

AUDYT ENERGETYCZNY OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA TERENIE MIASTA WĄBRZEŻNO AKTUALIZACJA



Sporządził: MT Consulting Kręcicki , Strzelczyk Sp. J

Ul. Wzgórze Bernadowo 228/4 Gdynia

Autor: Marcin Strzelczyk

Tomasz Kręcicki

Wąbrzeźno, lipiec 2019 r.

Nasze miasto przyciągające światłem

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania			
		29.07. 2019 r.			
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej					
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej		Wymiana sodowych opraw oświetlenia ulicznego na terenie miasta Wąbrzeźno na oprawy LED z systemem sterowania			
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej		Wariant 1: Wymiana opraw oświetleniowych 1:1 na oświetlenie LED bez systemu sterowania oświetleniem Wariant 2: Wymiana opraw oświetleniowych na oświetlenie 1:1 LED + instalacja systemu sterowania oświetleniem			
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/zostało zrealizowane* przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa)		Miasto Wąbrzeźno Ul. Wolności 18 NIP : 878-179-41-85 87 -200 Wąbrzeźno			
Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej **		Planowana data zakończenia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej **	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii		
2019		2020	10		
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej					
Średnioroczna ilość energii końcowej planowanej do zaoszczędzenia**		Wariant 1 – 93,42 Wariant 2 – 104,19	MWh/rok	Wariant 1 – 8,03 Wariant 2 – 8,95	toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia**		Wariant 1 – 233,55 Wariant 2 – 260,475	MWh/rok	Wariant 1 – 20,07 Wariant 2 – 22,37	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej***		Nie dotyczy	kWh/rok	Nie dotyczy	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej ***		Nie dotyczy	kWh/rok	Nie dotyczy	toe/rok
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej					
Imię i nazwisko:	Marcin Strzelczyk				
Nr telefonu:	+48 882 120 224				
Podpis:					

SPIS TREŚCI

ROZDZIAŁ 1	str. 4
Audyty - jego zakres i wymagania umowy z miastem Wąbrzeźno	
ROZDZIAŁ 2	str.6
Wymagania i zalecenia w oświetleniu ulic według PN-EN 13201 oraz założenia przyjęte do audytu	
ROZDZIAŁ 3	str.11
Prezentacja efektu ekonomicznego, jakościowego i ekologicznego proponowanej modernizacji oświetlenia – wydzielonej części oświetlenia miasta Wąbrzeźno.	
ROZDZIAŁ 4	str. 19
Prezentacja ulic wytypowanych do modernizacji na terenie miasta Wąbrzeźno (oświetlenie miejskie)	
ROZDZIAŁ 5	str.38
Audyty jako czynnik stymulujący sposób myślenia o oświetleniu w Wąbrzeźnie - strategiczne cele audytu oświetlenia ulicznego	
ROZDZIAŁ 6	str.31
Prezentacja systemu – zarządzanie i sterowanie oświetleniem ulicznym	

Załączniki

- 1) Zestawienie wydzielonych opłat do modernizacji na terenie miasta Wąbrzeźno
- 2) Kosztorysy i przedmiary robót

ROZDZIAŁ 1

Audyt - jego zakres i wymogi umowy z miastem Wąbrzeźno

ROZDZIAŁ 1

Audyt - jego zakres i wymogi umowy z miastem Wąbrzeźno

1.1 Wprowadzenie

Odpowiedzialność za sprawne funkcjonowanie systemów infrastruktury technicznej, w tym oświetlenia, spoczywa na samorządach miast i gmin. Ciągłe rosnące zadania finansowe zmuszają władze samorządowe do szukania oszczędności, również w wydatkach na cele oświetleniowe. Należy w tym miejscu nadmienić, że modernizacje oświetleniowe są jedynymi inwestycjami komunalnymi zwracającymi poniesione nakłady inwestycyjne.

Punktem wyjścia do kompleksowego ujęcia problematyki oświetlenia danej gminy jest określenie aktualnego stanu oświetlenia. Jedynym sposobem obiektywnego wyznaczenia stanu oświetlenia na danej drodze są pomiary bezpośrednie oraz fachowa ocena subiektywna ekspertów.

Na podstawie pomiarów oświetlenia ulicznego można wyznaczyć podstawowe parametry świetlne na drodze oraz określić ich zgodność z odpowiednimi normami przedmiotowymi.

1.2 Inwentaryzacja i plan modernizacji – klucz do sukcesu

Punktem wyjściowym jest posiadanie aktualnej, wiarygodnej i pełnej inwentaryzacji oświetlenia drogowego na swoim obszarze. Bez tego efekt modernizacji jest nieprzewidywalny i może wiązać się z przeszacowaniem lub – częściej – niedoszacowaniem inwestycji. Inwentaryzacja powinna zawierać pełną informację o istniejących oprawach (typ i moc używanej lampy) i parametrach geometrycznych instalacji oświetleniowych (wysokość montażu, odstęp między słupami, odległość słupa od jezdni, szerokość jezdni i liczba pasów ruchu).

1.3 Cel i zakres audytu

Niniejszy dokument przedstawia wyniki prac sprawdzenia stanu oświetlenia ulicznego użytkowanego przez miasto. Analiza wskazanych przez Zamawiającego urządzeń oświetlenia ulic została przeprowadzona w oparciu o zawartą umowę między stronami. Przedmiot zamówienia dotyczył usługi sprawdzenia rzeczywistych parametrów oświetlenia będącego w utrzymaniu gminy. Ta analiza ma być „drogowskazem” w planowaniu remontów i modernizacji oświetlenia a także dać pogląd na stan oświetlenia i jego zgodność z obowiązującymi normami. Z opracowania ma wynikać, gdzie modernizacja oświetlenia przyniesie najwięcej oszczędności i w jakim szacowanym czasie te nakłady się zwrócą.

W audycie zawarto również zagadnienia związane z elementami strategii oświetleniowej oraz propozycje instalacji na terenie gminy systemu zarządzania oświetleniem ulicznym.

W wyniku przeprowadzonego audytu dokonano badań oświetlenia ulicznego w Wąbrzeźnie i ustalono aktualne klasy oświetleniowe ulic w świetle obowiązującej w Polsce europejskiej normy oświetleniowej PN-EN 13201. Jednocześnie zostały wskazane obszary, gdzie celowe byłoby dokonanie modernizacji oświetlenia. Propozycja zmian zawiera opis efektu ekonomicznego dotyczącego szybkiego zwrotu poniesionych nakładów jak i ekologicznego związanego z redukcją zużycia energii elektrycznej i redukcją CO₂.

W Rozdziale 5 zwrócono szczególną uwagę na problem jednolitej koncepcji oświetlenia miasta. Stwierdzono, że tylko spójna koncepcja polityki oświetlenia może przynieść właściwy, pożądany efekt.

ROZDZIAŁ 2

Wymagania i zalecenia w oświetleniu ulic według PN-EN 13201 oraz założenia przyjęte do audytu

ROZDZIAŁ 2

Wymagania i zalecenia w oświetleniu ulic według PN-EN 13201 oraz założenia przyjęte do audytu

2.1 Wprowadzenie

W porze ciemnej, po zmierzchu, warunki widzenia bardzo się pogarszają, co wiąże się ze spadkiem bezpieczeństwa oraz mniejszą wygodą użytkowników dróg. Zastosowanie elektrycznego oświetlenia stwarza możliwość zmiany tej sytuacji i zapewnienia użytkownikom (kierującym pojazdami i pieszym) warunków dla zachowania bezpieczeństwa jazdy i bezpieczeństwa poruszania się osób.

Europejski Komitet Normalizacyjny (CEN) opracował projekt normy EN13201, która została przez Polski Komitet Normalizacyjny (PKN) przyjęta jako obowiązująca norma „Oświetlenia dróg”. Obecnie obowiązująca norma składa się z czterech części:

1 - CEN/TR 13201-1:2016-02

Tytuł: Oświetlenie dróg - Część 1: Wytyczne dotyczące wyboru klas oświetlenia

2 - PN-EN 13201-2: 2016-03

Tytuł: Oświetlenie dróg - Część 2: Wymagania eksploatacyjne

3 - PN-EN 13201-3: 2016-03

Tytuł: Oświetlenie dróg - Część 3: Obliczenia parametrów oświetleniowych

4 - PN-EN 13201-4: 2016-03

Tytuł: Oświetlenie dróg - Część 4: Metody pomiaru efektywności oświetlenia

5 - PN-EN 13201-5: 2016-03

Tytuł: Oświetlenie dróg - Część 5: Wskaźniki efektywności energetycznej

2.2 Parametry i kryteria w oświetleniu dróg

A. W przypadku oświetlenia dróg na których dominujące znaczenia ma ruch samochodowy, podstawowymi czynnikami są;

- poziom luminancji,
- równomierność luminancji,
- ograniczenie olśnienia,
- prowadzenie wzrokowe.

Parametry te wpływają na komfort widzenia oraz na wydolność wzrokową kierowcy.

Bardzo ważnym parametrem jest luminancja nawierzchni - parametr określający jaskrawość danej drogi, widziany przez obserwatora poruszającego się w określonym kierunku. Wartość luminancji zależy nie tylko od poziomu natężenia oświetlenia, ale również od rodzaju opraw, jasności drogi i odbić od nawierzchni.

B. W przypadkach, kiedy mamy do czynienia z drogami o mniejszym znaczeniu komunikacyjnym lub są to obszary kolizyjne, skrzyżowania, ronda wtedy norma zaleca stosowanie kryteriów opartych o natężenie oświetlenia.

Tabela 1. Kryteria oświetlenia drogowego

	Wymagania oświetleniowe		
	Poziom luminancji	Równomierność luminancji	Olśnienie
Wydolność wzrokowa	Średnia luminancja nawierzchni $L_{\text{śr}}$	Całkowita równomierność luminancji $U_0=L_{\text{min}}/L_{\text{śr}}$	Przyrost progowy TI
Komfort widzenia	Średnia luminancja nawierzchni $L_{\text{śr}}$	Równomierność wzdłużna $U_l=L_{\text{min}}/L_{\text{max}}$	Wskaźnik ograniczenia olśnienia G

2.3 Wybór klasy oświetlenia

Pierwszym etapem jest sprecyzowanie sytuacji oświetleniowej, jaka panuje na danej drodze. Proces ten wymaga określenia:

- dopuszczalnych prędkości,
- głównych użytkowników drogi,
- dopuszczalnych użytkowników drogi,
- wykluczonych użytkowników drogi.

2.4 Wymagania oświetleniowe

Jeśli już mamy określoną klasę oświetleniową możemy z tabel odczytać wartości parametrów, jakie należy zapewnić do prawidłowego oświetlenia danej drogi.

Poniżej zaprezentowane są podstawowe klasy oświetleniowe.

2.4.1. Dla dróg o dużym i średnim natężeniu ruchu kryteria są opracowane w oparciu o poziom luminancji jezdni, czyli klasy M.

Tabela 2. Klasy oświetlenia ME

KLASA	Luminancja jezdni przy suchej nawierzchni				
	$L_{\text{śr}}$ [cd/m ²] (wartość najniższa wartość oczekiwana)	U_0 (wartość najniższa)	U_1 (wartość najniższa)	f_{TI} w % (wartość największa)	R_{EI} (wartość najniższa)
M1	2,0	0,4	0,7	10	0,35
M2	1,5	0,4	0,7	10	0,35
M3	1,0	0,4	0,6	15	0,30
M4	0,75	0,4	0,6	15	0,30
M5	0,5	0,35	0,4	15	0,30
M6	0,3	0,35	0,4	20	0,30

2.4.2 Obszary kolizyjne, strefy parkingowe, ronda, skrzyżowania sprecyzowane są za pomocą poziomu natężenia oświetlenia i odpowiadają im klasy C.

Tabela 3. Klasy oświetlenia CE

Klasa	Poziome natężenie oświetlenia	
	\bar{E}_{sr} (eksploatacyjne minimum)	U_o (minimum)
C0	50	0,4
C1	30	0,4
C2	20	0,4
C3	15	0,4
C4	10	0,4
C5	7,5	0,4

2.4.3 Dla stref, w których dozwolona jest niewielka prędkość to jest drogi osiedlowe, parkingi, strefy dla pieszych przyjęto kryteria opisane za pomocą klasy P.

Tabela 4. Klasy oświetlenia S

Klasa	Poziome natężenie oświetlenia	
	\bar{E}_{sr} (eksploatacyjne minimum) w lx	E_{min} w lx (eksploatacyjne)
P1	15	3
P2	10	2
P3	7,5	1,5
P4	5	1
P5	3	0,6
P6	2	0,4
P7	nie określa się	nie określa się

Są to podstawowe trzy klasy oświetleniowe. Norma kładzie również nacisk na inne aspekty oprócz parametrów oświetleniowych, są to aspekty środowiskowe i wygląd instalacji. Natomiast wygląd instalacji to nie tylko estetyka samych słupów i opraw oświetleniowych, ale także sposób prowadzenia wzrokowego, lokalizacja opraw względem otoczenia, temperatura barwowa źródeł światła.

2.5 Elementy składowe audytu oświetlenia ulicznego

Celem audytu oświetlenia było przeprowadzenie badania całego układu i określenie możliwości podniesienia efektywności energetycznej oraz zmniejszenia kosztów użytkowania oświetlenia, a także określenie celowości podjęcia inwestycji modernizacyjnej i wskazanie optymalnego sposobu jej realizacji.

2.5.1 Stan aktualny

W pierwszym etapie zbadano stan systemu oświetlenia drogowego. Inwentaryzacja zawiera pełną informację o istniejących oprawach oraz parametrach geometrycznych instalacji oświetleniowych (wysokość montażu, odstęp między słupami, odległość słupa od jezdni, szerokość jezdni i liczba pasów ruchu). Uwzględnione parametry dróg zostały zebrane w wyniku pomiarów polowych. Otrzymane z pomiarów polowych dane o

systemie oświetlenia zostały uporządkowane i przeniesione do bazy danych. Następnie dokonano pomiarów natężenia oświetlenia ulicznego.

W kolejnym etapie audytu zbadano zgodność oświetlenia ulicznego w mieście z normą PN-EN 13201. Dla zadanej kategorii drogi sprawdzono czy współczynniki luminancji i ośnienia są zgodne z normą. Obliczeń dokonano przy pomocy programu Dialux. W wyniku przeprowadzonych obliczeń i pomiarów zebrano materiał, który pozwolił przygotować raport potrzebny do oceny oświetlenia.

2.5.2 Stan proponowany – recepta

Audyt zawiera analizę opłacalności modernizacji oświetlenia ulicznego w oparciu o następujące założenia:

- Spadek opłat za zużycie energii elektrycznej i wzrost efektywności energetycznej
- Zwiększenie jakości widzenia i komfortu wizualnego użytkowników drogi
- Zmniejszone emisje CO₂ i uzyskanie znacznego efektu ekologicznego

W analizie porównano koszty eksploatacji oświetlenia przed i po modernizacji.

Do analizy przyjęto:

- czas świecenia oprawy: 4150 h rocznie
- koszt zakupu energii 334,05 zł za MWh netto
- koszt średni dystrybucji energii: 120,95 zł za MWh netto
- koszt konserwacji : 5, 36 zł netto/punkt

ANALIZA EFEKTÓW MODERNIZACYJNYCH WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI WG. KOBIZE

- zastosowano wskaźnik emisji CO₂ wynoszący WE = 778 kg CO₂/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji SO₂ wynoszący WE = 0,729kg SO₂/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji NO_x wynoszący WE = 0,741 kg NO_x/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji CO wynoszący WE = 0,265 kg CO/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji pyłu zawieszonego wynoszący WE = 0,044 kg pyłu/MWh

2.6 Wnioski

W dalszej części audytu wskazano na kierunki rozwoju oświetlenia, sposób zarządzania kwestiami oświetlenia, kierunki rozwoju polityki oświetleniowej oraz miejsce oświetlenia oraz energii elektrycznej w życiu gminy.

W analizie przedstawione są dwa warianty modernizacji oświetlenia: z systemem sterowania oraz bez systemu sterowania. Instalacja systemu sterowania oświetleniem. System sterowania prowadzi do dodatkowych oszczędności – zwłaszcza w kosztach konserwacji opraw. Uważamy, iż należy instalować systemy sterowania, które pozwalają na wykorzystanie ich w procesie tworzenia miasta inteligentnego – Smart City. Zaproponowany przez nas system sterowania pozwala na rozbudowę o dodatkowe funkcje: pomiar hałasu zanieczyszczeń, monitoringu.

Rozdział 3

**Prezentacja efektu ekonomicznego, jakościowego i ekologicznego
proponowanej modernizacji oświetlenia na terenie miasta
Wąbrzeźno**

Rozdział 3

Prezentacja efektu ekonomicznego, jakościowego i ekologicznego proponowanej modernizacji oświetlenia na terenie miasta Wąbrzeźno

Wariant 1

Modernizacja oświetlenia na terenie miasta Wąbrzeźno - (bez systemu zarządzania oświetleniem)

Zakres modernizacji:

- Wymiana 206 istniejących opraw sodowych na oprawy LED;

ANALIZA EFEKTÓW MODERNIZACYJNYCH – MOCE OPRAW

przed modernizacją			po modernizacji		
rodzaj opraw	ilość opraw	Moc [kW]	rodzaj opraw	ilość opraw	Moc [kW]
sodowe	206		ledowe	206	6,49
Razem	206	29		206	6,49

Spadek mocy zainstalowanej	22,51 kW	77,6%
----------------------------	----------	-------

ANALIZA EFEKTÓW MODERNIZACYJNYCH – ZUŻYCIE ENERGII ORAZ OPŁATY ZA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

- 560 zł brutto za MWh (całość kosztów energii tj. zakup + dystrybucja)
- 4150 h/rocznie czas świecenia przed i po modernizacji .

Zużycie energii przed modernizacją [MWh]	koszty energii przed modernizacją [zł brutto]	Zużycie energii po modernizacji [MWh]	Koszty energii po modernizacji [zł brutto]
120,35	67 396,00 zł	26,93	15 080,00 zł

Spadek zużycia energii elektrycznej po modernizacji [MWh]	93,42	77,6 %
---	-------	--------

Spadek opłat za energię elektryczną po modernizacji [zł brutto]	52 316,00 zł	77,6 %
---	--------------	--------

ANALIZA EFEKTÓW MODERNIZACYJNYCH WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI WG. KOBIZE

- zastosowano wskaźnik emisji CO₂ wynoszący WE = 778 kg CO₂/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji SO₂ wynoszący WE = 0,729kg SO₂/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji NO_x wynoszący WE = 0,741 kg NO_x/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji CO wynoszący WE = 0,265 kg CO/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji pyłu zawieszonego wynoszący WE = 0,044 kg pyłu/MWh

NAZWA WSKAŹNIKA	Jednostka	WYNIK PRZED MODERNIZACJĄ	WYNIK PO MODERNIZACJI	EFEKT OSZCZĘDNOŚCIOWY
CO ₂	Tona	93,63	20,95	72,68
SO ₂	Kg	87,73	19,63	68,1
NO _x	Kg	89,17	19,95	69,65
CO	Kg	31,89	7,13	24,76
Pył zawieszony	Kg	5,29	1,18	4,11

ANALIZA EFEKTÓW MODERNIZACYJNYCH – KOSZTY KONSERWACJI OPRAW (przyjęto koszty konserwacji zgodnie z umową z firmą konserwującą oświetlenie)

- koszt konserwacji roczny: 16 290,48 zł brutto rocznie (6,59 zł brutto /oprawę miesięcznie)
- koszt po modernizacji przyjęto na 4 zł brutto miesięcznie za oprawę czyli rocznie 48 zł brutto za oprawę

Ilość opraw (206 szt.)	Koszty przed modernizacją [zł brutto] (rocznie)	Koszty po modernizacji opraw [zł brutto] (rocznie)
206	16 290,48 zł	9888,00 zł

Spadek kosztów za konserwację [rocznie] zł brutto	6402,48 zł	39%
---	------------	-----

Analiza rentowności modernizacji

Ilość opraw ulicznych: zakup 206 sztuk

L.P.	Rodzaj oprawy	Moc oprawy[W]	Strumień świetlny oprawy[lumeny]	Ilość	Cena netto oprawy	Suma netto
1	Oprawa uliczna LED ozdobna	19	2339 lm	100	820,00	82 00,00
2	Oprawa uliczna LED	28	3664 lm	41	660,00	27 060,00
3	Oprawa uliczna LED	53	7293 lm	65	795,00	51 675 ,00

Koszt zakupu opraw: 160 735,00 netto

Koszt całości modernizacji wg. kosztorysu: 260 557,36 zł netto, 320 485,55 zł brutto

WYNIKI MODERNIZACJI OŚWIETLENIA

EFEKTY MODERNIZACJI	zł brutto
Spadek opłat za zużycie energii elektrycznej	52 316,00 zł
Różnica w kosztach konserwacji opraw	6402,48 zł
RAZEM	58 718,48

Stopa zwrotu [w latach]	5,4
-------------------------	-----

Modernizacja oświetlenia ulicznego w Gminie Wąbrzeźno

Spadek zużycia energii [MWh]	Efekt modernizacyjny [PLN brutto]	Koszty modernizacji [PLN brutto]	Koszt na 1 MWh [w PLN brutto]	Spadek zużycia energii [%]	Spadek emisji CO ₂ [ton]	Koszt na 1 tonę emisji CO ₂ [PLN/tonę brutto]
93,42	58 718,48	320 485,55	3430,58	77,6%	72,68	4409,53

WSKAŹNIKI	WSKAŹNIKI PRZED MODERNIZACJĄ	WSKAŹNIKI PO MODERNIZACJI	EFEKT
MOC [kW]	29	6,49	22,51
ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ[MWh]	120,35	26,93	93,42
KOSZTY ENERGII [PLN]	67 396,00	15 080,00	52 316,00
EMISJA CO ₂ [ton)	93,63	20,95	72,68

Wariant 2

Modernizacja oświetlenia na terenie miasta Wąbrzeźno - (system zarządzania oświetleniem)

Zakres modernizacji:

- Wymiana 206 istniejących opraw sodowych na oprawy LED;
- Instalacja systemu sterowania oświetleniem.

ANALIZA EFEKTÓW MODERNIZACYJNYCH – MOCE OPRAW

przed modernizacją			po modernizacji		
rodzaj opraw	ilość opraw	Moc [kW]	rodzaj opraw	ilość opraw	Moc [kW]
sodowe	206		ledowe	206	6,49
Razem	206	29		206	6,49

Spadek mocy zainstalowanej	22,51 kW	77,6%
----------------------------	----------	-------

ANALIZA EFEKTÓW MODERNIZACYJNYCH – ZUŻYCIE ENERGII ORAZ OPŁATY ZA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ

- 560 zł brutto za MWh (całość kosztów energii tj. zakup + dystrybucja)
- 4150 h/rocznie czas świecenia przed i po modernizacji .

Zużycie energii przed modernizacją [MWh]	koszty energii przed modernizacją [zł brutto]	Zużycie energii po modernizacji [MWh]	Koszty energii po modernizacji [zł brutto]
120,35	67 396,00 zł	26,93 Dodatkowy spadek o 40 % w wyniku instalacji systemu sterowania: 10,77 16,16	9049,60 zł

Spadek zużycia energii elektrycznej po modernizacji [MWh]	104,19	86,6 %
---	---------------	---------------

Spadek opłat za energię elektryczną po modernizacji [zł brutto]	58 346,40 zł	86,6 %
---	---------------------	---------------

ANALIZA EFEKTÓW MODERNIZACYJNYCH WSKAŹNIKI EMISYJNOŚCI WG. KOBIZE

- zastosowano wskaźnik emisji CO₂ wynoszący WE = 778 kg CO₂/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji SO₂ wynoszący WE = 0,729kg SO₂/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji NO_x wynoszący WE = 0,741 kg NO_x/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji CO wynoszący WE = 0,265 kg CO/MWh
- zastosowano wskaźnik emisji pyłu zawieszonego wynoszący WE = 0,044 kg pyłu/MWh

NAZWA WSKAŹNIKA	Jednostka	WYNIK PRZED MODERNIZACJĄ	WYNIK PO MODERNIZACJI	EFEKT OSZCZĘDNOŚCIOWY
CO ₂	Tona	93,63	12,57	81,06
SO ₂	Kg	87,73	11,78	75,95
NO _x	Kg	89,17	11,97	77,2
CO	Kg	31,89	4,28	27,61
Pył zawieszony	Kg	5,29	0,71	4,58

ANALIZA EFEKTÓW MODERNIZACYJNYCH –KOSZTY KONSERWACJI OPRAW (przyjęto koszty konserwacji zgodnie z umową z firmą konserwującą oświetlenie)

- koszt konserwacji roczny: 16 290,48 zł brutto rocznie (6,59 zł brutto /oprawę miesięcznie)
- koszt po modernizacji przyjęto na 1000,00 zł brutto rocznie

Ilość opraw (206 szt.)	Koszty przed modernizacją [zł brutto] (rocznie)	Koszty po modernizacji opraw [zł brutto] (rocznie)
206	16 290,48 zł	1000,00 zł

Spadek kosztów za konserwację [rocznie] zł brutto	15 290,48 zł	93 %
---	--------------	------

Analiza rentowności modernizacji

Ilość opraw ulicznych: zakup 206 sztuk

L.P.	Rodzaj oprawy	Moc oprawy[W]	Strumień świetlny oprawy[lumeny]	Ilość	Cena netto oprawy	Suma netto
1	Oprawa uliczna LED ozdobna	19	2339 lm	100	820,00	82 000,00
2	Oprawa uliczna LED	28	3664 lm	41	660,00	27 060,00
3	Oprawa uliczna LED	53	7293 lm	65	795,00	51 675 ,00

Koszt zakupu opraw: 160 735,00 netto

Koszt całości modernizacji wg. kosztorysu: 350 966,56 zł netto, 431 688,87 zł brutto

WYNIKI MODERNIZACJI OŚWIETLENIA

EFEKTY MODERNIZACJI	zł brutto
Spadek opłat za zużycie energii elektrycznej	58 346,40 zł
Różnica w kosztach konserwacji opraw	15 290,48 zł
RAZEM	73 636 , 88

Stopa zwrotu [w latach]	5,86
-------------------------	------

Modernizacja oświetlenia ulicznego w Gminie Wąbrzeźno

Spadek zużycia energii	Efekt modernizacyjny	Koszty modernizacji	Koszt na 1 MWh	Spadek zużycia energii	Spadek emisji CO ₂	Koszt na 1 tonę emisji CO ₂
[MWh]	[PLN brutto]	[PLN brutto]	[w PLN brutto]	[%]	[ton]	[PLN/tonę brutto]
104,19	73 636 , 88	431 688,87	4150,84	86,6%	81,06	5325,53

WSKAŹNIKI	WSKAŹNIKI PRZED MODERNIZACJĄ	WSKAŹNIKI PO MODERNIZACJI	EFEKT
MOC [kW]	29	6,49	22,51
ZUŻYCIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ[MWh]	120,35	16,16	104,19
KOSZTY ENERGII [PLN]	67 396,00	9049,60	58 346,40
EMISJA CO ₂ [ton)	93,63	12,57	81,06

WNIOSKI - WARIANTY MODERNIZACJI
PORÓWNANIE WARIANTÓW MODERNIZACJI OŚWIETLENIA
W MIEŚCIE WĄBRZEŹNO

WARIANT	Spadek zużycia energii [MWh]	Efekt modernizacyjny [PLN brutto]	Koszty modernizacji [PLN brutto]	Koszt na 1 MWh [w PLN brutto]	Spadek zużycia energii %
Wariant 1 (wymiana 1:1, bez systemu sterowania)	93,42	58 718,48	320 485,55	3430,58	77,6
Wariant 2 (wymiana 1:1, z systemem sterowania)	104,19	73 636 , 88	431 688,87	4150,84	86,6

Z porównania wariantów modernizacji jednoznacznie wynika, iż największe oszczędności w zużyciu energii oraz emisji dwutlenku węgla umożliwia modernizacja na oprawy LED wraz z systemem sterowania.

ROZDZIAŁ 4

**Prezentacja ulic wytypowanych do modernizacji na terenie miasta
Wąbrzeźno**

4.1 OBWODNICA - RONDO CHEŁMIŃSKIE



PARAMETR:	WYNIK BADAŃIA
Kategoria oświetleniowa	C3
Nawierzchnia drogi	Asfalt
Szerokość drogi	8,5 m
Typ słupa	Wirowy
Ilość słupów	20
Wysokość słupa	10 m
Odległość od krawędzi jezdni	0,5 m
Odległości między słupami	17-40 m
Rodzaje opraw	SCHREDER ONYX
Ilość opraw	20
Typ źródła światła	Sodowe
Moc opraw	150 W
Wysokość wysięgnika	Na wys. 11 m
Długość wysięgnika	1,5 m
Kąt wysięgnika	5°
Rodzaj linii	Kablowa
Zasilanie	SON Rondo
Barwa światła:	Żółta

PARAMETR	WYNIK BADAŃ	NORMA
Średnie natężenie oświetlenia	16,27	15
Równomierność całkowita	0,42	0,40

WNIOSKI I PROPOZYCJE MODERNIZACJI

Rondo klasy C3. Oprawy sodowe zamontowane na słupach betonowych i połączone linią kablową. Normy oświetleniowe są spełnione. Modernizacja na nowe oprawy **LED o mocy 53 W, strumień świetlny 7293 lm, barwa biała 4000 K, 700mA** wraz z systemem sterowania oświetleniem.

4.2 OBWODNICA UL. PRUSZYŃSKIEGO - 11 LISTOPADA



PARAMETR:	WYNIK BADAŃIA
Kategoria oświetleniowa	M 4
Nawierzchnia drogi	Asfalt
Szerokość drogi	7 m
Typ słupa	betonowe
Ilość słupów	12
Wysokość słupa	12,5 m
Odległość od krawędzi jezdni	1 m
Odległości między słupami	35 m
Rodzaje opraw	Siteco
Ilość opraw	12
Typ źródła światła	Soda
Moc opraw	150W
Wysokość oprawy	Zawieszona na 11 m
Kąt wysięgnika	5°
Rodzaj linii	kablowa
Zasilanie	KM 6+400
Długość wysięgnika	1 m
Barwa światła:	Żółta

PARAMETR	WYNIK BADAŃ	NORMA
Luminancja średnia nawierzchni Lm [cd/m ²]	1,12	0,75
Równomierność całkowita U0	0,71	0,35 (wartość najniższa)
Równomierność wzdłużna UI	0,67	0,40 (wartość najniższa)
Olśnienie przeszkadzające TI [%]	11	15 (maksimum)

WNIOSKI I PROPOZYCJE MODERNIZACJI

Droga klasy M 4. Skrzyżowanie obwodnicy miasta z ul. Pruszyńskiego. Normy luminancji średniej są spełnione. Modernizacja na nowe oprawy **LED o mocy 53 W, strumień świetlny 7293 lm, barwa biała 4000 K, 700mA** wraz z systemem sterowania oświetleniem. Po modernizacji montaż opraw na istniejących wysięgnikach.

4.3 OBWODNICA UL. POD MŁYNIK - 11 LISTOPADA



PARAMETR:	WYNIK BADANIA
Kategoria oświetleniowa	M 4
Nawierzchnia drogi	Asfalt
Szerokość drogi	7 m
Typ słupa	betonowe
Ilość słupów	12
Wysokość słupa	12,5 m
Odległość od krawędzi jezdni	1 m
Odległości między słupami	35 m
Rodzaje opraw	Siteco
Ilość opraw	12
Typ źródła światła	Soda
Moc opraw	150W
Wysokość oprawy	Zawieszona na 11 m
Kąt wysięgnika	5°
Rodzaj linii	kablowa
Zasilanie	KM 5+922
Długość wysięgnika	1 m
Barwa światła:	Żółta

PARAMETR	WYNIK BADAŃ	NORMA
Luminancja średnia nawierzchni Lm [cd/m ²]	1,12	0,75
Równomierność całkowita U0	0,71	0,35 (wartość najniższa)
Równomierność wzdluzna UI	0,67	0,40 (wartość najniższa)
Olśnienie przeszkadzające TI [%]	11	15 (maksimum)

WNIOSKI I PROPOZYCJE MODERNIZACJI

Droga klasy M 4. Skrzyżowanie obwodnicy miasta z ul. Pod Młynik. Normy luminancji średniej są spełnione. Modernizacja na nowe oprawy **LED o mocy 53 W, strumień świetlny 7293 lm, barwa biała 4000 K, 700mA** wraz z systemem sterowania oświetleniem. Po modernizacji montaż opraw na istniejących wysięgnikach.

4.4 OBWODNICA - RONDO BYDGOSKIE



PARAMETR:	WYNIK BADANIA
Kategoria oświetleniowa	M 4
Nawierzchnia drogi	Asfalt
Szerokość drogi	7 m
Typ słupa	betonowe
Ilość słupów	21
Wysokość słupa	12,5 m
Odległość od krawędzi jezdni	1 m
Odległości między słupami	35 m
Rodzaje opraw	Onyx - Schreder
Ilość opraw	21
Typ źródła światła	Soda
Moc opraw	150W
Wysokość oprawy	Zawieszona na 11 m
Kąt wysięgnika	5°
Rodzaj linii	kablowa
Zasilanie	KM3+900
Długość wysięgnika	1 m
Barwa światła:	Żółta

PARAMETR	WYNIK BADAŃ	NORMA
Luminancja średnia nawierzchni Lm [cd/m ²]	1,17	0,75
Równomierność całkowita U0	0,71	0,35 (wartość najniższa)
Równomierność wzdluzna UI	0,67	0,40 (wartość najniższa)
Olśnienie przeszkadzające TI [%]	11	15 (maksimum)

WNIOSKI I PROPOZYCJE MODERNIZACJI

Droga klasy M 4. Skrzyżowanie obwodnicy miasta z ul. Macieja z Ryńska – rondo Bydgoskie. Normy luminancji średniej są spełnione. Modernizacja na nowe oprawy **LED o mocy 53 W, strumień świetlny 7293 lm, barwa biała 4000 K, 700mA** wraz z systemem sterowania oświetleniem. Po modernizacji montaż opraw na istniejących wysięgnikach.

4.5 UL. MACIEJA RATAJA



PARAMETR:	WYNIK BADANIA
Kategoria oświetleniowa	M 5
Nawierzchnia drogi	Asfalt
Szerokość drogi	6 m
Typ słupa	Wirowy, na budynku
Ilość słupów	41
Wysokość słupa	10 m
Odległość od krawędzi jezdni	0,8
Odległości między słupami	35 m
Rodzaje opraw	PHILIPS SGP 340 , LED (7)
Ilość opraw	41
Typ źródła światła	Sodowe, ledowe
Moc opraw	30 W (3), 60 W (4), 150 W
Wysokość wysięgnika	Na wys. 10 m
Długość wysięgnika	0,5-1 m
Kąt wysięgnika	5°
Rodzaj linii	kablowa
Zasilanie	Trafo Rataja
Barwa światła:	Żółta, biała

PARAMETR	WYNIK BADAŃ	NORMA
Luminancja średnia nawierzchni Lm [cd/m ²]	0,79	0,50
Równomierność całkowita U0	0,39	0,35 (wartość najniższa)
Równomierność wzdluzna UI	0,42	0,40 (wartość najniższa)
Olśnienie przeszkadzające TI [%]	15	15 (maksimum)

WNIOSKI I PROPOZYCJE MODERNIZACJI PRZY ODSTĘPIE 40 m

Droga klasy M 5. Oprawy sodowe i ledowe zamontowane są na słupach betonowych i połączone linią kablową. Modernizacja na nowe oprawy **LED o mocy 28 W, strumień świetlny 3664 lm, barwa biała 4000 K , 700mA** lm wraz z systemem sterowania oświetleniem.

4.6 UL. ŚCIEŻKA NAD JEZIOREM FRYDEK



PARAMETR:	WYNIK BADANIA
Kategoria oświetleniowa	P5
Nawierzchnia drogi	kostka
Szerokość drogi	3,5 m
Typ słupa	stalowe
Ilość słupów	50
Wysokość słupa	5 m
Odległość od krawędzi jezdni	0,5 m
Odległości między słupami	25 m
Rodzaje opraw	parkowe
Ilość opraw	50
Typ źródła światła	Soda
Moc opraw	100 W
Wysokość oprawy	Zawieszona na 6 m
Kąt wysięgnika	0°
Rodzaj linii	Kablowa
Zasilanie	Trafo Nadbrzeżna
Długość wysięgnika	0 m
Barwa światła:	Żółta

PARAMETR	WYNIK BADAŃ	NORMA
Średnie natężenie oświetlenia	2,7	3,50
Minimalne natężenie oświetlenia	1,65	1,00

WNIOSKI I PROPOZYCJE MODERNIZACJI

Oświetlenie parkowe . Normy minimalnego natężenia oświetlenia są spełnione. Modernizacja na nowe energooszczędne oprawy parkowe **LED 3000K, moc 19 W, strumień świetlny 2339 lm, 500mA** wraz systemem sterowania oświetleniem. Montaż opraw na istniejących wysięgnikach.

4.7 ŚCIEŻKA NAD JEZ. ZAMKOWYM OD PLAŻY



PARAMETR:	WYNIK BADANIA
Kategoria oświetleniowa	P4
Nawierzchnia drogi	kostka
Szerokość drogi	3 m
Typ słupa	Stalowy parkowy
Ilość słupów	31
Wysokość słupa	5 m
Odległość od krawędzi	0,1 m
Odległości między słupami	25 m-
Rodzaje opraw	ROSA OPA
Ilość opraw	31
Typ źródła światła	Sodowe,
Moc opraw	100 W,
Wysokość wysięgnika	Na wys. 5 m
Długość wysięgnika	0 m
Kąt wysięgnika	0°
Rodzaj linii	kablowa
Zasilanie	SON CHEŁMIŃSKA
Barwa światła:	Żółta,

PARAMETR	WYNIK BADAŃ	NORMA
Średnie natężenie oświetlenia	5,47	5
Minimalne natężenie oświetlenia	1,12	1

WNIOSKI I PROPOZYCJE MODERNIZACJI

Droga rowerowa klasy oświetleniowej P4. Oprawy sodowe parkowe zamontowane są na słupach parkowych stalowych i połączone linią kablową. Modernizacja na nowe oprawy **LED 3000K, moc 19 W, strumień świetlny 2339 lm, 500mA** wraz z systemem sterowania oświetleniem.

4.8 ŚCIEŻKA OD CHEŁMIŃSKIEJ DO MOSTU



PARAMETR:	WYNIK BADANIA
Kategoria oświetleniowa	P4
Nawierzchnia drogi	kostka
Szerokość drogi	3 m
Typ słupa	Stalowy parkowy
Ilość słupów	19
Wysokość słupa	5 m
Odległość od krawędzi	0,1 m
Odległości między słupami	25-30 m-
Rodzaje opraw	ROSA OPA
Ilość opraw	19
Typ źródła światła	Sodowe,
Moc opraw	100 W,
Wysokość wysięgnika	Na wys. 5 m
Długość wysięgnika	0 m
Kąt wysięgnika	0°
Rodzaj linii	kablowa
Zasilanie	SON CHEŁMIŃSKA
Barwa światła:	Żółta,

PARAMETR	WYNIK BADAŃ	NORMA
Średnie natężenie oświetlenia	5,47	5
Minimalne natężenie oświetlenia	1,12	1

WNIOSKI I PROPOZYCJE MODERNIZACJI

Droga rowerowa klasy oświetleniowej P4. Oprawy sodowe parkowe zamontowane są na słupach parkowych stalowych i połączone linią kablową. Modernizacja na nowe oprawy **LED 3000K, moc 19 W, strumień świetlny 2339 lm, 500mA** wraz z systemem sterowania oświetleniem.

ROZDZIAŁ 5

**Audyt jako czynnik stymulujący sposób myślenia o oświetleniu
w Wąbrzeźnie - strategiczne cele audytu oświetlenia ulicznego**

ROZDZIAŁ 5

Audyt jako czynnik stymulujący sposób myślenia o oświetleniu w Wąbrzeźnie - strategiczne cele audytu oświetlenia ulicznego

Podstawowym celem przeprowadzonej aktualizacji audytu oświetlenia ulicznego na terenie miasta była analiza stanu istniejącego oświetlenia znajdującego się na terenie gminy. Opisy poszczególnych ulic, klasy oświetleniowe oraz wyniki badań są częścią niniejszego opracowania. Uważamy jednak, iż nasz audyt powinien sięgać dalej. Audyt powinien wskazać kierunki rozwoju oświetlenia, sposób zarządzania kwestiami oświetlenia, kierunki rozwoju polityki oświetleniowej oraz miejsce oświetlenia oraz energii elektrycznej w życiu gminy.

Nowoczesne zarządzanie oświetleniem ulicznym w gminie powinno obejmować:

- **Kompleksowe podejście do tematu oświetlenia ulicznego:**

Gminy stale konkurują w zakresie odpowiednich narzędzi przyciągania turystów, nowych mieszkańców, inwestorów. Elementem kluczowym w tworzeniu pozytywnego wizerunku jest odpowiedni marketing gminy.

Proponujemy zintensyfikowanie działań w zakresie marketingu gminy opartego na świetle. Walory gminy można podziwiać zarówno w dzień i w nocy. Właściwe wskazanie nocnych akcentów może przyciągnąć dodatkowych turystów, zachęcić do zainwestowania w gminie, osiedlenia się. Znane stwierdzenie, iż „światło przyciąga” powinno zyskać w gminie nowe znaczenie.

Istotne jest aby jak najwięcej podmiotów tworzących „nocną panoramę” gminy skupiło się na realizacji wyznaczonych przez „Marketing Oświetlenia” celów. Gmina nie jest jedynym kreatorem nocnej panoramy. Do programu powinno włączyć się:

Hotele, Restauracje, Galerie Handlowe, Developerów itd.

Podmioty te uczestniczą w kształtowaniu nocnego wizerunku. Administracja gminna powinna być kimś w rodzaju koordynatora działań, planowania i strategii.

Marketing poprzez oświetlenie powinien ukazać piękno gminy, silniej zidentyfikować mieszkańców i stworzyć pozytywny wizerunek miasta nocą.

- **Masterplan oświetleniowy**

Stworzenie planu zarządzania, rozbudowy i modernizacji oświetlenia w gminie. Podział gminy na specjalne strefy oświetleniowe: centrum gminy (strefa prestiżu), strefy rekreacyjne (zielone), strefy komunikacyjne (obszary typowo z drogami tranzytowymi), strefy mieszkalne. W strefach tych stosowana będzie odmienna polityka oświetleniowa (inne wzornictwo, inna barwa światła). Gmina powinna stworzyć specjalną politykę ukierunkowaną na kwestię oświetlenia ulic. Polityka powinna obejmować również elementy dekorowania światłem: iluminacje obiektów oraz dekoracje świeteczne.

Strategia uniezależniania się od Zakładu Energetycznego

Długookresowe działania gminy powinny być ukierunkowane na uniezależnienie się od Energa Oświetlenie Sp. z o.o. w zakresie kwestii własności urządzeń oświetlenia ulic. Należy w miarę możliwości finansowych budować nowe oświetlenie uliczne już należące do gminy. Uzależnienie od Energi prowadzi obok kwestii czysto ekonomicznych (wysokie koszty urządzeń, stawki za konserwację,) do nie możliwości prowadzenia skutecznej, własnej polityki oświetleniowej np. część jednej ulicy jest oświetlona przez PGE, część ulicy przez urządzenia należące do gminy.

- **Efektywność energetyczna, energooszczędność**

Uważamy, iż Wąbrzeźno jest miastem, które powinno wdrażać rozmaite innowacje i nowoczesne rozwiązania. Powinniśmy dbać o budżet gminy oraz o środowisko na terenie gminy. Dlatego proponujemy aby jednym z celów nowej strategii oświetlenia, masterplanu oświetleniowego było wdrażanie energooszczędnych rozwiązań LED. Wynikiem audytu jest prezentacja nowoczesnych rozwiązań w zakresie systemów sterowania oświetleniem.

- **Spółka Międzygminna zajmująca się całością spraw oświetlenia, energetyki, itd.**

Kwestię oświetlenia ulic oraz wszystkich spraw związanych z energią elektryczną powinny zostać skupione w jednej komórce np. spółce między komunalnej. Mogłaby to być spółka funkcjonująca w oparciu o Związek Gmin – obsługująca zadania z zakresu energetyki. Spółka taka zajmowałaby się całością spraw związanych z oświetleniem i energetyką:

- Projektowaniem i zarządzanie oświetleniem na terenie gminy.
- Konserwacja oświetlenia ulicznego na terenie gminy.
- Zarządzanie całością spraw związanych w zakupem energii elektrycznej.
- Konserwacją sygnalizacji świetlnej.
- Iluminacją budynków i obiektów w gminie.
- Dekoracją świąteczną gminy.
- Udostępnianiem słupów oświetleniowych do celów informacyjnych.

Wąbrzeźno jest miastem , które wymaga nowego podejścia do kwestii oświetlenia. Oświetlenie niesie ze sobą potężny potencjał promocyjny, możliwości oszczędności środków budżetowych oraz ogromne możliwości i wpływania na ochronę środowiska. Dlatego Władze Miasta powinny pokusić się o stworzenie specjalnego podejścia do kwestii oświetlenia na terenie gminy we współpracy z innymi gminami powiatu.

ROZDZIAŁ 6

**Opis systemu sterowania i zarządzania oświetleniem ulicznym
proponowanego na terenie miasta Wąbrzeźno**

ROZDZIAŁ 6

Opis systemu sterowania i zarządzania oświetleniem ulicznym proponowanego na terenie miasta Wąbrzeźno

1. Wybór systemu, opis możliwości wykorzystania

Na rynku polskim dostępne są różne rozwiązania systemów sterowania oświetleniem ulicznym. System sterowania musi zapewniać wysyłanie programów świecenie do opraw (na przykład obniżenia świecenia o określonych porach) oraz uzyskiwania z opraw danych na temat stanu ich pracy. Systemy, które sterują zbiorczo oprawami z rozdzielni i nie otrzymują informacji zwrotnych od nich są za mało wnoszą do sterowania oprawami LED, aby je stosować w profesjonalnych instalacjach.

System musi umożliwiać niepowiązane z konfiguracją sieci zasilającej grupowanie opraw zgodne z ciągami komunikacyjnymi. Absolutnie niezbędnym warunkiem to minimum 6 poziomów świecenia opraw oraz możliwość różnego zaprogramowania poziomów świecenia zależnie od dni tygodnia, miesiąca itp. Ręczna interwencja z dowolnego urządzenia podłączonego do przeglądarki internetowej oraz wizualizacja pracy systemu na mapach musi być dostępna. Bardzo ważna jest także możliwość precyzyjnych pomiarów parametrów pracy, która jest przydatna do kontroli systemu oraz do planowania serwisu.

Obniżenia kosztów eksploatacji sieci oświetleniowej

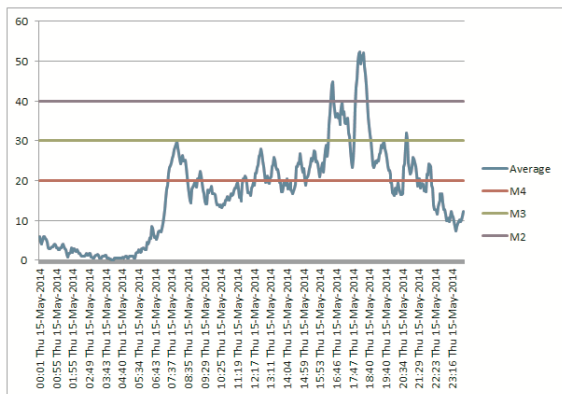
Obniżenie kosztów eksploatacji wynika z obniżenia mocy zamontowanych opraw do poziomu optymalnego oraz właściwe prowadzenie serwisu za pomocą informacji pozyskanych z systemu sterowania.

Podstawowym działaniem jest obniżenie poziomu świecenia w środku nocy. Wykorzystanie możliwości płynących z wyboru klasy oświetlenia umożliwia ustawienie więcej niż dwóch poziomów świecenia w ciągu nocy. Wybór czasu ściemnienia może być zadany w sposób arbitralny lub wynikać z pomiarów natężenia ruchu.

Parametr	Opcje	Opis*		Wartość* wagi VW
Prędkość	Bardzo wysoka	V > 100 km/h		2
	Wysoka	70 < v < 100 km/h		1
	Umiarkowana	40 < v < 70 km/h		-1
	Niska	v < 40 km/h		-2
Natężenie Ruchu		Autostrady, drogi wielopasmowe	Drogi dwupasmowe	
	Wysokie	> 65% max	> 45% max	1
	Umiarkowane	35% - 65% max	15% - 45% max	0
	Niskie	< 35%max	< 15% max	-1
Rodzaj ruchu	Mieszany z dużym udziałem			2

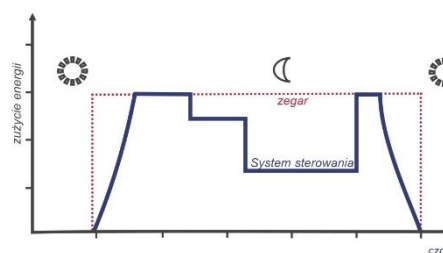
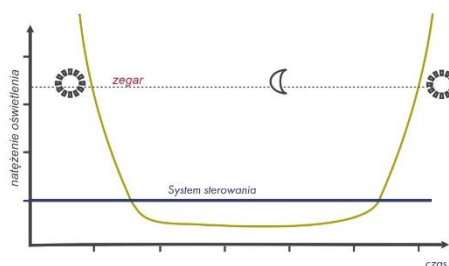
	Niemotoryzowanych			
	Mieszany			1
	Motorowy tylko			0
Rozdzielenie	Nie			1
Jezdni	Tak			0
Gęstość skrzyżowań		Gęstość skrzyżowań/km	Rozjazdy, odległość m. wiaduktami, km	
	Duża	> 3	< 3	1
	Mała	< 3	> 3	0
Zaparkowane Pojazdy	Tak			1
	Nie			0
Luminancja otoczenia	Wysoka	Okna wystawowe, boiska sportowe, reklamy, obszary stacji, magazynów		1
	Średnia	normalna sytuacja		0
	Niska			-1
Prowadzenie wzrokowe	Bardzo trudne			2
	Trudne			1
	Łatwe			0
*Wartości podane w kolumnach są przykładowe. Możliwe jest przyjęcie wartości bardziej odpowiednich na poziomie krajowych wymagań.				Suma VWS

Bez zmiany organizacji ruchu wybór różnej klasy oświetlenia czyli poziomu świecenia opraw i w konsekwencji ilości zużytej energii określany jest za pomocą wyboru okresu w którym natężenie ruchu ulicznego jest określane jako wysokie, umiarkowane lub niskie. Przekładając na praktyczne realizacje – należy wybrać godziny między którymi oprawy będą świeciły mniejszą mocą, ponieważ jest mniejszy ruch na ulicy. Wybór ten można dokonać arbitralnie i ewentualnie za pomocą systemu sterowania go zmieniać. Przy tym rozwiązaniu pojawia się ryzyko nie uwzględnienia nietypowych zdarzeń w ruchu ulicznym (na przykład objazd) które powodują zwiększenie przepływu pojazdów w porze, kiedy zwykle był niewielki ruch. Drugie rozwiązanie jest oparte na pomiarze ilości pojazdów w czasie za pomocą radaru włączonego w system sterowania.



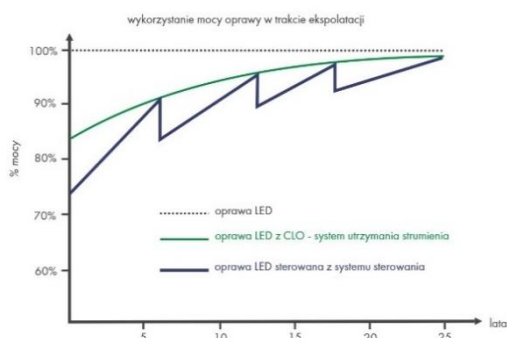
Na podstawie danych z radaru czyli ilości pojazdów na drodze system oświetlenia powinien ustawić właściwy poziom świecenia. Przy zastosowaniu radarów odpowiedniej klasy możliwe jest uzyskanie większej ilości danych. Ponieważ to rozwiązanie nie jest banalne technicznie, ważne jest stosowanie rozwiązań sprawdzonych w praktyce.

W tradycyjnej instalacji oprawy są włączane do pracy za pomocą zegara astronomicznego. Przy zastosowaniu opraw LED można czas załączenia i wyłączenia zoptymalizować poprzez wykorzystanie pomiaru oświetlenia naturalnego. Ważne jest, aby pomiar był dokonywany przez przyrządy właściwej klasy z odpowiednią dokładnością nie gorsza niż 5%.



Poziom świecenia w stosunku do poziomu oświetlenia zewnętrznego

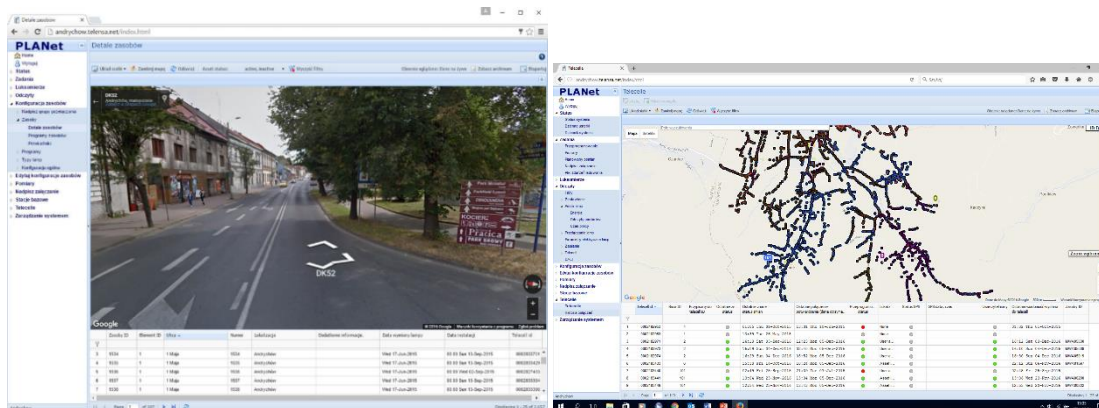
Bardzo istotne jest także uwzględnienie poprawek wynikających z doboru opraw. Często oprawa dostępna z oferty emituje za dużo światła w stosunku do wymagań konkretnej ulicy. Przy pomocy systemu można to uwzględnić i zadać jej mniejszą, wirtualną moc. Właściwy projekt uwzględnia współczynnik konserwacji na starzenie i zabrudzenie się opraw. Proces ten przebiega w czasie, więc na początku oprawa musi mieć większy strumień światła, który można zmniejszyć i stopniowo zwiększać w miarę starzenia się instalacji.



Przebieg procesu starzenia się oprawy w czasie

Wykorzystując powyższe możliwości jesteśmy w stanie obniżyć pobór mocy opraw LED o nawet 50% co daje między 60% a 80% obniżenie mocy instalacji po modernizacji w stosunku do oświetlenia ulic lampami wyładowczymi.

Dane, które system pobiera z opraw, różne pomierzone parametry pracy oraz alarmy, należy wykorzystać do planowania serwisu. Oczywiście jest wysyłanie ekip serwisowych w teren wtedy, gdy ilość opraw uszkodzonych lub ich ważność wymusza taką akcję eksploatacyjną. Mniej oczywiste jest, że posiadając dane z opraw możemy przewidzieć, kiedy zasilacze są na końcu swojej trwałości i na tej podstawie podjąć decyzje – czy bardziej opłacalne jest czekanie na prawie pewne uszkodzenia, czy też taniej jest wymienić większą ilość zasilaczy, chociaż jeszcze zapewniają one świecenie opraw. Na podstawie danych z systemu można podejmować inne, korzystne decyzje.



System powinien umożliwiać wizualizację danych, łatwe sterowanie oprawami oraz dostęp do całej historii pracy systemu wraz z istotnymi danymi.

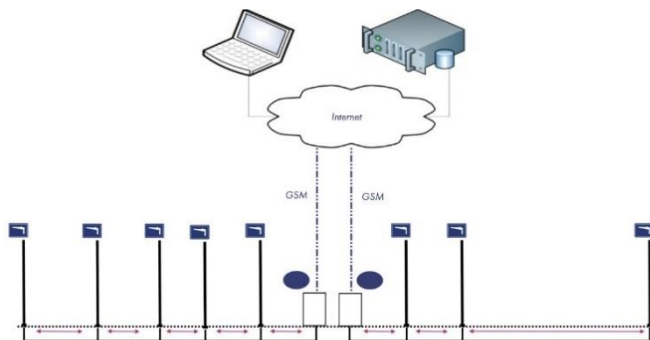
Typy systemów sterowania

Analizując rozwiązania systemów sterowania widać pewne cechy wspólne oraz istotne różnice. Na rynku występują systemy oferowane przez producentów opraw oraz otwarte rozwiązania producentów systemu sterowania. Wybierając system producenta opraw w znacznym stopniu wiążemy się z nim i mamy ograniczone możliwości dodania do instalacji opraw innych producentów. Wybór niezależnego systemu sterowania umożliwia wybór najbardziej optymalnych rozwiązań z zakresu opraw i poprzez wygodę użytkownika prowadzi to korzystania z tego rozwiązania w dłuższym okresie.

Systemy sterowania różnią się sposobem komunikacji. Schemat zaczyna się od komputera użytkownika, poprzez serwer, z którym użytkownik komunikuje się przez Internet. Serwer otrzymuje informacje od punktów zbiorczych sieci poprzez sieć komórkową. Te elementy schematu zazwyczaj są wspólne. Istotne różnice techniczne systemów zaczynają się na poziomie komunikacji punktów zbiorczych sieci z oprawami.

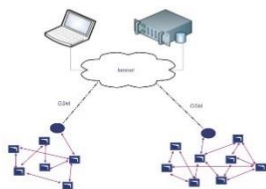
Rodzaje komunikacji systemów sterowania

Komunikacja po sieci zasilającej. Działa ona poprzez wykorzystanie istniejącej sieci zasilania opraw oświetleniowych do przesyłania informacji wewnątrz systemu. W warunkach rzeczywistych instalacji oświetlenia ulicznego pojawiają się trudności komunikacji wynikające z zakłóceń, tłumienia sygnału, słabych połączeń na złączach itd. Innym istotnym mankamentem jest konieczność instalacji znacznej ilości punktów zbiorczych sieci – praktycznie w każdej rozdzielni oświetlenia zewnętrznego. Drogie punkty zbiorcze są łatwo dostępne dla wandalów. Komunikacja ta wymaga utrzymania dużej ilości punktów komunikacji z Internetem, a jeśli wybrano sieć GSM idą za tym znaczne koszty za transmisję danych. Drugą istotną wadą tego rozwiązania jest brak możliwości rezerwowania komunikacji. Jediną sensowną technicznie metodą odtworzenia łączności z oprawą w razie awarii punktu zbiorczego jest jego naprawa lub wymiana.



Schemat komunikacji – sieć zasilająca

Komunikacja bezprzewodowa, radiowa w układzie sieci kratowej, mesh. Najbardziej rozpowszechniony w komunikacji sieci mesh jest standard ZigBee. Dostępne są też inne rozwiązania. Istota jego działania sprowadza się do tworzenia dynamicznej sieci komunikacji wspartej poprzez sieć punktów zbiorczych. Należy jednak podkreślić, że punkty zbiorcze mają ograniczony zasięg i ograniczoną ilość opraw, które mogą się z nimi komunikować – w praktyce rzędu maksymalnie 500. W sieć można włączyć inne urządzenia, ale należy brać pod uwagę niewielką pojemność punktów zbiorczych. Plusem tego rozwiązania jest możliwość wykonania instalacji niezależnej od rozdzielni oświetlenia ulicznego. To rozwiązanie ma oczywiście swoje minusy - trudności ze stabilną pracą, podatność na zakłócenia oraz trudności z właściwym poziomem sygnału – szczególnie przy sieciach ZigBee pracujących przy częstotliwości 2,4GHz. W przypadku awarii punktu zbiorczego należy w sposób ręczny przełączyć oprawy do komunikacji z innym punktem, o ile jest to możliwe. Nie ma możliwości redundancji lub jest ona realizowana przez rozbudowane systemy



Schemat komunikacji – MESH

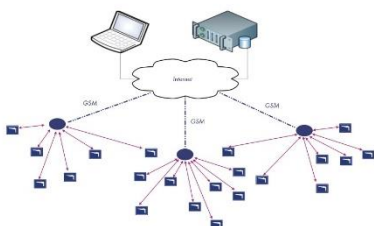
Komunikacja w całości poprzez sieć komórkową. Jest to unikalne rozwiązanie, ale warte prezentacji ponieważ jest promowane przez największą firmę oświetleniową w Polsce. Każda oprawa jest wyposażona w moduł komunikacji z siecią GSM. Dzięki temu uruchomienie systemu powinno być tak łatwe, jak włączenie smartfonu w sieć, co nie zawsze ma miejsce. Oczywiście jak każde rozwiązanie techniczne ma swoje wady – wszystkie oprawy są zależne od sieci komórkowej, przy braku zasięgu nie ma innej możliwości komunikacji. Przy eksploatacji opraw w okresie minimum kilkunastu lat trudno jest przewidzieć możliwe zmiany w technologii opraw, jak i w zakresie możliwych komunikacji GSM. Istotne są także koszty dostępu do sieci GSM każdej oprawy. W okresie gwarancji jest to problem dostawcy rozwiązania, po gwarancji jest to problem użytkownika. Ze względu na to, że moduły komunikacyjne są zabudowane w oprawach, jest to na pewno oferta ciekawa dla zwolenników rozwiązania opartego na produktach jednej firmy, ponieważ

w praktyce nie będą mogli stosować rozwiązań od innych producentów, niezależnie jak korzystne by one były. Jest to wybór systemu sterowania i opraw od jednego dostawcy na bardzo długie lata.



Schemat komunikacji – sieć GSM

Komunikacja radiowa UNB w układzie gwiazdowym. W układzie gwiazdowym oprawy komunikują się z wybranym punktem węzłowym. W razie jego awarii automatycznie łączą się z innym bez szkody dla pracy systemu. To rozwiązanie jest oferowane przez producentów systemów sterowania oświetleniem niezależnych od producentów opraw. Komunikacja w systemie transmisji UNB w układzie gwiazdowym jest wystarczająca na potrzeby sterowania oświetleniem oraz dla komunikacji innych urządzeń technicznych włączonych w sieć IoT, czyli infrastruktury smart city. Europejski Instytut Norm Telekomunikacyjnych (ETSI) prowadzi prace nad wdrożeniem tego sposobu komunikacji jako otwartej platformy do komunikacji Internetu urządzeń IoT. Dla właściciela sieci oświetleniowej oznacza to możliwość zapewnienia komunikacji innym urządzeniom, takim jak inteligentne liczniki, stacje pogodowe, sieci parkingowe itd. Duży zasięg, standardowo znaczna ilość możliwych urządzeń do podłączenia do punktu węzłowego (rzędu 5 000 szt.) oraz łatwa w realizacji pełna automatyczna redundancja (rezerwacja) wraz z odpornością na zakłócenia zapewniają stabilną pracę systemu. Urządzenia komunikacyjne montowane są w oprawach za pomocą specjalnych, ogólnie dostępnych gniazd. Zapewnia to pełną niezależność systemu od producentów opraw. Na bazie systemu sterowania można również wykorzystać lub udostępnić odpłatnie infrastrukturę komunikacji dla rozwiązań smart city. System ten także został sprawdzony w warunkach polskich.



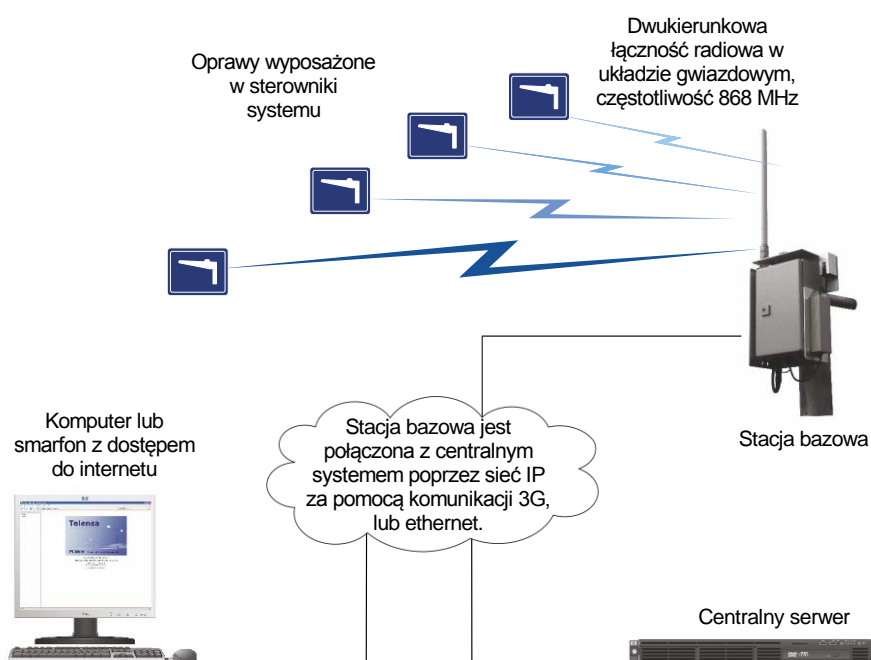
Ze względu na: niezależność od producentów opraw, pewność działania i komunikacji, możliwość tworzenia rezerwacji (redundancji) połączeń, łatwe włączenia w system istotnych elementów smart city takich jak precyzyjny pomiar światła dziennego, radarowy pomiar przepływu pojazdów oraz innych sensorów i czujników wybrany został system oparty na komunikacji UND reprezentowany przez system o parametrach opisanych poniżej.

2. Opis parametrów wybranego systemu sterowania

System sterowania i zarządzania oświetleniem zwany dalej SYSTEMEM musi być zgodny z podanym poniżej opisem oraz spełniać wyszczególnione wymagania dotyczące schematu działania, montażu oraz parametrów. Na system musi być zapewniona 10 letnia gwarancja.

I. Schemat działania SYSTEMU

Schemat działania systemu został pokazany na załączonym poniżej rysunku.



Oprawy wyposażone w sterowniki SYSTEMU komunikują się dwukierunkowo ze stacją bazową. Komunikacja w układzie gwiazdowym. Nie dopuszcza się układów kratowych zwanych także mesh ani komunikacji typu oprawa do oprawy. Stacje bazowe muszą zapewniać redundancję SYSTEMU - w razie uszkodzenia lub zaniku zasilania któreś ze stacji inne przejmują komunikację ze sterownikami tworząc tymczasową konfigurację gwiazdową systemu do czasu usunięcia awarii. Stacja bazowa poprzez sieć 3G lub Ethernet komunikuje się z centralnym serwerem, na którym jest zainstalowane oprogramowanie. Dostęp do oprogramowania poprzez urządzenie wyposażone w przeglądarkę internetową oraz dostęp do sieci, zabezpieczone hasłem. Sterowanie SYSTEMEM przez operatora za pomocą oprogramowania. Serwery systemu muszą być zainstalowane w serwerowni spełniającej co najmniej wymagania ISO27001.

II. Montaż elementów SYSTEMU

SYSTEM wymaga montażu sterowników systemu w oprawach, stacji bazowych oraz centralnego serwera.

Sterowniki SYSTEMU muszą być uniwersalne – wykorzystywać sterowanie zarówno sygnałem cyfrowym DALI jak i analogowym 0-10V. Sterowniki w standardzie wyposażone we wtyk NEMA 5 pin standard ANSI C136.41. Montaż sterowników w oprawach wyposażonych w gniazda NEMA 5 pin standard ANSI C136.41. Sterowniki SYSTEMU służą do włączania napięcia na oprawę (jej układ zasilania świecenia źródła światła) za pomocą wewnętrznego układu przełączającego zapewniające włączenie obciążenia o mocy mniejszej lub równej 450W z wykorzystaniem 3 złączy oraz sterują poziomem świecenia oprawy za pomocą 2 złączy gniazda. SYSTEM musi mieć w standardzie również wersje sterowników montowane do obudowy oprawy z zapewnieniem stopnia szczelności IP66 oraz wersje do zabudowania sterownika wewnątrz oprawy z wykorzystaniem zewnętrznej anteny. Sterownik SYSTEMU realizuje wszystkie pomiary parametrów oprawy. Sterownik w trybie czuwania nie może pobierać większą moc niż 1W. Oprawa powinna być zasilana z sieci oświetlenia ulicznego w sposób stały 24 godziny na dobę.

Stacje bazowe SYSTEMU montuje się na słupach oświetlenia ulicznego za pomocą dostarczonych wraz ze stacją metalowych opasek zaciskowych - widok tylnej strony stacji bazowej poniżej



Stacja bazowa zasilana jest z sieci oświetlenia ulicznego w sposób stały 24 godziny na dobę poprzez złącze szczelne na końcu przewodu zasilającego stacji 3x2,5mm². Przewód i złącze w komplecie ze stacją. Zadaniem wykonawcy instalacji elektrycznej jest doprowadzenie zasilania do złącza i jego właściwe podłączenie.

Serwer SYSTEMU musi być zainstalowany w zabezpieczonej serwerowni na terenie Unii Europejskiej. Jego montaż i obsługa leży po stronie dostawcy SYSTEMU. Użytkownik/operator SYSTEMU musi być wyposażony w urządzenie zapewniające dostęp do Internetu poprzez przeglądarkę.

III. Parametry SYSTEMU

SYSTEM musi spełniać następujące parametry:

1. SYSTEM jest systemem otwartym, dopuszczającym stosowanie opraw różnych producentów
2. SYSTEM musi mieć w standardzie montaż elementów SYSTEMU w oprawie za pomocą gniazda w standardzie NEMA 5pin, bez dodatkowej ingerencji w oprawę.
3. SYSTEM jest oparty na komunikacji radiowej na częstotliwości 868MHz, pomiędzy punktem zbiorczym – radiostacją bazową a bezpośrednio wszystkimi oprawami w zasięgu komunikacji punktu zbiorczego. Komunikacja musi być oparta na licencji otwartej, zgodna z normą EN 300 220 lub jej krajowymi odpowiednikami. Obecność w pobliżu innych systemów wykorzystujących komunikację radiową nie może mieć wpływu na skuteczność transmisji danych na potrzeby systemu sterowania oświetleniem.

4. Konfiguracja gwiazdowa SYSTEMU jest wymagana, większość opraw musi się kontaktować bezpośrednio z punktem zbiorczym. Wymagana jest pełna dwukierunkowość transmisji punktów zbiorczych z oprawami.
5. SYSTEM musi zapewniać możliwość redundancji – oprawa po utracie komunikacji z początkową stacją bazową musi mieć możliwość automatycznego skomunikowania się z inną stacją bazową będącą w jej zasięgu
6. Punkty zbiorcze, radiostacje bazowe muszą komunikować się z centralnym serwerem za pomocą komunikacji 3G lub Ethernet, nie dopuszczalna jest komunikacja za pomocą sieci Wi-Fi. SYSTEM w skali gminy ma posiadać nie więcej niż 2 punkty komunikacji SYSTEMU z centralnym serwerem.
7. Oprogramowanie SYSTEMU – interface – musi komunikować się z użytkownikiem w języku polskim. Dostęp do interface/oprogramowania musi być dostępny z komputera, smartfonu, tabletu lub innego urządzenia wyposażonego w dostęp do Internetu oraz przeglądarkę internetową. Dostęp do oprogramowania musi być zabezpieczony hasłem.
8. Wszystkie elementy SYSTEMU muszą być montowane na wysokości powyżej 4m od poziomu gruntu
9. Wszystkie elementy SYSTEMU muszą mieć stopień szczelności równy lub wyższy od IP65, temperaturę pracy z minimalnego zakresu od -20C +/- 2C do 50C +/- 5C, wszystkie elementy SYSTEMU muszą być odporne na promieniowanie UV. Element SYSTEMU montowany w oprawie musi mieć możliwość załączania obciążenia większego niż 450W.
10. SYSTEM musi zapewniać zdalny nadzór (monitorowanie, konfiguracja) przez sieć internetową z poziomu przeglądarki internetowej – bez konieczności instalowania dodatkowego oprogramowania. Dostęp do interfejsu użytkownika jest możliwy z dowolnego urządzenia wyposażonego w dostęp do Internetu i przeglądarkę internetową
11. SYSTEM musi mieć możliwość sterowania - ściemniania wszystkimi oprawami w okresie świtu i zmierzchu z wykorzystaniem pomiaru światła dziennego, odchyłka dokładności pomiaru natężenia oświetlenia nie większa niż 3% dla każdej oprawy.
12. Sterowniki SYSTEMU muszą mieć zabudowane zabezpieczenie przeciwprzepięciowe powyżej 10kV, do 20kV.
13. Centralny serwer musi zapewniać za pomocą interface: graficzną lokalizację opraw na ogólnie dostępnych mapach typu GoogleMaps, przedstawienie wszystkich mierzonych parametrów, generowanie raportów, programowanie parametrów pracy opraw, ręczną zmianę parametrów.
14. SYSTEM musi się komunikować z różnymi systemami zasilaczy stosowanych w oprawach LED ze ściemnianiem, minimalne wymagania to sterowanie sygnałem 0-10V lub DALI, zakres sterowania od 0% do 100% świecenia z dokładnością 1%
15. SYSTEM musi mierzyć następujące parametry w każdej oprawie indywidualnie z dokładnością nie gorszą niż 1%:
 - elektryczne: moc, prąd, współczynnik mocy
 - zasilania: bieżące napięcie, przeciętne napięcie, za niskie napięcie, zaniki napięcia

- mocy: moc czynną, pobór mocy
- czasu: czas załączenia opraw, czas świecenia
- opraw: uszkodzenia, załączenia, czas świecenia, temperatury, utraty łączności

16. SYSTEM musi mierzyć następujące czas z odchyłką nie większą niż 0,1s na rok

17. SYSTEM musi być wyposażony w następujące możliwości sterowania:

- włączanie i wyłączanie opraw na podstawie: czasu, kalendarza, natężenia oświetlenia dziennego
- redukcja mocy pojedynczych opraw oświetleniowych, grup opraw lub wszystkich opraw
- załączanie i wyłączanie pojedynczej oprawy
- możliwość zdalnej zmiany konfiguracji w dowolnym momencie
- redukcję ręczną poziomu oświetlenia pojedynczej oprawy, grupy opraw, całej instalacji
- możliwość ustawienia różnych parametrów świecenia opraw w ciągu tygodnia z rozróżnieniem na dni robocze i w weekendy
- możliwość ustawienia różnych parametrów świecenia opraw na bazie kalendarza w zależności od sezonu roku oraz świąt
- możliwość sterowania oprawą w zakresie: włącz/wyłącz, ściemnienie do jednego poziomu w zadanym okresie w ciągu nocy, ustawienie w ciągu nocy do minimum ośmiu poziomów ściemnienia oprawy
- możliwość dowolnego definiowania grup, podgrup i przypisywanie do nich poszczególnych opraw
- dostęp do historycznych parametrów pracy systemu
- sygnalizowanie uszkodzenia oprawy, zaniku napięcia zasilającego, błędów komunikacji, przekroczonego poziomu mocy lub temperatury
- generowanie raportów zużycia energii oraz raportów błędów i innych raportów z mierzonych parametrów przez SYSTEM
- dodawanie nowych punktów świetlnych do systemu
- tworzenie kont użytkowników z różnorodnymi poziomami dostępu z możliwością zmiany w dowolnym momencie
- możliwość zmiany parametrów świecenia opraw poprzez operatora

18. Oprawy muszą się komunikować automatycznie ze stacją bazową, bez konieczności ingerencji operatora po awaryjnym zaniku i powrocie napięcia zasilania

19. Oprawy sterowane poprzez SYSTEM muszą mieć utrzymany stały strumień z oprawy przy wysterowaniu na maksymalny poziom w trakcie jej okresu eksploatacji

20. SYSTEM musi zapewniać zdalną aktualizację oprogramowania elementów SYSTEMU

21. SYSTEM musi rejestrować dane z opraw z całej historii pracy systemu

22. SYSTEM musi mieć w standardzie współpracę z systemem pomiaru natężenia ruchu pojazdów. Pomiar ten ma być wykorzystywany do ustalenia poziomu luminacji ulicy

zgodnego z normą PD CEN TR 13201-1-2014. Pomiar będzie się odbywał we wskazanym miejscu – głównej ulicy na terenie gminy jako miejsce wyjściowe. Urządzenie pomiarowe musi mieć możliwość łatwego przenoszenia w inne lokalizacje w celu stworzenia profilu przepływu pojazdów w mieście. Parametry urządzenia pomiarowego – radaru - mają być nie gorsze niż:

- dokładność zliczania 97% przy 95% pewności podczas zwykłych warunków drogowych
- dokładność pomiaru prędkości +/-3%
- dokładność pomiaru długości +/- 40 cm lub 5% w zależności od tego co jest większe z pewnością 95%
- pomiar dwukierunkowy lub na jezdni jednokierunkowej o dwóch pasach
- temperatura pracy -25C do 80C
- zapewnione podtrzymanie bateryjne
- minimalna pamięć urządzenia 2GB (około 200 mln pojazdów)
- mierzone parametry: ilość pojazdów, prędkość, długość, odstęp, przemieszczanie
- zakres mierzonej prędkości od 12 km/h do 200 km/h

SYSTEM umożliwia (czyli zostało to już sprawdzone w praktyce w realnej działającej komercyjnej instalacji) dodawanie opraw do systemu oraz innych elementów inteligentnego miasta jak pomiar przepływu wody, pomiar skażenia powietrza, poziom wypełnienia koszy na śmieci itp.

Załącznik 1

Zestawienie wydzielonych opraw do modernizacji na terenie miasta Wąbrzeźno

LP	WĄBRZEŻNO	PRZED MODERNIZACJĄ				PO MODERNIZACJI		
		LICZBA OPRAW	MOC ŹRÓDŁA ŚWIATŁA /W/	MOC OPRAWY /W/	MOC WSZYSTKICH OPRAW /W/	LICZBA OPRAW	MOC OPRAWY /W/	MOC WSZYSTKICH OPRAW /W/
1	Obwodnica - Pod Młynik	12	150	165	1980	12	53	636
2	Obwodnica - Pruszyńskiego	12	150	165	1980	12	53	636
3	Macieja Rataja	41	150	165	6765	41	28	1148
4	Rondo Bydgoskie	21	150	165	3465	21	53	1113
5	Rondo Chełmińskie	20	150	165	3630	20	53	1060
6	Ścieżka nad Jeziorem Frydek	50	100	115	5750	50	19	950
7	Ścieżka nad Jeziorem Zamkowym od plaży	31	100	115	3565	31	19	589
8	Ścieżka od Chełmińskiej do mostku	19	100	115	2185	19	19	361
	RAZEM	206			28990	206		6493