prądowego,
- Max. znamionowy prąd obciążenia – 5A,
- Zakres temperatury pracy (-40⁰ do + 85⁰ C),
- Znamionowy prąd wyładowczy – 5kA,
- Najwyższe napięcie trwałej pracy -320V AC,
- Max. prąd wyładowczy – 10kA,
- Napięciowy poziom ochrony przy I_n -1,5 kV,
- Wytrzymałość zwarciova – 10000A,

B. FOTOMETRIA

1. Wszystkie soczewki mają taką samą charakterystykę fotometryczną. – w przypadku awarii nawet kilku ledów lub całego paska – fotometria oprawy pozostaje bez zmian – spada tylko natężenie oświetlenia na drodze. Nie ma efektu „dziur” w fotometrii. Każda soczewka panelu emituje taką samą krzywą światłości.
2. Wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem WE nr 245/2009 ,ULOR = 0 przy ustawieniu w pozycji 0 st.

C. ŹRÓDŁO ŚWIATŁA

1. Temperatury barwowe 5700K
2. Wydajność źródła LED powyżej 135lm/w dla prądu 700 mA
3. Trwałość LED 80.000h dla L80B50 – przy prądzie 700mA,
4. Oprawa wykonana w I klasie fotobiologicznej zgodnie z wymogami normy -bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych PN-EN 62471:2010, oraz Dyrektywą RoHS nr: 2008/354/E,
5. RA powyżej 70
- 6.

D. ELEKTRONIKA, ELEKTRYKA

1. Wysoka sprawność układu zasilającego – ok 92%
2. Temperatura pracy oprawy od -30 stopni oraz do + 40 stopni.
3. Oprawa posiada rozłącznik odcinający napięcie w momencie otwarcia pokrywy osprzętu elektrycznego
4. II klasa ochronności przeciwporażeniowej,

Oprawa nr 3



Oprawa ta posiada bardzo dobre parametry świetlne i jest wyposażona w autonomiczny układ redukcji mocy. Jest doskonałą alternatywą zarówno na drogach gminnych, jak i ulicach wielu miast, gdzie istotna jest nie tylko cena, lecz również generowane oszczędności. Stanowi uzupełnienie dla opraw stosowanych na drogach krajowych i szybkiego ruchu.

Parametry techniczne oprawy:

- a) stopniem ochrony przed wnikaniem pyłu i wody - IP 65,
- b) oprawa dwukomorowa,
- c) korpus oprawy wykonany z ciśnieniowego odlewu aluminiowego o bardzo wysokiej odporności na uderzenia min. IK 08;
- d) strumień świetlny lampy -3300lm (30W), 4400lm (40W) ,6660lm, moc 56W,
- e) oprawa o mocy 56W wyposażona jest w zewnętrzny radiator rozpraszający ciepło emitowane przez diody LED, jednak konstrukcja radiatora umożliwiła swobodne odprowadzanie wody i brudu osadzającego się na oprawie;
- f) elementy mocujące oprawę na słupie, wysięgniku (śruby, podkładki) wykonane ze stali nierdzewnej ;
- g) dostęp do komory osprzętu i układu optycznego od dołu,
- h) oprawa wyposażona w panel LED o emitowanej barwie światła 4000K +/- 200K i o wskaźniku oddawania barw Ra min. 70;
- i) ŹRÓDŁO: moduł LED 390.LED 840, trwałość eksploatacyjna 50 000 godzin pracy, L70B50, SDCM3,
- j) Oprawa wykonana zgodnie z wymogami normy - Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych PN-EN 62471:2010, oraz Dyrektywą RoHS nr: 2008/354/E
- k) Dopuszczalna tolerancja znamionowego strumienia świetlnego oraz znamionowej mocy oprawy + - 10%,

- l) Grupa bezpieczeństwa w zakresie bezpieczeństwa fotobiologicznego – prawidłowo zastosowane produkty oznaczone grupami ryzyka 0 gwarantujące bezpieczeństwo ich użytkowania,
- m) Klasa efektywności energetycznej A⁺,
- n) oprawa wyposażona w grupę soczewek kształtujących rozsył światła o charakterze drogowym. Każda dioda na panelu LED powinna posiadać indywidualny element optyczny o takiej samej charakterystyce, ażeby w przypadku przepalenia się którejś z diod zmienił się jedynie strumień świetlny emitowany przez oprawę a nie jej rozsył światła (powinna być zachowana równomierność oświetlenia na całej powierzchni oświetlanej drogi);
- o) oprawy posiadają bazy danych dla ogólnodostępnych programów obliczeniowych parametrów oświetleniowych;
- p) oprawy wykonane w I klasie ochronności;
- q) współczynnik mocy > 0,9;
- r) zakres temperatur pracy: $-35^{\circ}\text{C} \geq T_o \geq 45^{\circ}$;
- s) zakłócenia sieci elektrycznej THD < 20%;
- t) konstrukcja oprawy musi umożliwiać łatwą modułową wymianę LED;
- u) sprawność oprawy LED wraz z zasilaczem jest większa niż 100 lm/W przy prądzie zasilającym max 350mA;
- v) oprawy i źródła światła posiadają deklarację zgodności CE wystawioną przez producenta dopuszczającą je do obrotu w Polsce,
- w) oprawa wyposażona w element pozwalający na płynną regulację kąta nachylenia oprawy w zakresie 0 -90 stopni,



- x) Oprawa wyposażona w autonomiczny układ redukcji mocy / fabrycznie zaprogramowany: od 23.00 – 01.00 – redukcja o 30%, 01.00 – 05.00 – redukcja o dalsze 20%, 05.00 – do wyłączenia – pełna moc,

Autonomiczny przekaźnik czasowy o parametrach:

- Sterowanie mocą pojedynczej oprawy
- Umożliwia czasową redukcję strumienia świetlnego w oprawach typu LED
- Możliwość regulacji przedziałów czasowych jak i poziomu redukcji w zakresie od 10 do 100%

- Brak przewodu sterującego
- Brak zegara
- Pobór mocy <0,5W
- Temperatura pracy -30/+80°C

Oprawa nr 4



Oprawy te oferują zoptymalizowaną wydajność fotometryczną przy minimalnych kosztach inwestycyjnych. Jest to narzędzie do poprawy poziomów natężenia oświetlenia w dużych i małych miastach, przy jednoczesnym oszczędzaniu energii i zredukowanym wpływie opraw na środowisko. Oprawy występują w dwóch rozmiarach, przez co jest idealnie dopasowanym rozwiązaniem do oświetlenia ulic osiedlowych, dróg miejskich, ścieżek rowerowych oraz parkingów. Oprawa jest wyposażona w system optyczny najnowszej generacji. Rodzina opraw zapewnia wysoką wydajność fotometryczną zoptymalizowaną dla konkretnego zastosowania oraz minimalne zużycie energii. Oprawy oferują szeroki wybór modułów LED, prądu sterującego oraz opcje ściemniania w celu dalszej maksymalizacji oszczędności energii i zapewnienia najbardziej opłacalnego rozwiązania. Istnieje możliwość zastosowania oprawy na słupie w wersji z dodatkowym dolnym wysięgnikiem, dzięki czemu ulice, boczne uliczki oraz duże powierzchnie mogą być oświetlone przy zastosowaniu tego samego typu opraw. Wysięgnik montowany do ściany umożliwia oświetlanie wąskich uliczek oraz innych słabo oświetlonych powierzchni. System optyczny, bazujący na różnorodności specjalnych soczewek. System ten znajduje zastosowanie w przestrzeni miejskiej, gdzie innowacyjne zastosowania są wyznacznikiem jakości. Optyka działa na zasadzie dodawania krzywych fotometrycznych. Każda dioda jest połączona z konkretną soczewką generując kompletną krzywą fotometryczną oprawy. Strumień oprawy zmienia się w zależności od ilości zastosowanych diod.

Wydajność i elastyczność

Oprawy te są wyposażone w system optyczny oparty na modułowej ilości LED, dzięki czemu oferują szeroki zakres wyboru strumienia świetlnego. Mogą być również wyposażone w różnorodne zasilacze oraz opcje ściemniania. Dzięki uniwersalnemu uchwyty montażowemu oprawa może być zainstalowana pod kątem, co pozwala uzyskać optymalną wydajność fotometryczną. Taka elastyczność zapewnia odpowiednie dopasowanie rozsyłu fotometrycznego do rzeczywistych potrzeb oświetleniowych konkretnej powierzchni.

Zalety

- Zoptymalizowane zużycie energii oraz kosztów utrzymania
- Właściwe oświetlenie dzięki nowoczesnej optyce, zapewniające wysoką wydajność fotometryczną, komfort i bezpieczeństwo
- Elastyczny system optyczny o modułowej ilości LED
- Szybki demontaż i wymiana optyki lub modułu zasilającego po zakończeniu okresu użytkowania
- Dzięki systemowi utrzymania poziomu oświetlenia zostaje zachowana wydajność oprawy w miarę upływu czasu
- Trwałe i przetwarzalne materiały

Oprawa Nr 5



Obudowa i pokrywa wykonane z odlewanej ciśnieniowo aluminium, zaprojektowane o przekroju aerodynamicznym i bardzo małej powierzchni narażonej na działanie wiatru. Żeberka chłodzące wbudowane w pokrywę. Rastry z aluminium powlekanego srebrem najwyższej czystości 99.99%, w procesie próżniowym (PVD) Uchwyt mocujący oprawę z odlewanej ciśnieniowo

aluminium, przeznaczony dla słupów o średnicy od min. 46mm do max. 76mm. Regulacja nachylenia oprawy pod kątem od 0° do 20° w przypadku zastosowania na wysięgniku; oraz od 0° do 20° w przypadku zastosowania na szczycie słupa. Kąt nachylenia 5°. Klosz ze szkła o grubości 4mm, hartowane, odporne na wstrząsy termiczne i uderzenia (UNI-EN 12150-1: 2001). Oprawa lakierowana proszkowo, z dodatkiem żywicy na bazie poliestru, odporna na korozję i działanie mgły solnej, stabilizowana promieniami UV. Zastosowana szybkozłączka zewnętrzna ułatwia szybki montaż oprawy. Wyłącznik sekcyjny z podwójną izolacją, który przerywa dopływ zasilania elektrycznego po otwarciu obudowy. Urządzenie zabezpieczające przed zjawiskami impulsowymi, zgodne z normą EN 61547, zapewnia zabezpieczenie modułu LED i zasilacza, które funkcjonuje w dwóch trybach: - tryb różnicowy: występujący pomiędzy przewodami zasilającymi, oraz - tryb wspólny, występujący pomiędzy przewodami zasilającymi. Na życzenie oprawa klasy II, wyposażona w zabezpieczenie do 10kV. Powłoka odporna na działanie obojętnej i kwaśnej mgły solnej zgodnie z normą UNI EN ISO 9227. Modele z rodziny Sellasą zgodne z badaniami wibracyjnymi, certyfikowane wg ANSI C136.31: oświetlenie ulic - wibracja opraw oświetleniowych. Poziom Test: poziom 3,0 g 2 do montażu na mostach i wiaduktach

6.2 . Oprawy oświetleniowe – oprawy parkowe

Oprawa 1

FARO



KORPUS: ciśnieniowy odlew aluminiowy, malowany proszkowo oraz profil z ekstrudowanego aluminium

- DYFUZOR: szkło hartowane, przezroczyste
- OPTYKA: matrycowy układ soczewkowy
- ZASILACZ: elektroniczny IP65, wewnątrz oprawy
- WYMIARY: wys. 520mm , 475x475mm
- OPCJA: autonomiczny układ redukcji mocy,
- Strumień: 4200lm ; Moc: 40W ; 105lm / W
- Temperatura barwowa 4000K
- CRI > 70
- I klasa ochronności
- IP65
- IK10
- Dwie wersje kolorystyczne: czarna oraz szara

Oprawa 2

Oprawa przeznaczona do oświetlenia parków, terenów osiedli mieszkaniowych, traktów spacerowych i wielkomiejskich przestrzeni ruchu pieszego. Doskonale nadaje się jako oprawa zamienna do istniejących opraw sodowych mocowanych na wysięgnikach skierowanych do dołu, eliminując konieczność ich wymiany tych wysięgników. Oprawa została wyposażona w **autonomiczny układ redukcji mocy** typu APC-LED umożliwiający redukcję mocy w kilku zakresach z możliwością przeprogramowania z szafy energetycznej.



Oprawa OCP LED w wersji z kulą świecącą w dół montowana na słupie, strumień świetlny 3000 lm, skuteczność świetlna 90 lm/W, temperatura barwowa 3000K; napięcie znamionowe: 230V, moc: 33W, ochrony IP65; korpus z ciśnieniowego odlewu aluminiowego, lakierowany; dyfuzor z poliwęglanu opalizowanego, dodatkowo, wewnątrz oprawy zamontowana osłona przeciw świeceniu w górę; wymiary: średnica - 400 mm, kolor katalogowy: RAL 9006 połysk; Korpus oprawy wykonany, jako ciśnieniowy odlew aluminiowy, klosze wykonane z poliwęglanu (PC). **Oprawa wyposażona w element ograniczający świecenie w górną półprzestrzeń**; Oprawy mogą być instalowane na słupach lub wysięgnikach rurowych z końcówkami \varnothing 48 lub przy pomocy specjalnego reduktora \varnothing 60.

Oprawa 3

Oprawy OCP – 70 KP/II przeznaczone do oświetlenia do oświetlenia parków, terenów osiedli mieszkaniowych, traktów spacerowych i wielkomiejskich przestrzeni ruchu pieszego. Korpusy wykonane są z ciśnieniowego odlewu aluminiowego, co zapewnia stabilność mocowania i wieloletnią trwałość opraw. Wewnątrz korpusu instalowane są układy stabilizacyjno – zapłonowe, oraz elementy mocowania klosza. Pierścienie rastra rozpraszające i kierunkujące światło wykonane są z blachy aluminiowej. Klosze opraw w wersji przydymianej z różnych materiałów : akrylu (PMMA), lub poliwęglanu (PC), o bardzo wysokiej odporności na uszkodzenia mechaniczne. Oprawy mogą być instalowane na słupach lub wysięgnikach rurowych z końcówkami \varnothing 48 mm (lub \varnothing 60 przy pomocy reduktora masztu). Szczelność oprawy – IP 54, klasa ochrony przeciwporażeniowej II.

Konstrukcja oprawy spełnia wymagania normy PN-EN 60598 – 1 , oraz wszelkie wymogi w zakresie użytkowania, które potwierdzone zostały odpowiednimi certyfikatami stacji badawczych. W oprawach można stosować źródła sodowe lub energooszczędne.



Oprawa 4

Oprawa parkowa montowana na słupie ,dyfuzor - tworzywo ryflowane. Korpus wykonany ciśnieniowo z odlewu aluminium, źródło światła - moduł LED zintegrowany z układem zasilania, trwałość eksploatacyjna 50 000 godzin pracy. W opcjach posiada możliwość ściemniania, programowania 3DIM lub poprzez autonomiczny reduktor mocy typu APC- LED. Średnica odbłyśnika – 650 mm, moc oprawy 38W, strumień świetlny 4400lm, barwa LED 4000K, szczelność oprawy – IP 65, II klasa ochrony przeciwporażeniowej, współczynnik oddawania barw Ra 70 – 80.



Oprawa 5

Oprawa parkowa do montażu na słupie o średnicy trzpienia max. 60 mm i wysokości 4-6m. Obudowa wykonana z ciśnieniowego odlewu aluminium, malowane proszkowo oraz profilu z ekstrudowanego aluminium, dyfuzor ze szkła hartowanego przezroczystego lub matowego. Źródło światła, moduł LED, trwałość eksploatacyjna ponad 100 000h pracy dla L90B50. Zasilacz elektroniczny wewnątrz oprawy. Dodatkowo istnieje możliwość wyposażenia oprawy w autonomiczny układ redukcji mocy. Regulowane położenie płatków umożliwi dostosowanie oprawy do różnych wymagań oświetleniowych (kąt świecenia 50° lub 120°). W poszczególnych wersjach występuje od 1 do 4 płatków. Regulacja płatków może następować pionowo wzdłuż korpusu, a także dookoła własnej osi. Odporność na uderzenia – IK 08, szczelność oprawy – IP 65, klasa ochrony przeciwporażeniowej – I, moc pojedynczego płatka – 32,5W.

Oprawa ze względu na zróżnicowany zakres regulacji płatków ma szczególnie zastosowanie tam, gdzie istnieje konieczność precyzyjnego ukierunkowanie strumienia świetlnego (szczególnie na osiedlach mieszkaniowych, gdzie istnieje konieczność wyeliminowania świecenia bezpośrednio w okna mieszkańców).



6.3. Skrzynki sterujące – pomiarowe oświetlenia i kompensacja mocy biernej

Lampy LED generują moc bierną praktycznie niezależnie od tego czy pracują z pełną mocą, czy z mocą zredukowaną. Moc bierna pojemnościowa jest związana z technologią LED i w oświetleniu LED występuje niezależnie od stopniaysterowania lamp. Opłaty za energię bierną pojemnościową mogą być wysokie. Sposobem na uniknięcie opłat jest stosowanie kompensacji centralnej w szafach oświetleniowych.

„ Kompensacja mocy biernej w obwodach oświetlenia ulicznego LED, czyli jak uniknąć wysokich opłat za energię bierną”.

Oprawy LED użyte do modernizacji oraz rozbudowy oświetlenia drogowego powinny być wyposażone w zasilacze nie generujące energii biernej w całym zakresie pracy – również w czasie redukcji mocy oprawy. Jeżeli nie zostanie zapewniona kompensacja energii biernej w oprawach, bezwzględnie musi zostać dokonana kompensacja grupowa energii biernej w szafkach sterujących oświetleniem drogowym.

Technologia LED jest dobrą, wysokowydajną technologią, dającą duże oszczędności, oprócz wielu niezaprzeczalnych zalet ma swoje wymagania takie, jak :

- potrzeba kompensacji mocy biernej pojemnościowej,
- zabezpieczenia przeciwprzepięciowe,
- układy softstartu,
- filtry harmonicznych,

Brak kompensacji narazi gminę na spore wydatki, które pogarszają znacznie wynik ekonomiczny inwestycji. Aby uniknąć opłat za energię bierną należy ją kompensować przy pomocy odpowiedniego układu.

Wszystkie znane, dostępne na rynku oprawy LED generują taką moc i to w dość sporej ilości i tak najlepsze z nich **wyposażone w zasilacze o $\cos \phi = 0,98$** generują moc równą 20% mocy czynnej. To oznacza że oprawa LED o mocy 100W generuje około 20 War mocy biernej pojemnościowej. Ta uwaga dotyczy najlepszych opraw. W oprawach nieco gorszych wartość ta może sięgać 30 War.


Z dotychczasowych wyliczeń wynika że opłata za spodziewaną moc bierną będzie bardzo istotnym składnikiem kosztów eksploatacji zmodernizowanego oświetlenia. Aby tego uniknąć należy zastosować montowane w szafkach oświetleniowych układy do kompensacji mocy biernej. Zadanie to jest o tyle łatwiejsze, że i tak przewiduje się konieczność wymiany istniejących szafek na nowe z odpowiednimi układami sterującymi. Należy pamiętać ,że technologia LED ma zdecydowanie inne wymagania niż dotychczasowe technologie.

Oprawy LED wymagają innych szafek sterujących !

W takich szafkach oprócz stosownych urządzeń elektrotechnicznych i sterujących powinny się znaleźć układy do kompensacji mocy biernej. Układy softstartu i zabezpieczenia przeciwprzebiegiowe. Takie rozwiązania zapewnia systemowa szafa oświetlenia ulicznego LED. Szafa jest wyposażona dodatkowo w odpowiednie filtry harmoniczne zapewniające prawidłową pracę całej instalacji i zgodność z normami EMC.

Szafy wykonywane są według indywidualnych wymagań zamawiającego tak, aby w najlepszy sposób uwzględnić specyfikę lokalnej instalacji oświetlenia ulicznego LED. Standardowo obudowy szaf wykonane są z aluminium malowanego proszkowo, a więc materiału nie podlegającego degradacji i promieniowaniu UV.

W obwodach z lampami LED powstaje energia bierna pojemnościowa. Ilość pobranej energii biernej jest pokazywana na liczniku lub odczytywana na fakturze:



PGE Dystrybucja S.A.

Sprzedawca
PGE Dystrybucja S.A.
 ul. Garbarska 21A, 20-340 Lublin
 NIP: 946-259-38-55

Wystawca
 PGE Dystrybucja S.A.
 Oddział Skarzynsko-Kamienna
 Al. Marsz. J. Piłsudskiego 51
 26-110 Skarzynsko-Kamienna
 e-mail: skarzynsko.os@pgedystrybucja.pl
 tel. 41 252 62 63, fax. 41 252 63 62
 Telefon pogotowia energetycznego: 991

Doł 472

Numer Klienta: [redacted]

Data nadania: 2016.03.24

Nabwca: [redacted] **Adres korespondencyjny:** [redacted]

URZĄD MIASTY I GMINY

70-000, 2016

L.dz. 9

2016.03.24

Fu
20.03.2016

ORYGINAL

FAKTURA VAT Nr. 03 0462 000 0009 03

Bank wystawcy: **BANK PEKAO S.A.**
 Numer konta: 91 1240 6960 6988 0304 6200 0087

Za świadczenie usług dystrybucji
 Tytułem: /KTR/ 22 0009 0
 Punkt poboru energii: [redacted]

Data sprzedaży: **2016.03**
 Numer punktu: **001**
 Numer dokumentu: **03/0341/005**

Taryfa: **C12B** Nr fabryczny licznika: [redacted] Odczyt fizyczny: **0,40**
 Kod PPE: **PL_ZEOD_2610100697_71** tg f₀
 Rozliczenie od dnia: **2016.01.19** Moc z umowy: **0,70 kW** Zabezpieczenie: **16 A**

Lp.	S	Taryfa	Od stanu	Do stanu	Do dnia	Mnożna	Ilość	Jm	Cena	VAT	Należność
Składnik zmienny stawki sieciowej											
1	1	C12b	376	709	2016.03.18	1	333	kWh	0.2032	23%	67.67
2	1	C12b	Stawka jakościowa		2016.03.18	1	333	kWh	0.0129	23%	4.30
Składnik zmienny stawki sieciowej											
3	2	C12b	944	1108	2016.03.18	1	164	kWh	0.0595	23%	9.76
4	2	C12b	Stawka jakościowa		2016.03.18	1	164	kWh	0.0129	23%	2.12
Energia bierna indukcyjna											
5	1	C12b	0	0	2016.03.18	1	0	kVarh			
6	2	C12b	0	0	2016.03.18	1	0	kVarh			
Energia bierna pojemnościowa											
7	1	C12b	601	718	2016.03.18	1	117	kVarh	0.4907	23%	57.41
8	1	C12b	Składnik stały stawki sieciowej		2016.03.18	2 mc	1.400	kWmc	2.7400	23%	3.84
9	1	C12b	Opłata abonamentowa		2016.03.18	1	2	mc	2.5500	23%	5.10
10	1	C12b	Opłata przejściowa		2016.03.18	2 mc	1.400	kWmc	0.8500	23%	1.19

Stawka VAT	Netto	VAT	Brutto
23%	151,39	34,82	186,21
Razem punkt	151,39	34,82	186,21

Punkt poboru energii: [redacted] Numer punktu: **002**
 Numer dokumentu: **03/0341/006**

Taryfa: **C12B** Nr fabryczny licznika: [redacted] Odczyt fizyczny: **0,40**
 Kod PPE: **PL_ZEOD_2610100698_73** tg f₀
 Rozliczenie od dnia: **2016.01.19** Moc z umowy: **2,40 kW** Zabezpieczenie: **16 A**

Lp.	S	Taryfa	Od stanu	Do stanu	Do dnia	Mnożna	Ilość	Jm	Cena	VAT	Należność
Składnik zmienny stawki sieciowej											
11	1	C12b	2750	3385	2016.03.18	1	635	kWh	0.2032	23%	129.03
12	1	C12b	Stawka jakościowa		2016.03.18	1	635	kWh	0.0129	23%	8.19

FAKTURA VAT Nr: 03 0462 000 0009 03

Wpłynęło do Wydziału Finansowego UM Suchedniwa

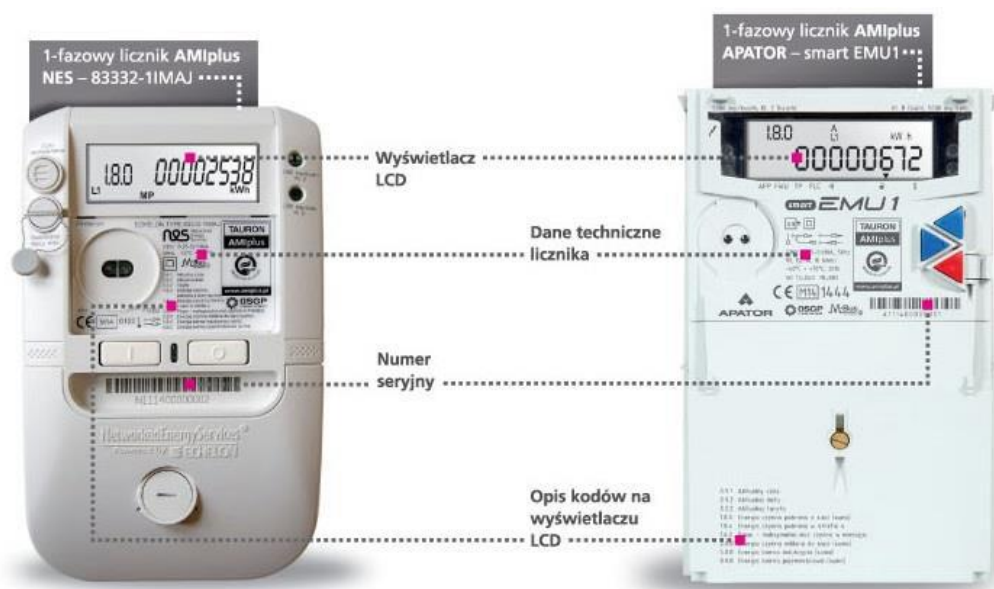
31.11.16 (data)

(podpis)

Numer strony: 1

PGE Dystrybucja Spółka Akcyjna z siedzibą w Lublinie, 20-340 Lublin, ul. Garbarska 21A, wpisana do rejestru przedsiębiorców prowadzonego przez Sąd Rejonowy Lublin-Wschód w Lublinie z siedzibą w Świdniku, VI Wydział Gospodarczy pod nr KRS: 0000343124, NIP: 946-25-93-855, REGON: 060552840, Kapitał zakładowy: 9 729 424 160 zł w pełni opłacony. www.pgedystrybucja.pl

- Obecnie za sprawą elektronicznych liczników energii grono odbiorców zagrożonych opłatami znacznie się powiększyło ... i ciągle powiększa.



Aktualnie na terenie miasta **Michałow** w większości są zainstalowane elektroniczne liczniki. Opłat za moc bierną po modernizacji możemy spodziewać się w każdej chwili, lub jest już naliczana. Brak kompensacji to groźba sporych wydatków, które pogorszą znacznie wynik ekonomiczny inwestycji. Aby uniknąć opłat za energię bierną należy ją kompensować przy pomocy odpowiedniego układu. Takie rozwiązanie jest pokazane na przykładzie poniższej szafki.



W oświetleniu ulicznym mamy do czynienia z dwoma rodzajami energii biernej:



w obwodach z lampami sodowymi jest to energia bierna indukcyjna



w obwodach z lampami LED jest to energia bierna pojemnościowa

Aby mieć gwarancję prawidłowo zastosowanych rozwiązań po modernizacji, [warunkiem odbioru robót powinien być protokół z pomiarów](#) potwierdzający fakt należytej kompensacji mocy biernej i dostarczenie wyników w formie papierowej potwierdzających, że energia bierna pojemnościowa została skompensowana, a energia bierna indukcyjna nie przekracza dopuszczalnych wartości. Pomiarów należy wykonać w czasie 15 minut w sytuacji, gdy oprawy świecą mocą maksymalną czyli 100%. Urządzenia kompensacji grupowej należy zamontować w części sterującej szafki, bądź o ile takiej możliwości nie będzie, wykonać jako dodatkowy człon kompensacyjny.

6.4. Sposoby redukcji mocy oraz sterowania i zarządzania

Komunikacja pomiędzy urządzeniami wykorzystującymi internet i dedykowane sieci oraz systemy zarządzania jest obecnie realizowana poprzez systemy łączności komórkowej lub radiowej (bezprzewodowej), często opartej na otwartych protokołach (WiFi, Zigbee, itp.)

Poniżej przedstawiamy trzy charakterystyczne typy rozwiązań w dziedzinie inteligentnego sterowania i zarządzania oświetleniem oraz redukcji mocy dla poszczególnych wariantów. System redukcji mocy oraz sterowania i [zarządzania nr 1](#), opiera się na sterowaniu całym obwodem, a urządzenia sterujące - pomiarowe umieszczone muszą być przy, lub w skrzynkach SO. Umożliwiają one redukcję mocy o 20% lub 40%. Regulacja odbywa się poprzez zwarcie odpowiednich wejść sterujących, oraz poprzez zmianę przekładni autotransformatora wewnątrz reduktora. Urządzenie współpracuje z lampami wyposażonymi w elektromagnetyczny układ stabilizacyjny , w którym regulacja odbywa się przez zmianę napięcia zasilającego. Sterowanie reduktorem mocy jest możliwe za pomocą np. przełącznika montowanego na obudowie szafki oświetleniowej lub za pomocą systemu

sterowania (sterownika czasowego). Ponieważ aktualnie zainstalowane oprawy zarówno sodowe, jak i LED nie posiadają układów zapłonowych przystosowanych do redukcji mocy, istnieje możliwość zastosowania jedynie reduktorów centralnych dla opraw sodowych.

System redukcji, oraz sterowania i *zarządzania nr 2*, umożliwia sterowanie wszystkimi oprawami w technologii LED, poprzez zastosowanie w oprawach indywidualnych autonomicznych reduktorów mocy zaprogramowanych fabrycznie na następujące czasy i poziomy redukcji : 23.00 – 01.00 (redukcja 30%), 01.00 – 05.00 (redukcja o dalsze 20%), 05.00 do wygaszenia opraw – świecenie pełną mocą.



Unikalną cechą układu jest zdolność określenia bieżącej godziny na podstawie historii włączeń i wyłączeń. Godzina rozpoczęcia pełnej lub częściowej redukcji mocy i czas jej trwania są ustawiane z rozdzielczością 30 min. Przełączenie w oprawach zasilanych z jednej linii odbywa się jednocześnie z sekundową dokładnością. *APC-LED jest przeznaczony do sterowania zasilaczami LED z wbudowanym układem redukcji natężenia* (stosuje się interfejs 1~10Vdc, zmianę wypełnienia sygnału PWM lub rezystancję). APC-LED umożliwia czasową redukcję strumienia świetlnego w oprawach ledowych różnego typu. Układ ma fabrycznie zaprogramowane dwa przedziały czasowe, w których redukowane jest natężenie strumienia świetlnego na dwóch różnych poziomach. Użytkownik może przeprogramować układ tak, że zmieni zarówno zakres obu przedziałów czasowych, jak i poziom redukcji. Programowanie polega na zastosowaniu odpowiedniej sekwencji włączeń i wyłączeń zasilania. Można tego dokonać przy pomocy programatora APC-LED PROG. Pozwala to na łatwą zmianę nastaw we wszystkich oprawach wyposażonych w układ APC-LED na całym obwodzie jednocześnie.



Powyższy system jest możliwy do zastosowania i rozbudowy *sukcesywnie* w miarę pozyskiwanych środków finansowych. Umożliwia jednocześnie w sposób praktyczny, nie stosowanie redukcji w oprawach np. w newralgicznych punktach takich jak skrzyżowania, czy przejścia dla pieszych.

Bardzo dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie cyfrowego programatora astronomicznego typu micro BLUE lub midi BLUE. Oba służą do załączania, wyłączania oraz monitorowania pracy infrastruktury oświetleniowej. Zasadniczo posiadają te same funkcje. Różnica polega jedynie na tym, że programowanie sterownika micro BLUE odbywa się za pomocą smartfona z poziomu aplikacji **mBLUE**, natomiast w przypadku midi BLUE pełna kontrola i zarządzanie systemem odbywa się przez stronę www.

Cyfrowy programator astronomiczny midi BLUE to nowoczesny i inteligentny sterownik oświetlenia ulicznego.



Sterownik midiBLUE posiada następujące funkcje:

Funkcję systemu zarządzania

- pełna kontrola i zarządzanie systemem przez stronę www.midiblue.pl
- synchronizacja czasu z serwerem Network Time Protocol–czas pobierany bezpośrednio z zegara atomowego gwarantuje absolutną dokładność
- komunikacja: GPRS, SMS
- możliwość tworzenia i zarządzania grupami sterowników
- możliwość awaryjnego załączania/wyłączania oświetlenia za pomocą komendy SMS
- autoryzacja użytkowników (login, hasło) oraz nadawanie im różnych uprawnień
- automatyczna zmiana czasu lato/zima
- możliwość zaprogramowania do czterech przedziałów załączeń /wyłączeń w stałych godzinach z uwzględnieniem załączeń i wyłączeń astronomicznych
- wyjścia skonfigurowane niezależnie poprzez 4 tryby pracy:
 - tryb astronomiczny - dedykowany do sterownia oświetleniem,
 - tryb serwisowy- włączenie lub wyłączenie w danej chwili,
 - tryb kaskadowy- funkcja kaskady,
 - tryb dobowy- dedykowany do sterowania dowolnym procesem;
- diody LED na panelu czołowym sygnalizujące stan wejść i wyjść, sygnał GSM, GPRS, stan zasilania,
- możliwość wprowadzenia 10 wyjątków od harmonogramu pracy oświetlenia (np. święta kalendarzowe, święta lokalne, itp.)
- możliwość zdalnego wgrania dowolnej tabeli astronomicznej
- zdalna wymiana oprogramowania i ustawień po GPRS
- możliwość ustawienia odrębnych poprawek dla lata i zimy
- system analizy alarmów wejściowych (otwarcie drzwi, zadziałanie czujki zmierzchovej,
- natychmiastowa informacja o wystąpieniu sytuacji alarmowych, tj. zaniku napięcia zasilania i otwarcie szafy
- wizualizacja sterowników na mapie strony www.midiblue.pl
- system raportowania alarmów wejść
- szyfrowanie HTTPS
- archiwizacja danych

- rejestracja zdarzeń
- licznik czasu pracy oświetlenia (osobny dla każdego z wyjść sterujących)
- możliwość zdalnej wymiany oprogramowania i ustawień po GPRS
- możliwość zdalnego programowania opraw z układem APC-LED
- praca w trybie astronomicznym na podstawie pozycji GPS lub na podstawie danych z tabeli astronomicznej
- zdalne włączanie/wyłączenie oświetlenia podczas prac serwisowych
- możliwość sterowania oświetlenia na obiektach sportowych np. orliki, boiska szkolne, itp.
- synchronizacja załączeń grupy sterowników (multipleksja sygnału) na terenie całej gminy Biała Piska, umożliwia korektę czasu załączenia oraz wyłączenia oświetlenia dokonywaną w oparciu o sygnał pochodzący z centralnej fotokomórki lub w celu natychmiastowej reakcji na silne zmiany pogody. Przekazywanie sygnałów sterujących (rozkazów) odbywa się bezprzewodowo poprzez łącze GPRS wykorzystywane do sterowania oświetleniem.
- gwarancja 24m z możliwością przedłużenia;
- tabela wschodów i zachodów kompatybilna z istniejącymi zegarami CPA*.* prod. Rabbit
- strona WWW musi umożliwić dla każdego ze sterowników wizualizację i edycję m. in. takich parametrów jak:
 - podgląd bieżących alarmów (po odznaczeniu alarmów muszą one pozostać w historii przez minimum 3 miesiące),
 - numer fabryczny sterownika,
 - numer szafki oświetleniowej i jej nazwę,
 - nazwę dzielnicy,
 - uwagi wniesione przez zarządzającego,
 - datę/godzinę ostatniego załączenia oświetlenia sterowanego przez dany sterownik,
 - datę/godzinę ostatniego wyłączenia oświetlenia sterowanego przez dany sterownik,
 - sygnalizację załączenia oświetlenia,
 - sygnalizację wyłączenia oświetlenia,
 - zadanych czasów załączeń i wyłączeń oświetlenia na podstawie tabeli wschodów i zachodów słońca dla gminy **Michałow** z uwzględnieniem wartości zadanych poprawek wyłączenia i załączenia oświetlenia (poprawki muszą być programowalne dla grup sterowników z poziomu strony WWW);
 - sterowniki muszą być zarządzane w ramach jednego portalu WWW.;
 - programowanie czasów świecenia grupy sterowników „jedną komendą tekstową”;

Parametry techniczne:

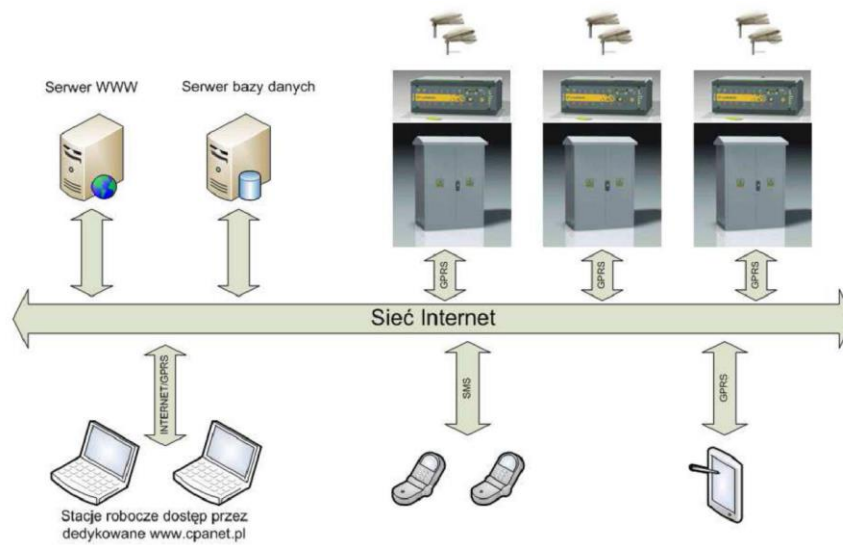
- napięcie zasilające: 90-264 VAC, 40-63 Hz
- wymiar sterownika (szer./wys./gł.): 43 x 120 x 100 mm
- szerokość urządzenia: 3 moduły
- ilość wyjść: 3
- obciążalność prądowa wyjść: 5 A/230 V
- ilość wejść: 1
- temperatura pracy: od -30°C do $+85^{\circ}\text{C}$
- stopień ochrony: IP20
- montaż na szynie DIN

Centralny system sterowania i redukcji mocy net opiera się na współpracujących ze sobą urządzeniach takich jak zegar sterujący z analizatorem zdarzeń i odbiornikiem GPS oraz programowalny układ redukcji mocy i sterowania oprawą. Wymienione urządzenia są zintegrowane w system za pomocą oprogramowania umożliwiającego przepływ informacji, generowanie raportów o zdarzeniach i sterowanie oświetleniem z pozycji komputera lub telefonu. Zastosowane układy redukcji zaproponowane w niniejszej dokumentacji zawierają wszystkie niezbędne elementy pozwalające na dokładne załączanie oświetlenia ulicznego oraz redukcję mocy w godzinach nocnych. Sterowanie indywidualnych przekaźników dla opraw LED generuje szereg wymienionych poniżej korzyści i możliwości:

- możliwość zdefiniowania trzech przedziałów czasowych i przypisania każdemu z nich osobnego poziomu redukcji.
- sterowanie zasilaczem LED w technologii 1-10V DC lub DALI
- przeprogramowywanie opraw bez dodatkowych przewodów sterujących
- programowanie wszystkich opraw jednocześnie bez konieczności osobnego podłączania się do każdej lampy
- zasilanie +5% -15%;
- pobór mocy $< 0,5\text{W}$;
- temperatura pracy $-30/+80^{\circ}\text{C}$;

Sterowanie oświetleniem odbywa się lokalnie z poziomu szaf przy pomocy sterowników strefowych. Oprogramowanie zainstalowane na serwerze służy do zmiany nastaw w poszczególnych sterownikach oraz do monitorowania stanu pracy całej instalacji oświetleniowej. Takie rozwiązanie zapewnia dobrą pracę systemu nawet w sytuacji zaniku łączności z serwerem. Monitorowanie pracy oświetlenia i ewentualna zmiana parametrów odbywa się z poziomu strony WWW przy pomocy komputera lub urządzenia mobilnego przy użyciu stosowanej aplikacji. Sterownik strefowy posiada wbudowany odbiornik GPS, dzięki czemu urządzenie oblicza optymalne czasy wschodu i zachodu słońca w zależności od położenia geograficznego. Dodatkowo z GPS pobierany jest dokładny czas, co eliminuje konieczność okresowej korekty zegara w urządzeniu. Po zamontowaniu urządzenia w szafie sterowniczej następuje automatyczna lokalizacja sterownika na mapie strony WWW.

Schemat poniżej przedstawia zasadę działania systemu:



Cechy systemu, w tym szczegółowy zakres monitoringu i sterowania.

Sterowniki:

- instalacja sterowników typu „Plug & Play”,
- wbudowany modem GPRS,
- zdalna wymiana oprogramowania i ustawień po GPRS,
- podłączenie komputera serwisowego za pomocą łącza RS485, RS232 lub USB,
- obsługiwane systemy operacyjne WINDOWS XP, VISTA, WINDOWS 7, WINDOWS 8, WINDOWS 10
- komunikacja po GPRS i SMS,
- wbudowany odbiornik GPS pozwalający na określenie położenia geograficznego sterownika na elektronicznym planie Gminy (z możliwością zdefiniowania stałego położenia) oraz uwzględnienie tej informacji przy załączaniu i wyłączaniu oświetlenia,
- synchronizacja czasu sterownika z zegarem czasu dostawcy usługi GPS,
- automatyczne wyliczenie strefy czasowej oraz automatyczna zmiana czasu zima/lato,
- odrębne poprawki w schematach sterowania dla lata i zimy
- minimum 5 wejść dwustanowych np. do kontroli stanu czujnika otwarcia szafki oświetleniowej, stanu przełącznika sterowania oświetleniem A-O-R, detekcji stanu załączenia stycznika,
- minimum 5 wyjść umożliwiających załączenie poszczególnych obwodów w szafce,
- załączanie i wyłączanie oświetlenia zgodnie z tabelą wschodów i zachodów słońca,
- analiza parametrów sieci: pomiar napięcia i prądu oraz $\cos \varphi$ dla poszczególnych faz oraz mocy, czynnej, biernej i pozornej i zużytej energii,

- rejestracja pomierzonych wartości napięcia, prądu, $\cos \varphi$, mocy, zużytej energii dla poszczególnych faz co 15 minut przez okres minimum 365 dni,
- zapamiętywanie zmian stanu wejść dwustanowych (stan, data i godzina zmiany stanu),
- raportowanie w ciągu kilku minut przez sterowniki alarmów do serwera Web oraz na predefiniowane numery telefonów komórkowych (minimum 5 numerów) sytuacji alarmowych: zanik napięcia zasilania na poszczególnych fazach, wzrost/obniżenie mocy, ponad zadane parametry- 3 fazy, alarm wejść sterujących (np. otwarcie drzwi szafek, zmiana położenia stanu przełącznika A-O-R, detekcja stanu załączenia stycznika), alarm wyjść,
- definiowanie danych do identyfikacji sterownika w systemie takich jak: nazwa sterownika, numer szafki oświetleniowej, numer sterownika, adres IP sterownika, nr telefonu, nazwa ulicy, nazwa dzielnicy, nazwa miasta, opis,
- możliwość przypisania do sterownika plików związanych z szafką oświetleniową, np. schemat zasilania, schemat oświetlenia, schemat powiązań kaskadowych, pomiar geodezyjny powykonawczy (pliki w dowolnym formacie),
- zarządzanie systemem realizowane przez stronę Web w dowolnym czasie, z dowolnego miejsca on-line (PC, Tablet, Smartfon), obsługa VPN Klient,
- zarządzanie pojedynczymi sterownikami i predefiniowanymi grupami (grupy dowolnie predefiniowane według uznania Zamawiającego),
- raportowanie przez sterowniki alarmów do serwera Web oraz na predefiniowane numery telefonów komórkowych - minimum 5 numerów i minimum 10 smsów ze sterownika w ciągu miesiąca w ramach usługi,
- realizacja połączenia szyfrowanego HTTPS,
- autoryzacja użytkowników (login, hasło, IP) oraz parametryzacja uprawnień,
- możliwość dostępu do obsługi sterownika z trzech poziomów: użytkownik, obserwator, administrator,

Możliwość pracy sterownika w trybach:

- tryb astronomiczny - dedykowany do sterownia oświetleniem z przełącznikiem zmierzchowym - funkcja nadrzędna,
- tryb serwisowy - włączenie lub wyłączenie w danej chwili,
- tryb kaskadowy - funkcja kaskady,
- tryb dobowy - dedykowany do sterowania dowolnym procesem,
- tryb bezprzewodowego przekazywania sygnału pomiędzy sterownikami: realizacja funkcji bezprzewodowej kaskady,
- możliwość przywrócenia ustawień dla danego sterownika lub też dla grupy sterowników,
- definiowanie sterownika przez użytkownika typu master i slave.

Wymagania techniczne sterowników:

- praca w temperaturze otoczenia: $-30^{\circ}/+80^{\circ}$,
- awaryjne zasilanie sterownika z wbudowanego akumulatora, który umożliwia pracę minimum 5 godzin od czasu zaniku zasilania,
- zewnętrzna antena GSM, GPRS (ze względu na możliwość zainstalowania systemu
- w obudowie metalowej),
- wskaźnik LED na panelu czołowym podający informacje: stan (wejścia, wyjścia), GSM, GPRS, GPS, zasięg sieci, stan akumulatora, status pracy,
- certyfikat CE,
- udokumentowana zgodność sterownika z normami na kompatybilność elektromagnetyczną wg norm EMC PN-EN 55011: 2007, kl. A, gr. 1, PN –EN 61000-6-2:

Przykładowa propozycja umieszczona w analizie, pokazuje w istocie trendy panujące w sterowaniu oświetleniem ulicznym. Jako projektanci systemów sterowania, preferujemy rozwiązania, w których koncentracja danych oraz panel sterowania jest lokalizowany w siedzibie inwestora. Koszty ograniczone są wtedy do pokrywania abonamentu M2M transmisji danych tj. ok. 10,-zł miesięcznie od punktu sterowania, a wszystkie dane są na serwerze inwestora.

Inteligentne rozwiązania oświetleniowe oferowane przez wielu producentów dzięki zastosowaniu szeregu otwartych technologii mogą być integrowane z sieciami smart regionów i miast. Systemy takie mogą być zarządzane za pomocą dowolnego urządzenia z dostępem do internetu.

System redukcji oraz sterowania i **zarządzania nr 3**, umożliwia sterowanie każdą z opraw osobno wraz z ich dowolnym grupowaniem oraz zastosowanie rozwiązania dającego możliwość rozbudowy systemu. Przykładowo w pierwszym etapie możemy zamontować do praw układy sterujące zaprogramowane na redukcję mocy w określonych godzinach w układzie autonomicznym, następnie w miarę posiadanych środków można rozbudować system o koncentrator danych, który połączy się drogą GPRS z oprawami i umożliwi sterowanie zdalne każdą z nich osobno.

Jest to ciekawe rozwiązanie, jednak mało ekonomiczne w odniesieniu do poniesionych kosztów inwestycji.

SYSTEM STEROWANIA BEZPRZEWODOWEGO ZLIGHT

Charakterystyka systemu:

- Sterownik lokalny (SMART) umieszczony w oprawie oświetleniowej lub wewnątrz słupa
- odbiornik sygnału GPS
- wbudowany miernik mocy
- sterownik DALI
- pamięć krzywych redukcji mocy i zdarzeń
- wejście czujnika ruchu
- punkt dostępowy do sieci ZigBee
- oprogramowanie:
 - mechanizmy bezpieczeństwa
 - mechanizmy aktualizacji
 - automatyczny AstroDIM

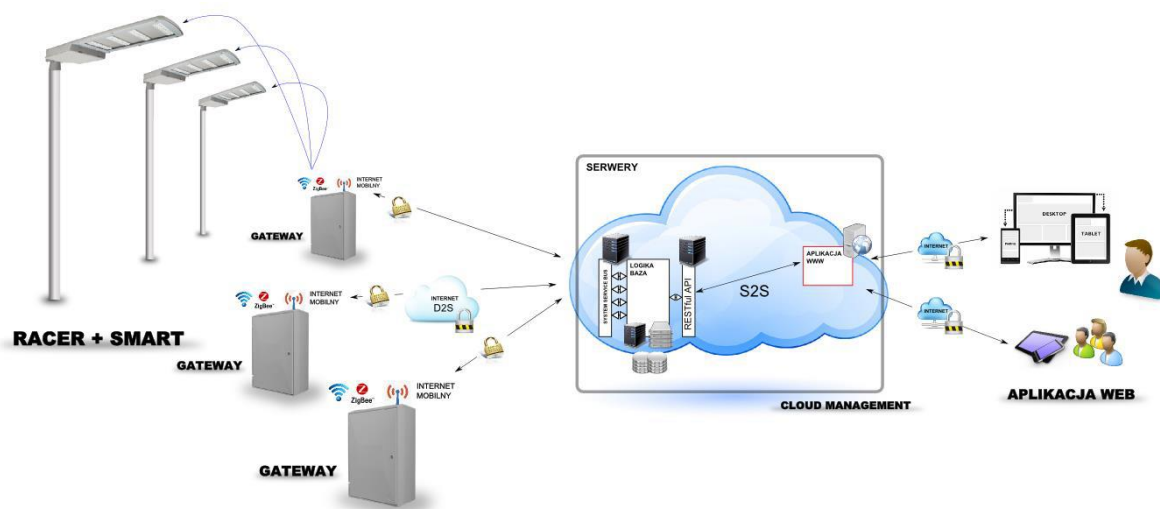


Sterownik sektorowy (GATEWAY) zlokalizowany w szafie oświetleniowej

- punkt dostępowy do mobilnego internetu
- odbiornik sygnału GPS
- fazowy grupowy miernik mocy
- punkt dostępowy do sieci ZigBee
- karta wejścia wyjścia
- komputer sterujący
- oprogramowanie
- mechanizmy bezpieczeństwa
- mechanizmy aktualizacji



Schemat funkcjonowania systemu ZLIGHT



Funkcjonalności dostępne dla Użytkownika (Klient)

- Wizualizacja parametrów systemu na mapach
- Grupowanie i budowa planu redukcji mocy
- Konfiguracja czujników ruchu
- Kalendarz zdarzeń
- Raporty i statystyki
- Zarządzanie kontami operatorów

7. PORÓWNANIE OSIĄGNIĘTYCH EFEKTÓW EKONOMICZNYCH

Konsekwencją zmniejszenia mocy zainstalowanej są oszczędności finansowe, wynikające ze zmniejszenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia. Do analizy oszczędności finansowych przyjęto kalendarz świecenia dostosowany do astronomicznego kalendarza świeceń zakładającego, że system pracuje ok. **4024 godziny** w roku. Do obliczeń przyjęto również, że rozliczenie z Zakładem Energetycznym następuje według taryfy C12b. Założono także oszczędności na konserwacji systemu, które powstaną w wyniku ograniczenia prac na zmodernizowanej części oświetlenia. Urządzenia zmodernizowane będą przez pierwsze pięć lat na gwarancji, a potem nakład pracy na ich utrzymanie będzie zdecydowanie mniejszy niż obecnie. Wielkość oszczędności na konserwacji została oszacowana na podstawie doświadczenia audytora związanego z przeprowadzonymi modernizacjami.

Stopień redukcji CO₂ odprowadzanego do atmosfery

W Polsce do produkcji energii elektrycznej używa się węgla brunatnego i kamiennego. Spalanie węgla wiąże się z emisją do atmosfery dużych ilości substancji szkodliwych. Powołując się na dane KOBIZE można stwierdzić, że wytworzenie 1 MWh energii elektrycznej powoduje wyemitowanie do atmosfery:

- **781 kg CO₂**,
Zakładana wielkość rocznego zużycia energii elektrycznej na oświetlenie uliczne Miasta Michałowo obecnie wynosi **265 302 kWh**. Zakładana wielkość rocznego zużycia energii elektrycznej na oświetlenie zewnętrzne po modernizacji dla poszczególnych wariantów, jest zamieszczona w poniższej tabeli. Modernizacja oświetlenia spowoduje obniżenie zużycia energii elektrycznej w wariantcie trzecim do ok. **57 454 kWh** rocznie.

Oznacza to przyczynienie się każdego roku do redukcji emisji CO₂ w ilości podanej w poniższej tabeli.

wskazniki bazowe	0,781 Mg/Mwh	Przed modernizacją	Po modernizacji	Emisja przed modernizacją	Emisja po modernizacji
Wariant I	CO ₂	265,30MWh	72,23 MWh	207 Mg CO ₂	56 Mg CO ₂
Wariant II	CO ₂	265,30MWh	65,71 MWh	207 Mg CO ₂	51 Mg CO ₂
Wariant III	CO ₂	265,30MWh	57,45 MWh	207 Mg CO ₂	44 Mg CO ₂

8. PROPONOWANY WARIANT MODERNIZACJI

Wariant	Całkowity koszt inwestycyjny w zł (netto)	Obniżenie mocy pobieranej przez system w %	Efekt ekologiczny (wartość emisji CO ₂) w Mg/rok	Koszt energii w skali roku w zł. (brutto)
Wariant I	596 910,00	73%	56 Mg (-73%)	34 741,83
Wariant II	622 910,00	75%	51 Mg (-75%)	31 507,51
Wariant III	640 762,03	73%	44 Mg (-79%)	16 960,53

8.1 Wariant wybrany do realizacji

Za **optymalny wariant** autor opracowania uznał **wariant III**, który jest kompromisem pomiędzy kosztami inwestycji, a jej wynikami w zakresie poprawienia efektywności energetycznej. Biorąc pod uwagę powyższe, sporządzono założenia do wariantu wybranego dostosowując go do możliwości budżetowych gminy. Jak wskazują wyliczenia zawarte w niniejszym audycie wariant ten pozwala na znaczne obniżenie zużycia energii, a także kosztów konserwacji. Zastosowanie opraw w technologii LED pozwala uzyskać zdecydowaną poprawę jakości oświetlenia oraz pełną kontrolę nad wydatkami ze względu na nowoczesny zintegrowany system redukcji mocy oraz system sterowania i zarządzania oświetleniem. Wariant I pomimo, że jest inwestycyjnie tańszy nie pozwala osiągnąć oszczędności takich jak w wariacie III w zakresie zużycia energii i możliwości sterowania. Koszty w Wariacie I nie zawierają kompensacji mocy biernej, która na pewno wystąpi, zatem jest względnie tańszy, a koszty występujące z tego tytułu mogą obniżyć oszczędności. Pomędzy wariantem I a wariantem II nie ma dużej różnicy w zakresie kosztów. Zaproponowany w wariacie III system sterowania i zarządzania oświetleniem może przynieść korzyści analityczne związane z badaniem prawidłowości pracy urządzeń, poziomu ich zużycia, poborów mocy, awarii itp., a także umożliwić jego prostą obsługę.

Zarówno wariant I, jak i II uwzględnia zastosowanie nowoczesnych opraw LED z zasilaczami elektronicznymi o **cos fi = 0,98**. Dodatkowo, w wariacie III są przewidziane do montażu w szafki oświetleniowe z układami do kompensacji mocy biernej.

8.2 Sprzęt oświetleniowy

- oprawy drogowe

Proponujemy zastosować oprawy z punktu 6.1 oprawa 2, jednego z czołowych producentów krajowych, spełniające zakładane wymagania.



W związku z tym do wykonania niniejszego zamówienia rekomendujemy oprawy oświetlenia ulicznego o parametrach technicznych, użytkowych i fotometrycznych nie gorszych niż opisane poniżej:

1. Korpus oprawy z ciśnieniowego odlewu aluminium
2. Budowa dwukomorowa – rozdzielenie termiczne komory optycznej od komory z osprzętem elektrycznym
3. Obudowa ograniczająca osadzanie się na górnej części zanieczyszczeń- (np. liści, ptasich odchodów itp.)
4. Budowa modułowa, pozwalająca na fizyczne odłączenie w celach serwisowych komory optycznej od komory z układem zasilającym, a także na szybką wymianę układu optycznego i zasilającego
5. Budowa tzw. future proof – w związku z pojawianiem się coraz bardziej zaawansowanych i wydajniejszych źródeł LED w celu zmniejszenia w przyszłości dalszego poboru energii przy zachowaniu strumienia świetlnego w naturalny i prosty sposób istnieje możliwość wymiany kpl. paneli.
6. Możliwość regulacji kąta pochylenia oprawy przy pomocy zintegrowanego uchwytu w zakresie : 0-15⁰ przy montażu na sztorc, regulacja -15⁰ do +15⁰ przy montażu na wysięgniku,
7. Zintegrowany z oprawą trzebień mocujący z możliwością montażu na poziomym wysięgniku o średnicy 42-60 mm oraz bezpośrednio na słupie
8. Stopień szczelności IP66 dla obu komór.
9. Szczelność komory osprzętu zapewnia wylewana w profilu uszczelka poliuretanowa

10. Oprawa wyposażona w system regulujący ciśnienie w oprawie, zabezpieczający przed kondensacją pary wodnej w oprawie.
11. Oprawa wyposażona w wewnętrzny radiator rozpraszający ciepło emitowane przez diody LED,
12. Ze względu na różne niekorzystne warunki atmosferyczne, dostęp do komory lampy i komory osprzętu musi następować od dołu,
13. oprawa powinna być wykonana zgodnie z wymogami normy - bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych PN-EN 62471:2010, oraz Dyrektywą RoHS nr: 2008/354//E,
14. RA powyżej **70**
15. Trwałość LED 80.000h dla L90B50 – przy prądzie 700mA
16. Płaska szyba hartowana min - IK08
17. Oprawa wyposażona w autonomiczny układ redukcji mocy / fabrycznie zaprogramowany: od 23.00 – 01.00 – redukcja o 30%, 01.00 – 05.00 – redukcja o dalsze 20%, 05.00 – do wyłączenia – pełna moc,

Autonomiczny przekaźnik czasowy o parametrach:

- Sterowanie mocą pojedynczej oprawy
 - Umożliwia czasową redukcję strumienia świetlnego w oprawach typu LED
 - Możliwość regulacji przedziałów czasowych jak i poziomu redukcji w zakresie od 10 do 100%
 - Brak przewodu sterującego
 - Brak zegara
 - Pobór mocy <0,5W
 - Temperatura pracy -30/+80°C
18. Beznarzędziowy dostęp do komory osprzętu elektrycznego
 19. Kolor korpusu oprawy RAL 7042
 20. Oprawa posiada deklarację zgodności CE, oraz ENEC,
 21. Wszystkie soczewki mają taką samą charakterystykę fotometryczną. – w przypadku awarii nawet kilku ledów lub całego paska – fotometria oprawy pozostaje bez zmian – spada tylko natężenie oświetlenia na drodze. Nie ma efektu „dziur” w fotometrii. Każda soczewka panelu emituje taką samą krzywą światłości.
 22. Wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem WE nr 245/2009 ,ULOR = 0 przy ustawieniu w pozycji 0 st.
 23. Temperatury barwowe 5700K
 24. Wydajność źródła LED powyżej 135lm/w dla prądu 700 mA
 25. Trwałość LED 80.000h dla L80B50 – przy prądzie 700mA,
 26. Oprawa wykonana w I klasie fotobiologicznej zgodnie z wymogami normy -bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych PN-EN 62471:2010, oraz Dyrektywą RoHS nr: 2008/354//E,
 27. RA powyżej 70

28. Oprawa posiada rozłącznik odcinający napięcie w momencie otwarcia pokrywy osprzętu elektrycznego
29. II klasa ochronności przeciwporażeniowej,
30. Oprawa wyposażona w **ogranicznik przepięć** do ochrony zasilania źródeł światła LED:
 - II kl. ochrony przeciwporażeniowej,
 - Stopień szczelności – IP 65,
 - Sygnalizacja stanu urządzenia,
 - Aparat uszkodzony – separacja sieci i obwodu prądowego,
 - Max. znamionowy prąd obciążenia – 5A,
 - Zakres temperatury pracy (-40⁰ do + 85⁰ C),
 - Znamionowy prąd wyładowczy – 5kA,
 - Najwyższe napięcie trwałej pracy -320V AC,
 - Max. prąd wyładowczy – 10kA,
 - Napięciowy poziom ochrony przy I_n -1,5 kV,
 - Wytrzymałość zwarciova – 10000A,

Oprawy parkowe

Oprawa 1

Parametry techniczne oprawy:

- KORPUS: ciśnieniowy odlew aluminiowy, malowany proszkowo oraz profil z ekstrudowanego aluminium
- Oprawa kształtem zbliżona do załączonego zdjęcia,
- DYFUZOR: szkło hartowane, przezroczyste
- OPTYKA: matrycowy układ soczewkowy
- ZASILACZ: elektroniczny IP65, wewnątrz oprawy
- WYMIARY: wys. 520mm , 475 x 475mm
- Strumień: 4200lm ; Moc: 40W ; 105lm / W
- Temperatura barwowa 4000K
- CRI > 70
- I klasa ochronności
- IP – 65
- IK - 10

- Kolor obudowy – czarny,
- Autonomiczna redukcja w zakresie trzech przedziałów czasowych (22.00 – 01.00 – redukcja 30%, 01.00 – 05.00 – dalsza redukcja o 20%), zamontowana w oprawie, z możliwością przeprogramowania sterownikiem typu APC-2 prog z poziomu szafy sterującej, indywidualny przekaźnik dla opraw LED musi posiadać następujące możliwości:
 - zdefiniowania trzech przedziałów czasowych i przypisania każdemu z nich osobnego poziomu redukcji.
 - - sterowanie zasilaczem LED w technologii 1-10V DC lub DALI
 - - przeprogramowywanie opraw bez dodatkowych przewodów sterujących
 - - programowanie wszystkich opraw jednocześnie bez konieczności osobnego podłączania się do każdej lampy
 - - zasilanie +5% -15%;
 - - pobór mocy < 0,5W;
 - - temperatura pracy -30/+80°C;

Oprawa 2

Parametry techniczne oprawy:

- Oprawa LED w wersji z kulą świecącą w dół montowana na słupie,
- Strumień świetlny 3000 lm, skuteczność świetlna 90 lm/W,
- Temperatura barwowa 3000K;
- Napięcie znamionowe: 230V,
- Moc: 33W,
- Stopień szczelności - IP65;
- Korpus wykonany z ciśnieniowego odlewu aluminiowego, lakierowany;
- Dyfuzor z poliwęglanu opalizowanego, **dotatkowo, wewnątrz oprawy zamontowana osłona przeciw świeceniu w górę;**
- Wymiary klosza (DxH) 400x505 mm,
- Kolor katalogowy: RAL 9006 połysk;
- **Oprawa wyposażona w element ograniczający świecenie w górną półprzestrzeń;**
- Oprawy mogą być instalowane na słupach lub wysięgnikach rurowych z końcówkami \varnothing 48 lub przy pomocy specjalnego reduktora \varnothing 60.
- Autonomiczna redukcja w zakresie trzech przedziałów czasowych (22.00 – 01.00 – redukcja 30%, 01.00 – 05.00 – dalsza redukcja o 20%), zamontowana w oprawie, z możliwością przeprogramowania sterownikiem typu APC-2 prog z poziomu szafy sterującej, - indywidualny przekaźnik dla opraw LED musi posiadać następujące możliwości:
 - zdefiniowania trzech przedziałów czasowych i przypisania każdemu z nich osobnego poziomu redukcji.
 - - sterowanie zasilaczem LED w technologii 1-10V DC lub DALI
 - - przeprogramowywanie opraw bez dodatkowych przewodów sterujących
 - - programowanie wszystkich opraw jednocześnie bez konieczności osobnego podłączania się do każdej lampy
 - - zasilanie +5% -15%;
 - - pobór mocy < 0,5W;
 - - temperatura pracy -30/+80°C;

Dobrane w audycie urządzenia oprawy ze wskazaniem konkretnych typów lub producentów zostały przyjęte celem rzetelnego opracowania projektu umożliwiające jego jednoznaczne odczytanie (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego. Dz. U. z dnia 20 lipca 2003r.) Celem podania nazw producentów i typów nie jest wyeliminowanie konkurencji, lecz jednoznaczne określenie parametrów urządzeń. Aby potwierdzić, że oferowane oprawy oświetlenia ulicznego będą spełniać wymagania oświetleniowe zawarte w załączonych obliczeniach fotometrycznych i **będą zgodne z normą PN-EN 13201**, do oferty równoważnej zaleca się załączyć obliczenia fotometryczne dla proponowanych opraw wykonane dla wszystkich charakterystycznych odcinków dróg zgodnie z załączonymi przykładowymi obliczeniami. Obliczenia takie winny potwierdzać, że proponowane oprawy zapewniają nie gorsze parametry oświetleniowe niż te zaproponowane w audycie. Wyliczenia takie, aby były porównywalne, muszą zawierać wszystkie parametry, które zawierają obliczenia przykładowe, wykonane na podstawie tych samych danych, tj. szerokość drogi, wysokość zawieszenia oprawy, wysunięcie oprawy nad jezdnię, odstęp między oprawami, strumień źródła światła itd.

Aby móc stwierdzić, iż oprawy spełniają minimalne założenia fotometryczne należy udostępnić dane techniczne właściwości opraw – rozsyłu światła opraw oświetleniowych – całej bryły światłości w formie elektronicznej bazy danych (np. plików LDT) umożliwiających na ich podstawie dokonanie wyliczeń parametrów oświetleniowych drogi w ogólnie dostępnym programie komputerowym do wspomagania obliczeń (np. RELUX lub DIALUX).

8.3 Utrzymanie oraz zarządzanie powstałą w wyniku realizacji przedsięwzięcia infrastrukturą

Utrzymanie nowopowstałej infrastruktury opiera się przede wszystkim na zabezpieczeniu środków na utrzymanie systemu w corocznych uchwałach podejmowanych przez JST dotyczących zakupu energii elektrycznej i konserwacji (zgodnie z aktualnymi cenami).

Monitorowanie i zarządzanie prawidłowością pracy urządzeń opartych na systemie zdalnego starowania i zarządzania oświetleniem sprowadza się do analizy raportów o zdarzeniach występujących w sieci oświetlenia przekazywanych drogą mailową na stanowisko komputerowe osoby (wskazanego pracownika JST) odpowiedzialnej za obsługę systemu i reagowanie na wszelkie odstępstwa od wcześniej zaplanowanych parametrów pracy systemu. Inteligentne kontrolery sterujące systemem oświetleniowym rejestrują faktyczne interwencje serwisanta, prądy, napięcia, $\cos \varphi$, czas pracy systemu oraz wielkość zużytej energii. Łatwiej jest zdalnie diagnozować pracę systemu, a zlecone serwisantowi działania są monitorowane przez system komputerowy.

Konserwacja zainstalowanych urządzeń musi odbywać się zgodnie z zaleceniami producenta, którego sprzęt został zainstalowany, są to najczęściej półroczne przeglądy serwisowe w okresie 5 letniej gwarancji. Kosztem stałym który należy wliczyć w kwotę na utrzymanie systemu jest koszt zakupu kart SIM do analizatorów sieci w skrzynkach SOU (w systemie sterowania i zarządzania oświetleniem miasta oraz koszt serwisu pogwarancyjnego).

Poniżej przedstawione zostały szacunkowe koszty utrzymania systemu w roku:

1. Koszt serwisu gwarancyjnego liczony od zgłoszenia awarii - pierwsze pięć lat (gwarancja) =0zł.
2. Koszt serwisu pogwarancyjnego przez kolejne pięć lat przy awariach ok. 3% rocznie (zgodnie z danymi producentów) z ilości zamontowanych urządzeń ok. 7000zł/rok.
3. Koszt zakupu abonamentów dla zainstalowanych kart SIM 65 szt. kart*10zł=650 zł brutto/mc*12 m-cy=7800 zł brutto/rok.

8.4 Procedura administracyjna niezbędna do przeprowadzenia inwestycji

Dokumenty dla Wariantu wybranego do realizacji

- Intencyjna Uchwała Rady w sprawie podjęcia zadania energooszczędnej inwestycji.
- Wykazanie się prawem do dysponowania nieruchomością na cele budowlane.
- Wystąpienie do ZE o wydanie warunków technicznych modernizacji, w przypadku woli korzystania z konstrukcji wsporczych ZE.
- Tam gdzie będzie to konieczne zawarcie Umowy z ZE o dzierżawę konstrukcji wsporczych w celu zainstalowania oświetlenia ulicznego.

9. WNIOSKI

Wnioski z inwentaryzacji oświetlenia

Przeprowadzona analiza pozwala na określenie zakresu modernizacji wraz z systemem sterowania. Modernizację należy bezwzględnie przeprowadzić na podstawie wymagań oświetleniowych, analizy funkcji komunikacyjno-urbanistycznej każdej ulicy oraz określenia głównych tras i szlaków przejazdów tranzytowych i lokalnych, zgodnej z aktualnie obowiązującą od 2004 roku normą oświetleniową PN-EN 13201. Formalnie norma PN-EN 13201 nie zastępuje dotychczasowej PN-76/E-02032, a stosowanie norm jest dobrowolne, co do zasady. Niemniej dla zamówień publicznych, zgodnie z orzeczeniami Zespołów Arbitrów (ZA) przy prezesie UZP, a aktualnie Krajowej Izby Odwoławczej (KIO), Prawo zamówień publicznych art. 30, nie pozwala, aby projekt i wykonanie były w sprzeczności z normą (od 2004 przenoszącą normę europejską). Spełnienie normy oznacza również, że projekt i wykonanie są bezpieczne dla użytkowników. Analogicznie pożądane jest, aby wszystkie nowo projektowane, modernizowane i realizowane urządzenia oświetlenia drogowego uwzględniały wymagania normy europejskiej PN-EN 13201, gdyż norma ta uwzględnia najnowszy poziom wiedzy i współczesnej techniki oświetleniowej a jej stosowanie narzuca art. 30 Ustawy Pzp.

Do modernizacji zakwalifikowano **565 opraw**. Projekt fotometryczny został umieszczony w załączniku.

Do przedsięwzięciu należy stosować wyłącznie oprawy z obudową aluminiową, o szczelności nie mniejszej niż - IP 66.

Świadczenie usługi konserwacji zmodernizowanego systemu oświetleniowego przez 3 letni okres obowiązywania rękojmi na wykonane roboty za kosztorysową cenę ofertową uzależnioną od ilości opraw objętych konserwacją zgodnie z poniższym opisem:

- 1) wymiana niesprawnych lub uszkodzonych elementów opraw ulicznych tj.: klosza, statecznika, kondensatora, zapłonika, źródła światła, (w ciągu 24 godz. od momentu zgłoszenia awarii)
- 2) wymiana elementów linii tj.: bezpieczników, zacisków (w ciągu 24 godz. od momentu zgłoszenia awarii)
- 3) czyszczenie kloszy opraw świetlnych z zewnątrz a w uzasadnionych wypadkach wewnątrz, (2 razy w okresie 5 lat).
- 4) przeglądy elementów sterujących oświetleniem lub ich wymiana, (raz w roku i w przypadku zgłoszenia awarii - w ciągu 24 godz. od jej zgłoszenia)
- 5) usuwanie zwarć w liniach oświetleniowych należących do zamawiającego i oprawach, (w ciągu 24 godz. od momentu zgłoszenia awarii)
- 6) wykonanie pomiarów ochrony przeciwporażeniowej wraz z protokołami, (raz na 3 lata)
- 7) uzupełnianie i wymiana należących do zamawiającego opraw zniszczonych lub zdewastowanych.

W przypadku wymian, modernizacji, przebudów i dobudów stosować się do ogólnej koncepcji oświetlenia, opracowanej dla całej gminy.

Zastosować nowoczesne urządzenia redukcji mocy w godzinach mniejszego natężenia ruchu oraz najnowocześniejsze systemy sterowania i zarządzania oświetleniem.

Sporządził :