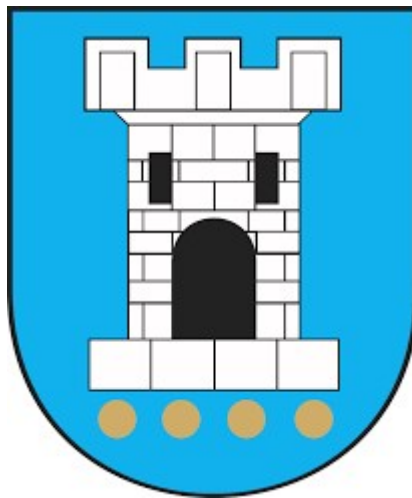




Audyty energetyczny oświetlenia ulicznego na terenie Miasta Pleszew



Klasyfikacja robót:

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

Na zlecenie:

Miasto i Gmina Pleszew
Ul.Rynek 1
63-300 Pleszew

Wykonał:

UNI-ESCO Jarosław Rejlich
ul. 3 Maja 5/111
05-870 Błonie

SPIS TREŚCI

1. CEL MODERNIZACJI OSWIETLENIA ULICZNEGO	3
1.1. Cel opracowania	3
1.2. Kwestie oddziaływania na środowisko.....	4
1.3. Akty prawne dotyczące oświetlenia ulicznego i drogowego.....	5
2. ZAKRES OPRACOWANIA	7
3.OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA I OCENA STANU ISTNIEJĄCEGO OSWIETLENIA NA TERENIE MIASTA.....	7
3.1. Zakres własnościowy infrastruktury oświetlenia drogowego	7
3.2. Wnioski wynikające z inwentaryzacji	8
4. WARIANTY MODERNIZACJI OSWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE MIAST I ICH ANALIZA	13
4.0 Założenia ogólne dla rozpatrywanych wariantów i zanieczyszczenie powietrza.....	13
4.1 Wariant I	15
4.4 Wariant II –	18
4.8 Wariant III.....	21
...	
5.ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTÓW MODERNIZACJI OSWIETLENIA DROGOWEGO	25
5.1. Wariant I	25
5.2 Wariant II	26
5.4 Wariant III	27
6. ANALIZA TECHNICZNA PROPONOWANYCH ROZWIĄZAŃ	28
6.1. Oprawy oświetleniowe	28
6.2 Sposoby redukcji mocy oraz sterowania i zarządzania	37
7.OPIS WARIANTU PROPONOWANEGO DO REALIZACJI.....	45
7.1 Sprzęt oświetleniowy.....	45
8.UTRZYMANIE ORAZ ZARZĄDZANIE POWSTAŁĄ INFRASTRUKTURĄ.....	48
8.1 Procedury administracyjne niezbędne do przeprowadzenia inwestycji.....	48
9. WNIOSKI	48
10. ZAŁĄCZNIKI (tabele inwentaryzacyjne, karty katalogowe opraw, projekt fotometryczny, dokumentacja zdjęciowa, mapy terenu, pliki shp.pdf.)	

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 Pleszew 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.

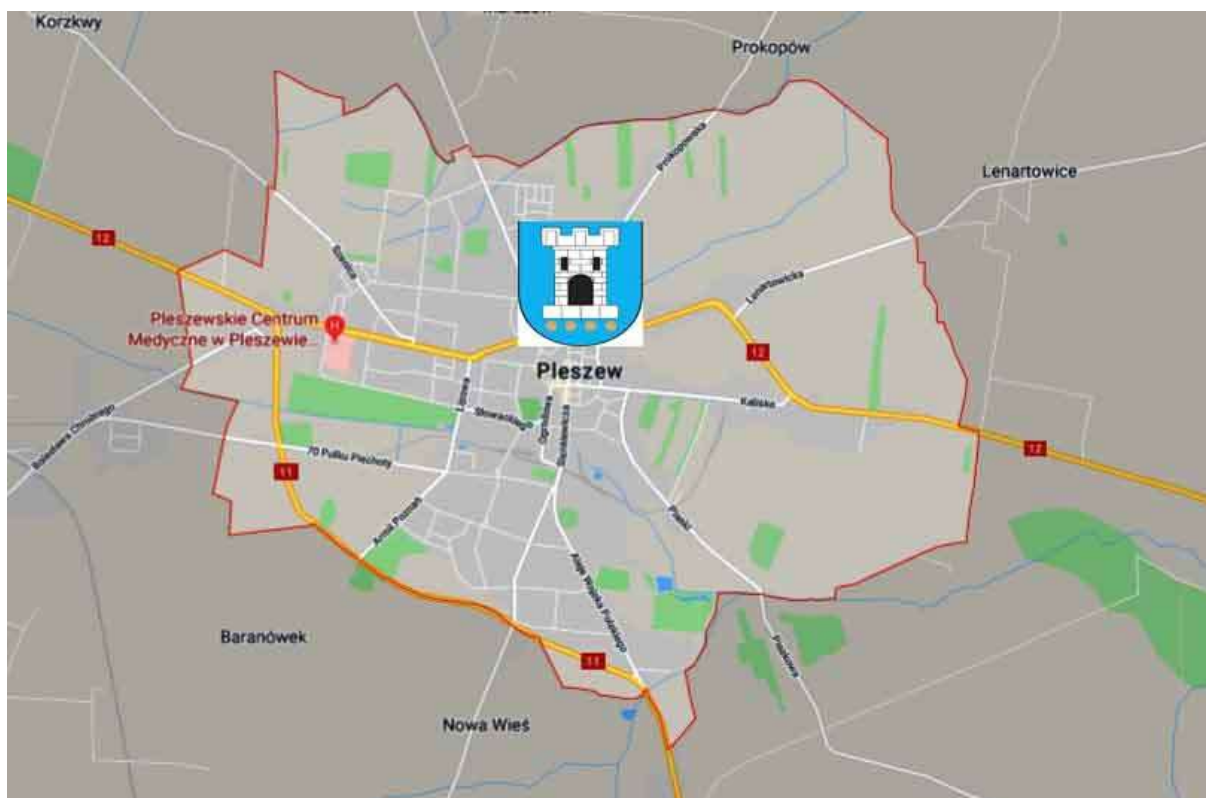
Podstawowe Informacje

Projekt jest opatrzony tytułem: „*Audyt energetyczny oświetlenia ulicznego na terenie Miasta Pleszew*” 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 około **64** % a więc znacznie zmniejszy opłaty za pobór energii. Istotnie poprawi wizerunek Miasta, korzystnie wpływając na rozwój ekonomiczny. Zapewni także większe bezpieczeństwo mieszkańcom.

Lokalizacja projektu



Pleszew – miasto w województwie wielkopolskim, w Kaliskim, na Wysoczyźnie Kaliskiej, nad Nerem, siedziba powiatu pleszewskiego i gminy Pleszew. Według danych z 1 stycznia 2019 roku miasto liczyło 17 356 mieszkańców.

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 2018 rok, opublikowane przez KOBIZE w roku 2019 do wyznaczania poziomu bazowego dla projektów realizowanych w Polsce - 0,792 Mg CO₂/MWh czyli 792 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. Nr 14, poz. 60, tekst jednolity Dz. U. 2015r. poz. 460 z 31 marca 2015 r.)
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. 2016, poz. 290 z 8 marca 2016 r.)
- Ustawa z dnia 22 czerwca 2016 r.- Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2017 r. poz. 1579, 2018) – tekst ujednolicony przez Urząd Zamówień Publicznych.

Rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2.03.1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43 z 1999 z późn. zmianami) § 109.
Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 27 lipca 2016 r., w sprawie wykazu robót, **nie kwalifikujące instalowanie urządzeń oświetlenia drogowego, jako robotę budowlaną.**
Należy kwalifikować ten zakres, zgodnie ze znowelizowaną 25 lipca 2016 r., Ustawą Prawo Zamówień Publicznych jako dostawę połączoną z instalacją.
- **Normy:** PN-EN 13201- 2, 3 i 4 Oświetlenie Dróg wraz z późniejszymi zmianami PN-EN 13201 : 2016

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). Część3-2: Dopuszczalne poziomy. Dopuszczalne poziomy emisji harmoniczných 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 oprądzie 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 kolejny raport techniczny dostarczający wyjaśnień i wytycznych dotyczących oceny zagrożenia oka światłem niebieskim. Należy również oczekiwać, że klasyfikacja źródeł niespójnego promieniowania optycznego zostanie w najbliższych latach rozszerzona na źródła nieelektryczne, bowiem aktualnie jest przygotowywany projekt odpowiedniej normy europejskiej. Rozwiązania zawarte w niniejszym opracowaniu podlegają ochronie prawa autorskiego i mogą być powielane oraz udostępniane osobom trzecim jedynie na podstawie pisemnego zezwolenia UNI-ESCO Jarosław Rejlich z zastrzeżeniem skutków prawnych. Projekt został sporządzony zgodnie zobowiązującymi przepisami i może być skierowany do realizacji. Projekt podlega ochronie prawa autorskiego. Powielanie i kopiowanie fragmentów, jak i całości jest zabronione. Ustawa o prawie autorskim i prawach pokrewnych z dn. 04.02.1994, Dz. U. Nr 24 poz. 83 z dnia 23.02.1994r. (z późniejszymi zmianami)

2.ZAKRES OPRACOWANIA

Opracowanie obejmuje:

- 1.Inwentaryzacja 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 ISTNIEJĄCEGO OŚWIETLENIA NA TERENIE MIASTA

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 **1701** 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 Miasta w roku **2019** na cele eksploatacji oświetlenia (energia elektryczna i konserwacja), 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 Miasta.
- c) Oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem, należące do Miastazainstalowane 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 Miasta, 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 **Pleszew** zinwentaryzowano **1701 szt.**.. opraw.

Poniżej zestawienie mocy zainstalowanych źródeł.

Źródło światła	Ilość	Moc (W)	Moc łączna(W)
LRF 125 W	13	138	1794
LRF 250 W	34	268	9112
WLS 70 W	153	83	12699
WLS 100 W	902	115	103730
WLS 150 W	232	176	40832
WLS 250 W	1	268	268
LED 12 W	47	12	564
LED 32 W	21	32	672
LED 35 W	4	35	140
LED 40 W	12	40	480
LED 41 W	2	41	82
LED 42 W	14	42	588
LED 43 W	5	43	215
LED 50 W	16	50	800
LED 51 W	2	51	102

LED 54 W	43	54	2322
LED 55 W	1	55	55
LED 60 W	30	60	1800
LED 65 W	27	65	1755
LED 69 W	6	69	414
LED 70 W	2	70	140
LED 72W	76	72	5472
LED 74 W	1	74	74
LED 77 W	14	77	1078
LED 80 W	29	80	2320
LED 81 W	13	81	1053
LED 88 W	1	88	88
Razem	1701		188649

Moc wszystkich lamp według inwentaryzacji **188,65 kW** (z uwzględnieniem strat w zasilaczach)

Cena energii według taryfy C11 **0,35 zł /kWh netto**

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

Po dokonaniu niezbędnych obliczeń dla podanych wyżej wartości otrzymano roczne koszty energii oświetlenia ulicznego (razem z konserwacją) na poziomie **474 404,43 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 Miastawykażała, iż obecnie istniejący system oświetlenia ulicznego jest w w stanie przeciętnym. 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. Nowo montowane oprawy LED – owe są niższej mocy niż istniejące oprawy, a ich dobór w oparciu o założenia normy świadczy o dbałości ekonomicznej i technicznej wykonywanych inwestycji. Miasto stosuje oprawy uliczne w technologii LED, których zinwentaryzowano **366 szt.**

Poniżej zestawienie typów i mocy zainstalowanych opraw:

L.p.	Rodzaj oprawy	Nazwa	ilość	moc (W)	moc łączna (W)
1	rtęciowa	ORZ	8	138	1104
2	rtęciowa	OUR	5	138	690
3	rtęciowa	OUR	30	268	8040
4	rtęciowa	OUS	4	268	1072
5	sodowa	ALUROAD	74	115	8510

6	sodowa	ALUROAD	9	176	1584
7	sodowa	AREALAMP	29	83	2407
8	sodowa	AREALAMP	41	115	4715
9	sodowa	ASTRA	35	115	4025
10	sodowa	AURA	42	83	3486
11	sodowa	AURIS	35	83	2905
12	sodowa	KULA	18	115	2070
13	sodowa	KULA	5	83	415
14	sodowa	OS-1	22	83	1826
15	sodowa	OUS	1	115	115
16	sodowa	OUS	57	176	10032
17	sodowa	OUS	1	268	268
18	sodowa	OUSC	4	83	332
19	sodowa	OUSC	257	115	29555
20	sodowa	OUSC	7	176	1232
21	sodowa	OUSD	2	115	230
22	sodowa	SGS101	16	83	1328
23	sodowa	SGS101	3	115	345
24	sodowa	SGS102	99	115	11385
25	sodowa	SGS102	1	176	176
26	sodowa	SGS103	20	115	2300
27	sodowa	SGS203	258	115	29670
28	sodowa	SGS203	125	176	22000
29	sodowa	SGS204	8	115	920
30	sodowa	SGS204	31	176	5456
31	sodowa	ST	1	115	115
32	sodowa	SZYSZKA	54	115	6210
33	sodowa	WSL	30	115	3450
34	sodowa	ZSD	1	115	115
35	sodowa	WSL	2	176	352
36	LED	ANDROMEDA	6	69	414
37	LED	BGP	4	35	140
38	LED	BGP	1	55	55
39	LED	BGP	2	60	120
40	LED	BGP	22	65	1430
41	LED	BGP	1	74	74
42	LED	BGP 761	76	72	5472
43	LED	BRILLUM	47	12	564
44	LED	BRILLUM	2	70	140

45	LED	BRILLUM	1	88	88
46	LED	CLEARWAY	5	43	215
47	LED	DISANO	14	42	588
48	LED	DISANO	2	51	102
49	LED	DOZIEMNA	14	77	1078
50	LED	GULLNING	20	80	1600
51	LED	INNA	12	40	480
52	LED	OW LED	28	60	1680
53	LED	OW LED	9	80	720
54	LED	PERFAND	5	65	325
55	LED	TOSHIBA	21	32	672
56	LED	TOSHIBA	2	41	82
57	LED	TOSHIBA	16	50	800
58	LED	TOSHIBA	13	81	1053
59	LED	URBINO	43	54	2322
			1701		188649

Niestety w dalszym ciągu średnia energochłonność istniejących punktów świetlnych całego systemu oświetlenia zewnętrznego kształtuje się na poziomie ponad **110 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 nawet do ok.**50 W/pkt. św.** Na terenie Miasta wykorzystuje się głównie słupy stalowe- 758 szt. występują także słupy aluminiowe – 111 szt., słupy drewniane-6 szt., słupy betonowe -432 szt. oraz słupy ozdobne -139 szt. Część z nich wymaga remontu lub wymiany.

Poniżej wybrane oprawy zinwentaryzowane na terenie Miasta:



Ul.Bolesława Śmiałego -oprawa WSL



Ul.Zachodnia-oprawa LED -BGP

Oprawy uliczne sodowe w dużej części są w stanie przeciętnym - lata eksploatacji spowodowały znaczny ubytek sprawności na skutek zanieczyszczeniem kloszy i żółknięcia powłoki kloszy lub pęknięcia klosza. Powoduje to utratę znacznej części strumienia świetlnego, co w efekcie końcowym sprawia, iż obowiązująca norma oświetleniowa nie jest spełniona. Oprawy rtęciowe wymagają wymiany ze względu na zmniejszone bezpieczeństwo oraz przestarzałą technologię, która odbiega od dzisiejszych norm. Opłaty naliczane są według taryfy C12B. System sterowania oparty jest na zegarach sterujących i fotokomórkach.

Na terenie Miasta zinwentaryzowano 66 szt.szaf sterujących.(zestawienie w zał.)

Poniżej wybrane zdjęcia:



So 4-ul.Kaliska



So 57-Rynek

4.WARIANTY MODERNIZACJI OSWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE MIASTAI ICH ANALIZA

4.0 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 – Pendrive). 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 LightPollution

LightPollution to angielska nazwa zjawiska zanieczyszczenia środowiska światłem. Występuje wszędzie tam, gdzie oświetlenie zamiast służyć celowi, dla którego zostało zbudowane, oświetla również inne objekty, 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 zaśmiecenie 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 **Pleszew** występuje w szczególności wszędzie tam, gdzie:

- **oprawy uliczne, z odbłyśnikami instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 15°,**
- Oprawy starego typu, z odbłyśnikiem o stosunkowo niskiej asymetrii takie jak np. OUS instalowane są pod kątem większym niż 30°
- Rekomenduje się zmianę kątów wysięgników na wynikający z obliczeń fotometrycznych, oraz stosowanie opraw o kierunkowym rozsyle 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 destrukta 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 opraw ze źródłami światła typu HQL tzn. rtęciowych należy zachować ostrożność, aby nie dopuścić do uwolnienia szkodliwych związków do środowiska. Następnie źródła i oprawy poddać utylizacji w specjalizowanym zakładzie.

4.1 Wariant I

Wariant I - modernizacja systemu oświetlenia Miasta polegająca na wymianie części wyświetników, opraw sodowych, i rtęciowych na oprawy LED. Istniejące oprawy LED pozostają. Wariant ten zakłada wymianę opraw oraz brak zastosowania kompensacji mocy biernej. Należy się liczyć w przypadku tego wariantu z wystąpieniem dodatkowych opłat w z tytułu wystąpienia mocy biernej pojemnościowej.

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie

- Demontaż opraw (**1335** szt.)
- Montaż nowych opraw LED (**1335** szt.)
- Wymiana i montaż przewodu zasilającego oprawy i wyświetników (**107** szt.)

Poniżej zestawienie ilości i mocy przed i po modernizacji :

	Aktualna całkowita ilość opraw	
	Przed modernizacją	Po modernizacji
Całkowita ilość opraw	1701	1701
W tym oprawy rtęciowe	47	0
W tym oprawy sodowe	1288	0
W tym oprawy LED projektowane	0	1335
W tym oprawy LED istniejące	366	366
Pobór mocy całkowity - kW	188,65 Kw	85,52 Kw

Moc rzeczywista po wykonaniu tej modernizacji będzie wynosiła **85,52 kW**, co stanowi obniżenie mocy zainstalowanej o **55 %**

Poniżej zestawienie ilości i mocy po modernizacji :

L.p.	Źródło światła	Ilość	Moc (W)	Moc łączna(W)
1	LED 18 W	61	23	1403
2	LED 23 W	44	27	1188
3	LED 27 W	254	35	8890
4	LED 29 W	281	51	14331
5	LED 34 W	152	52	7904
6	LED 38 W	130	58	7540
7	LED 46 W	55	46	2530

8	LED 53 W	69	53	3657
9	LED 72 W	52	72	3744
10	LED 100 W	56	100	5600
11	LED 115 W	15	115	1725
12	LED 36 W	142	36	5112
13	LED 70 W	24	70	1680
14	LED 12 W	47	12	564
15	LED 32 W	21	32	672
16	LED 35 W	4	35	140
17	LED 40 W	12	40	480
18	LED 41 W	2	41	82
19	LED 42 W	14	42	588
20	LED 43 W	5	43	215
21	LED 50 W	16	50	800
22	LED 51 W	2	51	102
23	LED 54 W	43	54	2322
24	LED 55 W	1	55	55
25	LED 60 W	30	60	1800
26	LED 65 W	27	65	1755
27	LED 69 W	6	69	414
28	LED 70 W	2	70	140
29	LED 72W	76	72	5472
30	LED 74 W	1	74	74
31	LED 77 W	14	77	1078
32	LED 80 W	29	80	2320
33	LED 81 W	13	81	1053
34	LED 88 W	1	88	88
	Razem	1701		85518

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Taryfa C11	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1966	188,65	370885,90	0,35	129810,07	159666,38
Ilość h-taryfa nocna	2058	188,65	388241,70	0,35	135884,60	167138,05
Koszty konserwacji					120000,00	147600,00
SUMA	4024		759127,60		265694,66	474404,43

Koszty energii w skali roku po modernizacji

Taryfa C11	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1966	85,52	168132,32	0,35	58846,31	72380,96
Ilość h-taryfa nocna	2058	85,52	176000,16	0,35	61600,06	75768,07
Koszt energii biernej					72250,92	88868,63
Koszty konserwacji					30000,00	36900,00
SUMA	4024		344132,48		222697,29	273917,66

W tym wariantcie należy się liczyć z wystąpieniem mocy biernej pojemnościowej i związanymi z tym kosztami i tak przy łącznej mocy zainstalowanych lamp LED 85,52 kW spodziewana moc bierna to 17,10 kWar da to odpowiednio:

-dla taryfy dziennej 1966 h x 17,10 kWar x 3 x 0,35 PLN/kWarh = 35 299,53 PLN netto

-dla taryfy nocnej 2058 h x 17,10 kWar x 3 x 0,35 PLN/kWarh = 36 951,39 PLN netto .

Spodziewane łączne opłaty roczne za energię bierną pojemnościową wynoszą zatem około 72 250,92 netto 88 868,63 PLN brutto.

Przed modernizacją moc pobierana (zainstalowana) wynosiła **188,65 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 **792 kg/MWh** Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **759,13 MWh** co daje ok. **601 Mg CO₂**

Wskaźnik redukcji emisji CO₂

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Roczne zużycie energii przed [MWh]	Przed modernizacją [kg]	Roczne zużycie energii po [MWh]	Po modernizacji [kg]	Wielkość redukcji	% redukcji
CO ₂	792	759,13	601231	344,13	272551	328680	55
SO ₂	0,704	759,13	534	344,13	242	292	55
NO _x	0,653	759,13	496	344,13	225	271	55
CO	0,285	759,13	216	344,13	98	118	55
Pył całkowity	0,037	759,13	28	344,13	13	15	55

Ograniczenie emisji CO₂ wyniesie w omawianym wariantcie ok. **55%** co pozwoli na redukcję emisji do **272 Mg/rok**

Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	474404,43			
Emisja CO2 przed modernizacją		601		
Koszty po modernizacji	273917,66		200486,77	
Emisja CO2 po modernizacji		272		329
Koszt wykonania modernizacji	1957788,15			
Zwrot inwestycji w latach	10			

Obliczając koszty materiałów oparto się na aktualnych cennikach producenckich. W wypadku realizacji remontu w terminie późniejszym niż luty 2020 należy się liczyć z możliwością zmiany cen. Koszt robocizny i inne koszty przyjęto kierując się aktualnie proponowanymi cenami dla tego rodzaju usług w województwie wielkopolskim. Koszty wskazane w opracowaniu należy oczywiście przyjąć jako koszty szacunkowe i wynoszą one: **1 957 788,15 zł brutto**

4.2 Wariant II

Wariant II - modernizacja systemu oświetlenia Miasta polegająca na wymianie części wysięgników ,opraw sodowych i rtęciowych na oprawy LED z autonomiczną redukcją strumienia świetlnego w godzinach późnonocnych.Istniejące oprawy LED pozostają.

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie:

- Demontaż opraw (1335 szt.)
- Montaż nowych opraw LED (1335 szt.)
- Wymiana i montaż przewodu zasilającego oprawy i wysięgników (107 szt.)

Poniżej zestawienie ilości i mocy przed i po modernizacji :

	Aktualna całkowita ilość opraw	
	Przed modernizacją	Po modernizacji
Całkowita ilość opraw	1701	1701
W tym oprawy rtęciowe	47	0
W tym oprawy sodowe	1288	0
W tym oprawy LED projektowane	0	1335
W tym oprawy LED istniejące	366	366
Pobór mocy całkowity - kW	188,65 Kw	85,52 Kw

Moc rzeczywista po wykonaniu tej modernizacji będzie wynosiła **85,52 kW**, co stanowi obniżenie mocy zainstalowanej o **55 % + redukcja mocy**

Poniżej zestawienie ilości i mocy po modernizacji :

L.p.	Źródło światła	Ilość	Moc (W)	Moc łączna(W)
1	LED 18 W	61	23	1403
2	LED 23 W	44	27	1188
3	LED 27 W	254	35	8890
4	LED 29 W	281	51	14331
5	LED 34 W	152	52	7904
6	LED 38 W	130	58	7540
7	LED 46 W	55	46	2530
8	LED 53 W	69	53	3657
9	LED 72 W	52	72	3744
10	LED 100 W	56	100	5600
11	LED 115 W	15	115	1725
12	LED 36 W	142	36	5112
13	LED 70 W	24	70	1680
14	LED 12 W	47	12	564
15	LED 32 W	21	32	672
16	LED 35 W	4	35	140
17	LED 40 W	12	40	480
18	LED 41 W	2	41	82
19	LED 42 W	14	42	588
20	LED 43 W	5	43	215
21	LED 50 W	16	50	800
22	LED 51 W	2	51	102
23	LED 54 W	43	54	2322
24	LED 55 W	1	55	55
25	LED 60 W	30	60	1800
26	LED 65 W	27	65	1755
27	LED 69 W	6	69	414
28	LED 70 W	2	70	140
29	LED 72W	76	72	5472
30	LED 74 W	1	74	74
31	LED 77 W	14	77	1078
32	LED 80 W	29	80	2320
33	LED 81 W	13	81	1053
34	LED 88 W	1	88	88
	Razem	1701		85518

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Taryfa C11	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1966	188,65	370885,90	0,35	129810,07	159666,38
Ilość h-taryfa nocna	2058	188,65	388241,70	0,35	135884,60	167138,05
Koszty konserwacji					120000,00	147600,00
SUMA	4024		759127,60		265694,66	474404,43

Koszty energii w skali roku po modernizacji

Taryfa C11	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1966	85,52	168132,32	0,35	58846,31	72380,96
Ilość h-taryfa nocna 40% (-)	2058	51,31	105595,98	0,35	36958,59	45459,07
Koszt energii biernej					72250,92	88868,63
Koszty konserwacji					30000,00	36900,00
SUMA	4024		273728,30		198055,83	243608,66

Przed modernizacją moc pobierana (zainstalowana) wynosiła **188,75 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 **792 kg/MWh** Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **759,13 MWh** co daje ok. **601 Mg CO₂**

Wskaźnik redukcji emisji CO₂

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Roczne zużycie energii przed [MWh]	Przed modernizacją [kg]	Roczne zużycie energii po [MWh]	Po modernizacji [kg]	Wielkość redukcji	% redukcji
CO ₂	792	759,13	601231	273,73	216794	384437	64
SO ₂	0,704	759,13	534	273,73	193	342	64
NO _x	0,653	759,13	496	273,73	179	317	64
CO	0,285	759,13	216	273,73	78	138	64
Pył całkowity	0,037	759,13	28	273,73	10	18	64

Ograniczenie emisji CO₂ wyniesie w omawianym wariantcie ok. **64 %** co pozwoli na redukcję emisji do **216 Mg/rok**

Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	474404,43			
Emisja CO ₂ przed modernizacją		601		
Koszty po modernizacji	243608,66		230795,77	
Emisja CO ₂ po modernizacji		216		385
Koszt wykonania modernizacji	2215130,22			
Zwrot inwestycji w latach	10			

Obliczając koszty materiałów oparto się na aktualnych cennikach producenckich. W wypadku realizacji remontu w terminie późniejszym niż luty 2020 należy się liczyć z możliwością zmiany cen. Koszt robocizny i inne koszty przyjęto kierując się aktualnie proponowanymi cenami dla tego rodzaju usług w województwie wielkopolskim. Koszty wskazane w opracowaniu należy oczywiście przyjąć jako koszty szacunkowe i wynoszą one: **2 215 130,22 zł** brutto

4.3 Wariant III (rekomendowany)

Wariant III - modernizacja systemu oświetlenia Miasta polegająca na wymianie części wysięgników ,opraw sodowych i rtęciowych na oprawy LED z autonomiczną redukcją strumienia świetlnego w godzinach późnonocnych oraz montaż skrzynek z kompensacją mocy biernej.Istniejące oprawy LED pozostają.

Opis zakresu prac przewidzianych w tym wariantcie:

- Demontaż opraw (1335 szt.)
- Montaż nowych opraw LED (1335 szt.)
- Wymiana i montaż przewodu zasilającego oprawy i wyciągników (107 szt.)
- Montaż skrzynek z kompensacją mocy biernej (65 szt.)

Poniżej zestawienie ilości i mocy przed i po modernizacji :

	Aktualna całkowita ilość opraw	
	Przed modernizacją	Po modernizacji
Całkowita ilość opraw	1701	1701
W tym oprawy rtęciowe	47	0
W tym oprawy sodowe	1288	0
W tym oprawy LED projektowane	0	1335
W tym oprawy LED istniejące	366	366
Pobór mocy całkowity - kW	188,65 Kw	85,52 Kw

Moc rzeczywista po wykonaniu tej modernizacji będzie wynosiła **85,52 kW**, co stanowi obniżenie mocy zainstalowanej o **55+redukcja mocy**

Poniżej zestawienie ilości i mocy po modernizacji :

L.p.	Źródło światła	Ilość	Moc (W)	Moc łączna(W)
1	LED 18 W	61	23	1403
2	LED 23 W	44	27	1188
3	LED 27 W	254	35	8890
4	LED 29 W	281	51	14331
5	LED 34 W	152	52	7904
6	LED 38 W	130	58	7540
7	LED 46 W	55	46	2530
8	LED 53 W	69	53	3657
9	LED 72 W	52	72	3744
10	LED 100 W	56	100	5600

11	LED 115 W	15	115	1725
12	LED 36 W	142	36	5112
13	LED 70 W	24	70	1680
14	LED 12 W	47	12	564
15	LED 32 W	21	32	672
16	LED 35 W	4	35	140
17	LED 40 W	12	40	480
18	LED 41 W	2	41	82
19	LED 42 W	14	42	588
20	LED 43 W	5	43	215
21	LED 50 W	16	50	800
22	LED 51 W	2	51	102
23	LED 54 W	43	54	2322
24	LED 55 W	1	55	55
25	LED 60 W	30	60	1800
26	LED 65 W	27	65	1755
27	LED 69 W	6	69	414
28	LED 70 W	2	70	140
29	LED 72W	76	72	5472
30	LED 74 W	1	74	74
31	LED 77 W	14	77	1078
32	LED 80 W	29	80	2320
33	LED 81 W	13	81	1053
34	LED 88 W	1	88	88
	Razem	1701		85518

Koszty energii w skali roku przed modernizacją

Taryfa C11	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1966	188,65	370885,90	0,35	129810,07	159666,38
Ilość h-taryfa nocna	2058	188,65	388241,70	0,35	135884,60	167138,05
Koszty konserwacji					120000,00	147600,00
SUMA	4024		759127,60		265694,66	474404,43

Koszty energii w skali roku po modernizacji

Taryfa C11	ilość godz.	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN/kWh	Netto PLN	Brutto PLN
Ilość h-taryfa dzienna	1966	85,52	168132,32	0,35	58846,31	72380,96
Ilość h-taryfa nocna 40%) (-	2058	51,31	105595,98	0,35	36958,59	45459,07
Koszt energii biernej					0,00	0,00
Koszty konserwacji					30000,00	36900,00
SUMA	4024		273728,30		125804,91	154740,03

Przed modernizacją moc pobierana (zainstalowana) wynosiła **188,75 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 **792 kg/MWh** Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **759,13 MWh** co daje ok. **601 Mg CO₂**

Wskaźnik redukcji emisji CO₂

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Roczne zużycie energii przed [MWh]	Przed modernizacją [kg]	Roczne zużycie energii po [MWh]	Po modernizacji [kg]	Wielkość redukcji	% redukcji
CO ₂	792	759,13	601231	273,73	216794	384437	64
SO ₂	0,704	759,13	534	273,73	193	342	64
NO _x	0,653	759,13	496	273,73	179	317	64
CO	0,285	759,13	216	273,73	78	138	64
Pył całkowity	0,037	759,13	28	273,73	10	18	64

Ograniczenie emisji CO₂ wyniesie w omawianym wariancie ok. **64 %** co pozwoli na redukcję emisji do **216 Mg/rok**

Podsumowanie wariantu:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	474404,43			
Emisja CO ₂ przed modernizacją		601		
Koszty po modernizacji	154740,03		319664,40	
Emisja CO₂ po modernizacji		216		385
Koszt wykonania modernizacji	2774328,77			
Zwrot inwestycji w latach	9			

Obliczając koszty materiałów oparto się na aktualnych cennikach producenckich. W przypadku realizacji modernizacji w terminie późniejszym niż luty 2020 należy się liczyć z możliwością zmiany cen. Koszt robocizny i inne koszty przyjęto kierując się aktualnie proponowanymi cenami dla tego rodzaju usług w województwie wielkopolskim. Koszty wskazane w opracowaniu należy oczywiście przyjąć jako koszty szacunkowe i wynoszą one: **2 774 328,77 zł brutto**.

5. ANALIZA EKONOMICZNA WARIANTÓW MODERNIZACJI OSWIETLENIA 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 **55 %**.Konsekwencją zmniejszenia mocy zainstalowanej są oszczędności finansowe, wynikające ze zmniejszenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia. Koszty eksploatacji oświetlenia ulicznego przed modernizacją szacuje się na ok. **474 tys. zł brutto** .Koszty eksploatacji po takiej modernizacji wyniosą szacunkowo ok. **273 tys.zł brutto**

Oszczędności energii w tym wariantcie wyniosą zatem około 201 tys. zł brutto.

Stopień redukcji CO2 odprowadzanego do atmosfery

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Roczne zużycie energii przed [MWh]	Przed modernizacją [kg]	Roczne zużycie energii po [MWh]	Po modernizacji [kg]	Wielkość redukcji	% redukcji
CO2	792	759,13	601231	344,13	272551	328680	55
SO2	0,704	759,13	534	344,13	242	292	55
NOx	0,653	759,13	496	344,13	225	271	55
CO	0,285	759,13	216	344,13	98	118	55
Pył całkowity	0,037	759,13	28	344,13	13	15	55

Przed modernizacją moc zainstalowana wynosiła **188,65 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 **792 kg/MWh** Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **759 MWh** co daje **601 Mg CO₂**

Emisja dwutlenku węgla po modernizacji obniży się o ok. 328 Mg/rok w stosunku do stanu wyjściowego wynoszącego obecnie **601 Mg/rok** , co daje **55 %** redukcji emisji.

Podsumowanie:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	474404,43			
Emisja CO2 przed modernizacją		601		
Koszty po modernizacji	273917,66		200486,77	
Emisja CO2 po modernizacji		272		329
Koszt wykonania modernizacji	1957788,15			
Zwrot inwestycji w latach	10			

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 oraz systemu sterowania zmniejszy energochłonność systemu oświetleniowego o **55 % + zwiększenie oszczędności przez redukcję mocy, co daje finalnie około 64 %**

Konsekwencją zmniejszenia mocy zainstalowanej są oszczędności finansowe, wynikające ze zmniejszenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia. Koszty eksploatacji oświetlenia ulicznego przed modernizacją szacuje się na ok. **474 tys.zł brutto** .Koszty eksploatacji po takiej modernizacji wyniosą szacunkowo ok. **154 tys.zł brutto**

Oszczędności energii w tym wariantcie wyniosą zatem ok.320 tys.zł brutto.

Stopień redukcji CO2 odprowadzanego do atmosfery

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Roczne zużycie energii przed [MWh]	Przed modernizacją [kg]	Roczne zużycie energii po [MWh]	Po modernizacji [kg]	Wielkość redukcji	% redukcji
CO2	792	759,13	601231	273,73	216794	384437	64
SO2	0,704	759,13	534	273,73	193	342	64
NOx	0,653	759,13	496	273,73	179	317	64
CO	0,285	759,13	216	273,73	78	138	64
Pył całkowity	0,037	759,13	28	273,73	10	18	64

Przed modernizacją moc zainstalowana wynosiła **188,65 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 **792 kg/MWh** Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **759 MWh** co daje **601 Mg CO₂**

Emisja dwutlenku węgla po modernizacji obniży się o ok. 384 Mg/rok w stosunku do stanu wyjściowego wynoszącego obecnie **601 Mg/rok** , co daje **64 %** redukcji emisji.

Podsumowanie:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	474404,43			
Emisja CO2 przed modernizacją		601		
Koszty po modernizacji	243608,66		230795,77	
Emisja CO2 po modernizacji		216		385
Koszt wykonania modernizacji	2215130,22			
Zwrot inwestycji w latach	10			

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 oraz systemu sterowania zmniejszy energochłonność systemu oświetleniowego o 55 % + **zwiększenie oszczędności przez redukcję mocy, co daje finalnie około 64 %**

Konsekwencją zmniejszenia mocy zainstalowanej są oszczędności finansowe, wynikające ze zmniejszenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia. Koszty eksploatacji oświetlenia ulicznego przed modernizacją szacuje się na ok. **474 tys. zł brutto** .Koszty eksploatacji po takiej modernizacji wyniosą szacunkowo ok. **154 tys. zł brutto**

Oszczędności energii w tym wariantcie wyniosą zatem około 320 tys.zł brutto.

Stopień redukcji CO2 odprowadzanego do atmosfery

Rodzaj zanieczyszczenia	kg/MWh	Roczne zużycie energii przed [MWh]	Przed modernizacją [kg]	Roczne zużycie energii po [MWh]	Po modernizacji [kg]	Wielkość redukcji	% redukcji
CO2	792	759,13	601231	273,73	216794	384437	64
SO2	0,704	759,13	534	273,73	193	342	64
NOx	0,653	759,13	496	273,73	179	317	64
CO	0,285	759,13	216	273,73	78	138	64
Pył całkowity	0,037	759,13	28	273,73	10	18	64

Przed modernizacją moc zainstalowana wynosiła **188,65 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 **792 kg/MWh** Całkowite roczne zużycie energii wynosi przed modernizacją **759 MWh** co daje **601 Mg CO₂**

Emisja dwutlenku węgla po modernizacji obniży się o ok. 384 Mg/rok w stosunku do stanu wyjściowego wynoszącego obecnie **601 Mg/rok** , co daje **64 %** redukcji emisji.

Podsumowanie:

	[zł.]	Mg	Różnica [zł.]	Różnica [Mg]
Koszty przed modernizacją	474404,43			
Emisja CO2 przed modernizacją		601		
Koszty po modernizacji	154740,03		319664,40	
Emisja CO2 po modernizacji		216		385
Koszt wykonania modernizacji	2774328,77			
Zwrot inwestycji w latach	9			

6. ANALIZA TECHNICZNA STOSOWANYCH ROZWIĄZAŃ

6.1. Oprawy oświetleniowe – oprawy drogowe



Analiza pod kątem przyjętych rozwiązań w zakresie wykorzystania energii elektrycznej

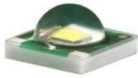
Wynikiem dokonanej analizy jest poszukiwanie, takich rozwiązań technicznych i technologicznych, które zabezpieczyłyby długoterminowy interes inwestora publicznego tak, aby przy umiarkowanych kosztach inwestycyjnych, uzyskać korzyść w postaci wysokiej energooszczędności urządzeń oraz niskich kosztów konserwacji,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

Podstawowe to:

- długa trwałość – 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, Osram, 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,DisanoczyThorn 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 LensoFlex2.

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 uchwytowi 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 LensoFlex, zapewniające wysoką wydajność fotometryczną, komfort i bezpieczeństwo

- Elastyczny system optyczny o modułowej ilości LED
- FutureProof: szybki demontaż i wymiana optyki lub modułu zasilającego po zakończeniu okresu użytkowania
- Thermix i LEDSafe: 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 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
4. 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 -15⁰do +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. Dostęp do komory lampy i komory osprzętu od dołu,
12. Płaska szyba hartowana min - IK08
13. Możliwość beznarzędziowego demontażu panela z kpl. osprzętem elektrycznym, co w przyszłości ułatwia serwisowanie oprawy,

14. 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 przełącznik 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
15. Beznarzędziowy dostęp do komory osprzętu elektrycznego
 16. Kolor korpusu oprawy RAL 7042
 17. Możliwość pomalowania korpusu na dowolny RAL
 18. Oprawa posiada deklarację zgodności CE, oraz ENEC,

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 4000-5700K
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

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 przełącznik 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 $< 0,5\text{W}$
- Temperatura pracy $-30/+80^{\circ}\text{C}$

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 uchwytni 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. Kat 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 Sellas 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. Sposoby redukcji mocy oraz sterowania i zarządzania oświetleniem ulicznym.

Komunikacja pomiędzy urządzeniami wykorzystującymi internet i dedykowane sieci oraz systemy zarządzania jest obecnie realizowana poprzez systemy łączności komórkowej lub radiowej (bezprowadowej), 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, opiera się na sterowaniu całymi obwodami, a urządzenia sterujące - pomiarowe umieszczone muszą być przy, lub w skrzynkach SO. Umożliwiają one redukcję mocy od 20% do 60%. 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, 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 opravach 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. Zdjęcie poniżej.



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 konfigurowane 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 MiastaPleszew, 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 MiastaPleszew 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:

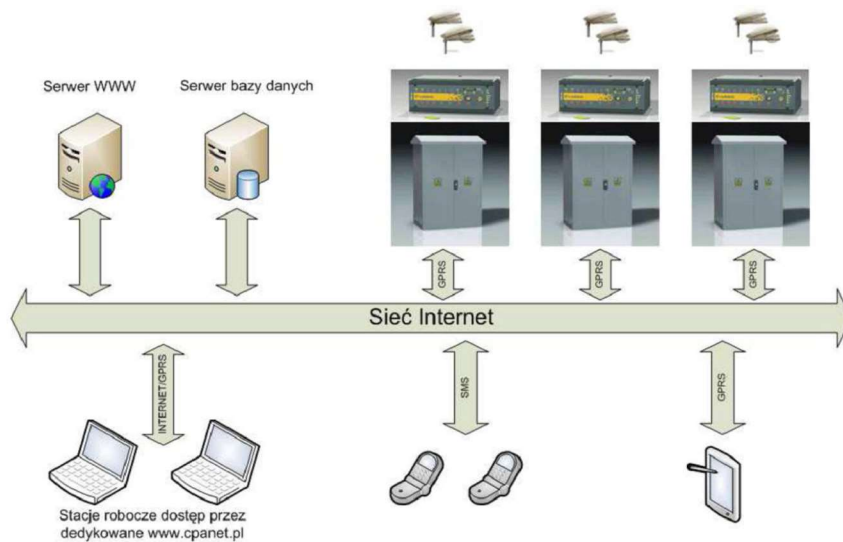
- napięcie zasilające: 90-264 VAC, 40-63 Hz
- wymiar sterownika (szer./wys./gł.): 43 x 120 x 100 mm
- szerokość urządzenia: 3 moduły
- ilość wyjść: 3
- obciążalność prądowa wyjść: 5 A/230 V
- ilość wejść: 1
- temperatura pracy: od -30°C do +85°C
- stopień ochrony: IP20
- montaż na szynie DIN

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 oprawy
- zasilanie +5% -15%;
- pobór mocy < 0,5W;
- temperatura pracy -30/+80°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 stosownej 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 Miasta(z możliwością zdefiniowania stałego położenia) oraz uwzględnienie tej informacji przy załączeniu i wyłączeniu 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 przekaźnikiem 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 umożliwi 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:

Przykładowe propozycje umieszczone w analizie, pokazują 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.

7. OPIS WARIANTU WYBRANEGO 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 Miasta. Jak wskazują wyliczenia zawarte w niniejszym audycie wariant ten pozwala na znaczne obniżenie zużycia energii, a także kosztów konserwacji. Zastosowanie opraw najnowszej generacji w technologii LED pozwala uzyskać zdecydowaną poprawę jakości oświetlenia oraz pełną kontrolę nad wydatkami ze względu na nowoczesny system sterowania oświetleniem. Wariant I pomimo, że jest inwestycyjnie tańszy nie pozwala osiągnąć oszczędności takich jak w wariacie II i III w zakresie zużycia energii. Wszystkie warianty uwzględniają zastosowanie nowoczesnych opraw LED z zasilaczami elektronicznymi o **cos fi > 0,98**. Opis wariantu pilotażowego opisano w osobnym załączniku.

7.1 Sprzęt oświetleniowy

- oprawy drogowe

Zdjęcia proponowanych opraw:



Oprawa SPRINTER



Oprawa PARK FLOWER

1. Użyte do realizacji modernizacji systemu oświetlenia oprawy i źródła światła powinny zgodnie z opracowaną dokumentacją spełniać następujące parametry techniczne, użytkowe i fotometryczne:

1) budowa oprawy:

- a) cały korpus oprawy wykonany z ciśnieniowego odlew aluminium,
- b) budowa dwukomorowa – rozdzielenie termiczne komory optycznej od komory z osprzętem elektrycznym,
- c) obudowa ograniczająca osadzanie się na górnej części zanieczyszczeń (np. liści, ptasich odchodów itp.),
- d) możliwość płynnej regulacji kąta pochylenia oprawy przy pomocy zintegrowanego uchwyty w zakresie : $\pm 10^{\circ}$,
- e) zintegrowany z oprawą trzpień mocujący z możliwością montażu na poziomym wysięgniku o średnicy 42-60 mm oraz bezpośrednio na słupie,
- f) stopień szczelności IP66 dla obu komór,
- g) oprawa wyposażona w system regulujący ciśnienie w oprawie, zabezpieczający przed kondensacją pary wodnej w oprawie,
- h) płaska szyba hartowana min. IK-08,
- i) możliwość beznarzędziowego demontażu z oprawy, kpl. panela z osprzętem elektrycznym, co w przyszłości ułatwia serwisowanie oprawy, demontaż nie może następować równocześnie z panelem LED,
- j) oprawa wyposażona w autonomiczny układ redukcji mocy / fabrycznie zaprogramowany: od 23⁰⁰ – 01⁰⁰ – redukcja o 30%, 01⁰⁰ – 05⁰⁰ – redukcja o dalsze 20%, 05⁰⁰ – do wyłączenia pełna moc. Wyklucza się układ redukcji mocy montowany poza oprawą, np. we wnękach słupowych.
- k) beznarzędziowy dostęp do komory osprzętu elektrycznego,
- l) kolor korpusu oprawy RAL 7042 lub zbliżony,
- m) oprawa musi posiadać deklarację zgodności CE oraz ENEC, ogólnoeuropejskie oznakowanie potwierdzające zgodność produktu z europejską normą EN dotyczącą bezpieczeństwa sprzętu elektrycznego, oraz świadczące o stosowanym w produkcji systemie zarządzania jakością, w przypadku wątpliwości Zamawiający zastrzega sobie dostarczenia wyników badań, które nie stanowią tajemnicy przedsiębiorstwa. Certyfikat ENEC musi zawierać zakres mocy (min. – max.) dla poszczególnych typów opraw.
- n) oprawy o mocy nie większej i strumieniu świetlnym emitowanym z oprawy nie mniejszym niż zawarte w audycie, dopuszcza się oprawy o mniejszej mocy, jednak w takim przypadku uzyskane parametry oświetleniowe nie mogą być gorsze od obliczeń zamieszczonych w projekcie,

2) fotometria:

- a) 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,
- b) wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem WE nr 245/2009, ULOR = 0 przy ustawieniu w pozycji 0°,
 - c) oprawy muszą posiadać dostępne bazy danych / na stronach dystrybutora, producenta / dla ogólnodostępnych programów obliczeniowych,
- 3) źródło światła:
- a) temperatury barwowe 4000K +/- 200K,
 - 1. wydajność źródła LED powyżej 130lm/W dla prądu 700 mA, (liczony jako strumień świetlny oprawy do całkowitej mocy końcowej oprawy);
 - b) trwałość LED 80.000h dla L80B50 – przy prądzie 700mA,
 - c) oprawa wykonana w 0 lub I klasie fotobiologicznej zgodnie z wymogami normy - bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych PN-EN 62471:2010, oraz Dyrektywą RoHS nr: 2008/354//E,
 - d) RA powyżej 70,
- 4) elektronika, elektryka:
- a) wysoka sprawność układu zasilającego – ok 92%,
 - b) w związku z tym, że Zamawiający przewiduje zastosowanie rozwiązań dotyczących automatycznej kompensacji mocy biernej, celem osiągnięcia w przyszłości jak najniższych rachunków za energię elektryczną wymagamy, aby zasilacze posiadały cos fi minimum 0,98. Potwierdzenie tego parametru winno wynikać z trwałego odczowania zasilaczy,
 - c) odporność zasilacza na przepięcia min 10 kV/5kA, ochrona przed przepięciami ma być umieszczona wewnątrz oprawy poza zasilaczem,
 - d) temperatura pracy oprawy od -30° do + 35°,
 - e) oprawa posiada rozłącznik odcinający napięcie w momencie otwarcia pokrywy osprzętu elektrycznego,
 - f) II klasa ochronności przeciwporażeniowej,
- 5) Sterowanie oprawami LED:
- a) dokładność sterowania czasem redukcji do 30 min, przełączenie w oprawach zasilanych z jednej linii odbywa się jednocześnie z sekundową dokładnością
 - b) działanie na podstawie wyznaczania wirtualnego środka nocy, zdolność określenia bieżącej godziny na podstawie historii włączeń i wyłączeń,
 - a) możliwość zmiany poziomów redukcji mocy dla zdefiniowanych czasów,
 - b) sterowanie zasilaczem LED w technologii DALI, mocą pojedynczej oprawy,
 - c) sterowanie bez dodatkowych przewodów zasilających (sterowanie z poziomu szafy),
 - d) programowanie wszystkich opraw jednocześnie,
 - e) pobór mocy zasilacza < 0,5W,
 - f) sygnalizacja stanu pracy do celów serwisowych,
 - g) temperatura pracy -30°/+80°C,

Dobrane w obliczeniach fotometrycznych do audytu urządzenia i oprawy ze wskazaniem konkretnych typów zostały przyjęte celem rzetelnego opracowania projektu umożliwiające jego jednoznaczne odczytanie (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego – Dz. U. z 2018 r. poz. 1935). 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 13201/2007, **do oferty równoważnej należy załączyć obliczenia fotometryczne dla proponowanych opraw, wykonane dla wszystkich charakterystycznych odcinków dróg.** 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 do oferty dołączyć dane techniczne właściwości opraw, które posłużyły do wykonania obliczeń – 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 wspomaganie obliczeń. Zamawiający dopuszcza w niniejszym postępowaniu oprawy oświetleniowe, dla których Wykonawca przedstawi obliczenia fotometryczne potwierdzające nie niższe parametry oświetleniowe niż te wskazane w obliczeniach przykładowych, bez określania ich górnej granicy.

8. Utrzymanie oraz zarządzanie powstałą w wyniku realizacji przedsięwzięcia infrastrukturą

Utrzymanie nowo powstałej 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.

8.1 Procedury administracyjne niezbędne 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 pożądanym 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 **1335 opraw**. Projekt fotometryczny został umieszczony w załączniku do modernizacji należy stosować wyłącznie oprawy z obudową aluminiową, o szczelności nie mniejszej niż - IP 66.

Świadczenie usługi konserwacji zmodernizowanego systemu oświetleniowego przez 5 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 Miasta.

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

Data opracowania dokumentu : luty 2020