



AUDYT OŚWIETLENIA ULICZNEGO

ADRES OBIEKTU: **TEREN MIASTA BARTOSZYCE**

ZAMAWIAJĄCY: **Gmina Miejska Bartoszyce**
z siedzibą Urząd Miasta Bartoszyce
ul. Bohaterów Monte Cassino 1
11-200 Bartoszyce

OPRACOWAŁA: **Aleksandra Szczygelska**
Nr uprawnień POM/0094/PBE/18

mgr inż. Aleksandra Szczygelska
uprawnienia budowlane do projektowania
bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych
Nr ewid. POM/0094/PBE/18

PROJEKTOWAŁ: **Rafał Gruchała-Węsierski**
Nr uprawnień POM/0169/PWBE/17

mgr inż. Rafał Gruchała - Węsierski
uprawnienia budowlane

DATA: **29.04.2019 r.**

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

Uzupełniono w dniu 08.08.2019 r. Nr ewid. POM/0169/PWBE/17

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI	2
I. Część opisowa	3
1. Podstawa opracowania	3
2. Zakres opracowania	3
3. Podstawa prawna	3
4. Stan istniejący	5
5. Modernizacja	6
5.1. Założenia	6
5.2. Dobór klas oświetlenia i opraw	6
5.3. Warianty modernizacji	8
II. Obliczenia	15
1. Analiza energetyczna	15
1.1. Zużycie energii elektrycznej dla opraw podlegających modernizacji	15
1.2. Analiza dla części modernizowanej	18
2. Analiza finansowa	19
2.1. Koszt energii elektrycznej	19
2.2. Koszt modernizacji	20
2.3. Opłacalność inwestycji	20
3. Analiza redukcji emisji szkodliwych gazów	22
4. Analiza porównawcza przedstawionych wariantów dla kosztów częściowych	24
5. Analiza porównawcza przedstawionych wariantów dla kosztów całościowych	25
III. Spis tabel	27
IV. Załączniki	28

I. Część opisowa

1. Podstawa opracowania

Niniejszy audyt opracowano na podstawie:

- Umowy z Gminą Miejską Bartoszyce,
- Ustawy Prawo Budowlane,
- Normy PN-EN 13201 Oświetlenie Dróg,
- Inwentaryzacji sieci oświetleniowej w terenie,
- Ustaleń z Zamawiającym,

2. Zakres opracowania

Na terenie Miasta Bartoszyce do zakresu audytu i modernizacji wskazano 1472 opraw oświetleniowych dla celów oświetlenia dróg i placów publicznych.

W zakres audytu wchodzi:

- Inwentaryzacja sieci oświetleniowej,
- Dobór klas oświetlenia ulicznego dla wszystkich sytuacji objętych modernizacją,
- Dobór opraw dla ww. sytuacji,
- Wskazanie zakresu redukcji oświetlenia,
- Obliczenia związane z audytem: mocy zainstalowanej, zużycia energii elektrycznej i jej kosztów przed i po modernizacji, efektu redukcji emisji gazów w Mg /rok,
- Analiza obliczeń: mocy zainstalowanej, zużycia energii elektrycznej i jej kosztów przed i po modernizacji,
- Wskazanie czasu zwrotu inwestycji.

3. Podstawa prawna

Audyt oświetlenia Miasta Bartoszyce wykonano w oparciu o normy zawierającą wytyczne do projektowania oświetlenia:

PN-EN 13201:2007 Oświetlenie dróg – Część 1: Wybór klas oświetlenia

PN-EN 13201:2007 Oświetlenie dróg – Część 2: Wymagania oświetleniowe

PN-EN 13201:2007 Oświetlenie dróg – Część 3: Obliczenia parametrów oświetlenia

PN-EN 13201:2007 Oświetlenie dróg – Część 4: Metody pomiarów parametrów oświetlenia

Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2016 r. poz. 831)

Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. z 2017 r. poz. 1912).

Obwieszczenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej oraz wysokości jednostkowej opłaty zastępczej.

Ustawa prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 r., z późn. zmianami.

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie.

Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczania poziomu bazowego dla projektów JI realizowanych w Polsce – KOBIZE, Warszawa, styczeń 2018 r.

Rozporządzenie komisji (UE) nr 1194/2012 z dnia 12 grudnia 2012 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2009/125/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla lamp kierunkowych, lamp z diodami elektroluminescencyjnymi i powiązanego wyposażenia.

Powyższe normy umożliwiają dobór odpowiedniej klasy oświetleniowej dla dróg i chodników. Najpopularniejsze klasy oświetleniowe dzielimy na:

- **ME** – klasa oświetlenia stosowana dla dróg, których użytkownikami są kierowcy pojazdów silnikowych na trasach z prędkościami od średnich do dużych.
- **CE** – klasa oświetlenia stosowana dla dróg i innych powierzchni (np. chodnik), których użytkownikami są kierowcy pojazdów silnikowych oraz inni użytkownicy w strefach konfliktowych, np. skrzyżowania o dużym stopniu złożoności, ulice handlowe etc.

- **S** – klasa przeznaczona dla pieszych i rowerzystów znajdujących się na chodnikach, drogach rowerowych itp. oraz dla dróg osiedlowych, ciągów pieszych, placów parkingowych, dziedzińców itp.

4. Stan istniejący

Miasto Bartoszyce położone jest na skrzyżowaniu drogi krajowej nr 51 i dróg wojewódzkich nr 512 i 592.

Oświetlenie w ciągu DK 51 (ul. gen. Józefa Bema, ul. Bohaterów Warszawy, ul. Warszawska) wybudowane jest na słupach stalowych i betonowych umieszczonych po jednej lub obu stronach jezdni. Słupy są w dobrym stanie technicznym i nie wymagają wymiany.

Ulica Gdańska i Feliksa Nowowiejskiego (DW512) posiada oświetlenie wykonane na słupach stalowych i betonowych (po jednej stronie jezdni).

Ulica Kętrzyńska (DW592) oświetlona jest w przeważającej części jednostronnie oprawami na słupach betonowych lub stalowych.

Pozostałe drogi oświetlane są oprawami drogowymi sodowymi umieszczonymi na słupach stalowych lub betonowych linii oświetleniowej kablowej lub słupów napowietrznych oświetleniowych.

Inwentaryzację oświetlenia wykonano na podstawie zakresu i danych przekazanych przez Zamawiającego.

Dla celów określenia sytuacji drogowych z terenu zostały zebrane dane na podstawie wizji lokalnych dotyczące dróg, chodników i ścieżek rowerowych oraz parametrów słupów i opraw.

Wykonano inwentaryzację dla 1472 szt. opraw oświetleniowych w zakresie wskazanym przez Zamawiającego na terenie miasta Bartoszyce. Na terenie miasta Bartoszyce znajdują się 1874 oprawy oświetleniowe, więc zakres inwentaryzacji i audytu obejmuje 79% istniejącego oświetlenia (1472 opraw).

Na terenie miasta przeważa oświetlenie wykorzystujące wysokoprężne sodowe źródła światła. Aktualny stan oświetlenia drogowego w części sytuacji drogowych nie spełnia wymaganych klas oświetleniowych wymaganych przez normę oświetleniową PN-EN 13201

Oświetlenie dróg. Wynika to m.in. z zmieniającego się natężenia ruchu na przestrzeni lat. Obecne oprawy są wyeksploatowane i energochłonne (przeważająca część montowana w latach 90-tych ubiegłego stulecia). W obecnym stanie energochłonność punktu świetlnego zainstalowanego na terenie miasta Bartoszyce równa się **118,74 W/pkt**. Aktualny stan opraw, energochłonność oraz ich zużycie wskazuje na niezbędną wymianę w najbliższym czasie.

Do obliczeń łącznej mocy zainstalowanej przyjęto jako moc pojedynczej lampy sumę mocy lampy i strat na stateczniku elektromagnetycznym, wg poniższego zestawienia:

MOC ŹRÓDŁA	MOC UKŁADU
70,00	83,00
100,00	115,00
150,00	168,00
250,00	275,00
400,00	428,00

Tabela 1 Moce opraw sodowych.

Na podstawie powyższych danych obliczono łączną moc zainstalowaną.

Szczegółowe zestawienie opraw podlegających inwentaryzacji – czyli modernizowanych, ujęto w opracowaniu „Inwentaryzacja oświetlenia ulicznego”.

Łączna moc zainstalowana inwentaryzowanego oświetlenia wynosi 174,8 kW.

Na terenie miasta Bartoszyce występują sytuacje, gdzie oprawy oświetleniowe są umieszczone na słupach linii napowietrznych oraz na słupach linii kablowych.

5. Modernizacja

5.1. Założenia

Na podstawie Inwentaryzacji przydzielono oprawy do poszczególnych sytuacji drogowych, dla których dokonano doboru klas oświetlenia ulicznego.

5.2. Dobór klas oświetlenia i opraw

Na podstawie zebranych wcześniej informacji oraz wizji w terenie, przyjęto 39 sytuacji, dla których dobrano odpowiednie klasy oświetlenia, zgodnie z poniższą tabelą. We wskazanych w audycie miejscach wymieniono również oprawy parkowe sodowe / rtęciowe na parkowe ze źródłami światła LED (sytuacja S24, S50, S51) oraz 1 naświetlacz LED.

Ze względu na zmniejszenie kosztów eksploatacji oraz podniesienie parametrów światła – projektowane jest zastosowanie opraw ze źródłami światła LED.

NUMER SYTUACJI	PRZYJĘTA MINIMALNA KLASA OŚWIETLENIA	LICZBA OPRAW W DANEJ SYTUACJI DROGOWEJ	MOC DOBRANEJ OPRAWY [W]
S1	CE4	4	96
S2	CE4	52	74
S3	CE4	23	74
S4	CE4	17	83
S6	ME3b	15	84
S7	ME3b	46	84
S8	ME3b	22	54
S9	ME3c	20	61
S10	S4	11	30,5
S12	CE5	9	38,5
S13	CE5	29	48
S14	CE5	11	43
S15	CE5	21	60
S16	S3	45	60
S18	CE5	43	53
S19	S4	13	30,5
S21	S3	36	41,5
S22	S4	26	60
S23	S3	14	54
S24	oprawa parkowa, min. 6000lm	39	51
S26	ME3b	28	75
S28	ME3b	56	75
S30	CE4	71	83
S31	CE4	31	83
S34	CE4	12	84
S35	CE4	8	83
S39	S3	3	60
S40	S3	4	43
S41	S4	8	24
S42	S4	9	19,6
S43	S4	4	31,5
S44	S4	37	24
S45	S3	112	43
S46	S3	51	38,5
S47	S3	161	50

S48	S4	59	38,5
S49	S3	125	50
S50	oprawa parkowa, min. 4000lm	89	41
S51	oprawa parkowa, min. 4000lm	107	41
naświetlacz		1	100
	Suma oprav	1472	

Tabela 2 Zestawienie sytuacji z dobranymi klasami oświetlenia oraz ilościami i mocami oprav.

Oznaczone lokalizacje oprav z przypisanymi sytuacjami drogowymi znajdują się na mapie w Załączniku nr 2 z naniesioną infrastrukturą oświetleniową (załącznik do dokumentacji technicznej).

Łączna moc modernizowanych (wymienianych) oprav – stan istniejący – wynosi 174,8 kW, łączna moc projektowanych, zmodernizowanych oprav wynosi 79,5 kW.

Moc oprav projektowanych stanowi 45,5% mocy oprav istniejących. Daje to **54,5%** oszczędności na poborze mocy.

W kolejnym rozdziale omówiono warianty modernizacji.

Obliczenia fotometryczne przedstawiono w Załączniku.

Opis parametrów technicznych urządzeń ujęto w opisie technicznym.

5.3. Warianty modernizacji

5.3.1. Wariant 1

Wariant 1 zakłada:

- wymianę 1472 oprav sodowych i rtęciowych na oprawy ze źródłami światła LED,

Moc zainstalowana stanu istniejącego przeznaczonego do modernizacji wynosi 174,8 kW. Łączna moc zainstalowana oprav zmodernizowanych wynosi 79,5 kW. Daje to sumaryczną oszczędność rzędu 54,5%, wynikająca z obniżenia mocy zainstalowanej 1472 oprav.

5.3.2. Wariant 2

Wariant 2 zakłada:

- wymianę 1472 oprav sodowych i rtęciowych na oprawy ze źródłami światła LED,

- zastosowanie autonomicznej redukcji mocy w ww. oprawach w godzinach nocnych (23:00-5:00) na poziomie 25%.

Redukcja jest zgodna z zaleceniami normy PN-EN 13201 i jest możliwa do zastosowanie ze względu na obniżone natężenie ruchu w godzinach nocnych.

L.p.	Typ oprawy	Stan przed modernizacją				Stan po modernizacji			
		Rodzaj oprawy	Moc oprawy [W]	Ilość [szt.]	Suma mocy [W]	Rodzaj oprawy	Moc oprawy [W]	Ilość [szt.]	Suma mocy [W]
1	ul. Adama Asnyka	sodowa	83	4	332	LED	38,5	4	154
2	ul. Adama Mickiewicza	sodowa	83	1	83	LED	38,5	1	38,5
		sodowa	115	10	1150	LED	38,5	10	385
3	ul. Akacyjowa	sodowa	83	7	581	LED	41	7	287
4	Alejką przy cmentarzu	sodowa	83	6	498	LED	24	6	144
5	ul. Andrzeja Struga	sodowa	83	15	1245	LED	24	15	360
		sodowa	115	18	2070	LED	50	18	900
		sodowa	115	2	230	LED	24	2	48
6	ul. Andrzeja Wajdy	sodowa	115	35	4025	LED	50	35	1750
		sodowa	168	1	168	LED	50	1	50
7	ul. Armii Krajowej	sodowa	83	7	581	LED	38,5	7	269,5
8	ul. Bohaterów Warszawy	sodowa	115	21	2415	LED	74	21	1554
		sodowa	168	12	2016	LED	54	12	648
		sodowa	168	6	1008	LED	50	6	300
		sodowa	168	25	4200	LED	75	25	1875
		sodowa	168	14	2352	LED	83	14	1162
		sodowa	168	12	2016	LED	84	12	1008
9	ul. Bolesława Limanowskiego	sodowa	83	5	415	LED	54	5	270
		sodowa	83	1	83	LED	50	1	50
		sodowa	115	6	690	LED	50	6	300
10	ul. Bolesława Prusa	sodowa	83	14	1162	LED	43	14	602
11	ul. Brzozowa	sodowa	83	4	332	LED	43	4	172
12	ul. Cynkowa	sodowa	83	1	83	LED	54	1	54
13	ul. Dębowa	sodowa	83	13	1079	LED	41	13	533
		sodowa	115	15	1725	LED	41	15	615
14	ul. Drzewna	sodowa	83	10	830	LED	50	10	500
15	ul. Elżby Orzeszkowej	sodowa	83	8	664	LED	38,5	8	308
16	ul. Emilii Plater	sodowa	83	10	830	LED	38,5	10	385
17	ul. Eugeniusza Romera	sodowa	83	5	415	LED	43	5	215
18	ul. Feliksa Nowowiejskiego	sodowa	83	11	913	LED	30,5	11	335,5
		sodowa	115	16	1840	LED	74	16	1184

		sodowa	168	6	1008	LED	74	6	444
		sodowa	168	17	2856	LED	83	17	1411
		sodowa	168	4	672	LED	96	4	384
19	ul. Feliksa Szrajbera	sodowa	83	4	332	LED	38,5	4	154
20	ul. Gdańska	sodowa	168	18	3024	LED	74	18	1332
21	ul. Generała Andersa	sodowa	83	3	249	LED	43	3	129
		sodowa	115	9	1035	LED	50	9	450
22	ul. Generała Józefa Bema	sodowa	83	1	83	LED	61	1	61
		sodowa	115	3	345	LED	50	3	150
		sodowa	115	1	115	LED	61	1	61
		sodowa	115	8	920	LED	51	8	408
		sodowa	168	18	3024	LED	61	18	1098
		sodowa	168	18	3024	LED	75	18	1350
		sodowa	275	18	4950	LED	75	18	1350
		sodowa	275	20	5500	LED	84	20	1680
23	ul. Generała Kazimierza Pułaskiego	sodowa	83	2	166	LED	54	2	108
		sodowa	115	1	115	LED	54	1	54
24	ul. Generała Władysława Sikorskiego	sodowa	83	5	415	LED	43	5	215
		sodowa	83	2	166	LED	41,5	2	83
		sodowa	115	1	115	LED	43	1	43
		sodowa	115	6	690	LED	41,5	6	249
		sodowa	115	16	1840	LED	50	16	800
25	ul. Grota Roweckiego	sodowa	83	1	83	LED	60	1	60
		sodowa	115	4	460	LED	60	4	240
26	ul. Hetmana Wincentego Gosiewskiego	sodowa	83	5	415	LED	41	5	205
27	ul. Hubalczyków	sodowa	115	4	460	LED	50	4	200
28	ul. Ignacego Krasickiego	sodowa	115	5	575	LED	50	5	250
29	ul. Inwestycyjna	sodowa	115	11	1265	LED	53	11	583
30	ul. Jana Brzeszczyńskiego	sodowa	83	3	249	LED	30,5	3	91,5
		sodowa	115	2	230	LED	50	2	100
31	ul. Jana Pawła II	sodowa	168	15	2520	LED	83	15	1245
32	ul. Janusza Korczaka	sodowa	83	2	166	LED	24	2	48
33	ul. Jarostawa Dąbrowskiego	sodowa	83	2	166	LED	50	2	100
		sodowa	115	5	575	LED	50	5	250
34	ul. Jaśminowa	sodowa	83	8	664	LED	41	8	328
35	ul. Jerzego Popiełuszki	sodowa	83	4	332	LED	31,5	4	126
		sodowa	83	1	83	LED	50	1	50
		sodowa	115	3	345	LED	50	3	150
36	Jeziorko Bartbetowskie	sodowa	83	3	249	LED	24	3	72
		sodowa	83	10	830	LED	41	10	410
37		sodowa	83	16	1328	LED	41	16	656

	Jezioro Mleczarskie	sodowa	83	1	83	LED	19,6	1	19,6
		sodowa	115	2	230	LED	38,5	2	77
		sodowa	115	2	230	LED	83	2	166
38	ul. Joachima Lelewela	sodowa	83	8	664	LED	48	8	384
39	ul. Juliana Tuwima	sodowa	83	1	83	LED	43	1	43
40	ul. Juliusza Słowackiego	sodowa	83	4	332	LED	43	4	172
		sodowa	83	4	332	LED	60	4	240
41	ul. Kalinowa	sodowa	83	6	498	LED	41	6	246
42	ul. Karola Szymanowskiego	sodowa	83	5	415	LED	50	5	250
43	ul. Kazimierza Jagiellończyka	sodowa	115	10	1150	LED	41,5	10	415
44	ul. Kętrzyńska	sodowa	83	9	747	LED	51	9	459
		sodowa	115	10	1150	LED	43	10	430
		rtęciowa	115	1	115	LED	43	1	43
		sodowa	115	10	1150	LED	51	10	510
		sodowa	168	1	168	naświetlacz LED	100	1	100
		sodowa	168	7	1176	LED	74	7	518
		sodowa	168	66	11088	LED	83	66	5478
45	ul. Kolejowa	sodowa	115	8	920	LED	50	8	400
46	ul. Krótka	sodowa	83	3	249	LED	24	3	72
47	ul. Krzysztofa Mrongowiusza	sodowa	83	25	2075	LED	43	25	1075
48	ul. Krzywa	sodowa	83	9	747	LED	60	9	540
49	ul. Kwiatowa	sodowa	83	7	581	LED	60	7	420
50	ul. Leonarda Turkowskiego	sodowa	83	9	747	LED	38,5	9	346,5
		sodowa	115	9	1035	LED	38,5	9	346,5
51	ul. Leśna	sodowa	83	16	1328	LED	50	16	800
		sodowa	115	1	115	LED	50	1	50
52	ul. Lipowa	sodowa	83	3	249	LED	43	3	129
53	ul. Łącznik Pieniężnego z Limanowskiego	sodowa	83	4	332	LED	41	4	164
54	ul. Majowa	sodowa	83	12	996	LED	60	12	720
55	ul. Maksymiliana Kolbe	sodowa	83	2	166	LED	38,5	2	77
56	ul. Marii Curie-Skłodowskiej	sodowa	115	4	460	LED	60	4	240
57	ul. Marii Konopnickiej	sodowa	115	5	575	LED	41,5	5	207,5
		sodowa	115	4	460	LED	50	4	200
58	ul. Marii Zientary-Malewskiej	sodowa	83	13	1079	LED	43	13	559
59	ul. Melchiora Wańkowicza	sodowa	83	6	498	LED	38,5	6	231
60	ul. Michała Kajki	sodowa	168	26	4368	LED	50	26	1300

61	ul. Mirosława Chilmanowicza	sodowa	115	16	1840	LED	50	16	800
62	ul. Młynarska	sodowa	115	9	1035	LED	51	9	459
63	ul. Monte Cassino	sodowa	83	4	332	LED	38,5	4	154
		sodowa	83	2	166	LED	51	2	102
64	ul. NFZ	sodowa	83	2	166	LED	19,6	2	39,2
65	ul. Nowa	sodowa	83	5	415	LED	41	5	205
		sodowa	83	3	249	LED	50	3	150
66	ul. Ogrodowa	sodowa	83	6	498	LED	41	6	246
		sodowa	115	2	230	LED	41	2	82
67	Park Elizabeth	sodowa	83	6	498	LED	24	6	144
		sodowa	83	32	2656	LED	41	32	1312
68	Park Miejski	metalohalogen	83	3	249	LED	24	3	72
		sodowa	168	5	840	LED	24	5	120
69	ul. Partyzantów	sodowa	83	5	415	LED	48	5	240
70	ul. PCK	sodowa	83	3	249	LED	43	3	129
		sodowa	83	11	913	LED	50	11	550
71	ul. Plac Pionierów	sodowa	83	3	249	LED	60	3	180
72	ul. Poprzeczna	sodowa	115	17	1955	LED	41	17	697
73	ul. Przemysłowa	sodowa	83	21	1743	LED	50	21	1050
74	Rondo 20BBZ	sodowa	168	8	1344	LED	83	8	664
75	Rondo Królewieckie	sodowa	168	5	840	LED	54	5	270
76	Rondo Solidarności	sodowa	115	1	115	LED	51	1	51
		sodowa	168	7	1176	LED	74	7	518
77	Rondo Sybiraków	sodowa	275	5	1375	LED	54	5	270
78	Rondo Świętego Brunona	sodowa	168	5	840	LED	83	5	415
79	ul. Ryszarda Knosały	sodowa	83	16	1328	LED	43	16	688
80	ul. Sadowa	sodowa	83	7	581	LED	38,5	7	269,5
81	ul. Seweryna Pieniężnego	sodowa	83	7	581	LED	50	7	350
		rtęciowa	83	1	83	LED	50	1	50
82	ul. Słoneczna	sodowa	83	6	498	LED	38,5	6	231
83	ul. Sosnowa	sodowa	83	4	332	LED	41	4	164
84	ul. Sportowa	sodowa	83	12	996	LED	60	12	720
85	ul. Spółdzielców	sodowa	83	6	498	LED	38,5	6	231
86	ul. Stanisława Wyspiańskiego	sodowa	83	3	249	LED	50	3	150
87	ul. Stefana Okrzei	sodowa	83	5	415	LED	50	5	250
88	ul. Stefana Wyszyńskiego	sodowa	115	5	575	LED	54	5	270
89	ul. Stefana Żeromskiego	sodowa	115	16	1840	LED	48	16	768
		sodowa	168	6	1008	LED	60	6	360
90	ul. Szarych Szeregów	sodowa	83	9	747	LED	50	9	450

91	ul. Tadeusza Kościuszki	sodowa	83	4	332	LED	50	4	200
		sodowa	83	7	581	LED	60	7	420
92	ul. Teresy Bratek	sodowa	83	8	664	LED	43	8	344
93	ul. Topolowa	sodowa	83	8	664	LED	41	8	328
94	ul. Tunel	sodowa	115	6	690	LED	19,6	6	117,6
95	ul. Warmińska	sodowa	83	2	166	LED	38,5	2	77
		sodowa	83	26	2158	LED	41	26	1066
96	ul. Warszawska	sodowa	83	2	166	LED	41	2	82
		sodowa	168	23	3864	LED	75	23	1725
		sodowa	168	41	6888	LED	84	41	3444
97	ul. Wiejska	sodowa	83	9	747	LED	38,5	9	346,5
98	ul. Wincentego Witosa	sodowa	115	9	1035	LED	38,5	9	346,5
		sodowa	115	9	1035	LED	50	9	450
99	ul. Władysława Broniewskiego	sodowa	83	20	1660	LED	60	20	1200
100	ul. Wojska Polskiego	sodowa	115	32	3680	LED	53	32	1696
101	ul. Wolskiego	sodowa	83	10	830	LED	30,5	10	305
		sodowa	83	4	332	LED	41	4	164
102	ul. Wrzosowa	sodowa	83	6	498	LED	41	6	246
103	ul. Wybrzeża	sodowa	115	13	1495	LED	41,5	13	539,5
104	ul. Zakole	sodowa	83	10	830	LED	50	10	500
105	ul. Zamkowa	sodowa	83	6	498	LED	60	6	360
106	ul. Zbożowa	sodowa	115	11	1265	LED	43	11	473
107	ul. Zielona	sodowa	83	4	332	LED	38,5	4	154
Suma końcowa				1472	174790,0 W			1472	79517,9W
					174,8 kW				79,5kW

Tabela 2a Szczegółowe zestawienie danych realizowanego przedsięwzięcia (opraw).

Powyższą tabelę sporządzono na podstawie załącznika nr 1 i 2.

5.3.3. Wariant 3

Wariant 3 zakłada:

- wymianę 1472 opraw sodowych i rtęciowych na oprawy ze źródłami światła LED,
- zastosowanie systemu sterowania oświetleniem.

System komunikuje się z oprawami wykorzystując transmisję GPRS. Sterowanie pozwala na ustalanie harmonogramu załączeń i redukcji oświetlenia wg ustalonych grup. W szafkach stosuje się moduły sterownicze, grupując oprawy – tym wypadku do kalkulacji należy włączyć koszt wymiany lub dostosowania szafek oświetleniowych.

Przyjęta do kalkulacji redukcja mocy dla systemu oświetleniowego wynosi 30% w godzinach 23:00-5:00 w dni powszednie oraz 40% w soboty i w niedzielę w godzinach od 22:00 – 5:00.

Oprócz powyższego sterowania, opcją jest sterowanie dynamiczne, polegające na zmniejszaniu natężenia oświetlenia w czasie, gdy brak jest użytkowników drogi. W przypadku pojawienia się użytkowników na jakimś odcinku drogi system zwiększa natężenie oświetlenia tylko na określonej długości drogi przed jak i za użytkownikiem drogi (samochodem, rowerem lub pieszym) i wyłączaniu lub znacznym redukowaniu mocy, gdy użytkownik opuścił drogę. Koszt takiego systemu znacznie przewyższa koszt sterowania wg harmonogramu i ustalonych grup, przy niewiele większej możliwej do otrzymania oszczędności. Ponadto istnieje wątpliwość czy system sterowania dynamicznego jest zgodny z obowiązującymi normami. W związku z powyższym, do kalkulacji przyjęto sterowanie wg harmonogramu.

II. Obliczenia

1. Analiza energetyczna

1.1. Zużycie energii elektrycznej dla opraw podlegających modernizacji

Poniżej przedstawiono założenia dla obliczeń związanych ze zużyciem energii elektrycznej:

- roczny czas pracy oświetlenia: 4150 h dla oświetlenia ulicznego, zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Energii w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii”,
- przyjęta grupa taryfowa dla dystrybucji energii elektrycznej C12w,
 - przyjęta ilość godzin świecenia w strefie I: 943 h, w strefie II: 3207,
- ilość energii po modernizacji uwzględniając redukcję zgodnie z wariantami opisanymi w pkt. 5.3.

Łączna moc modernizowanych (wymienianych) opraw – stan istniejący – wynosi 174,8 kW, natomiast łączna moc projektowanych, zmodernizowanych opraw wynosi 79,5 kW.

Szacowane zużycie energii elektrycznej dla obecnego oświetlenia, przeznaczonego wyłącznie do modernizacji, 1472 opraw, określono wzorem:

$$E_{pm} = M_{pm} \times T_o$$

Gdzie:

E_{pm} – Roczny wolumen energii elektrycznej dla oświetlenia obecnego [kWh],

M_{pm} – moc zainstalowana opraw przed modernizacją [kW],

T_o – przyjęty czas świecenia opraw w roku w ilości 4150 [h].

$$E_{pm} = 174,8 \times 4150 = \mathbf{725\ 420\ kWh}$$

Szacowane zużycie energii elektrycznej dla zmodernizowanego oświetlenia, 1472 opraw, określono wzorem:

$$E_m = M_m \times T_o$$

Gdzie:

E_m – Roczny wolumen energii elektrycznej dla oświetlenia obecnego [kWh],

M_m – moc zainstalowana opraw po modernizacji [kW],

T_o – przyjęty czas świecenia opraw w roku w ilości 4150 [h].

$$E_m = 86,1 \times 4150 = \mathbf{329\ 925\ kWh}$$

Zapotrzebowanie na energię elektryczną części modernizowanej stanowi **45,5%** stanu istniejącego wymienianych opraw.

Daje to **54,5%** oszczędności na poborze mocy w przypadku opraw modernizowanych.

Szacowane zużycie energii elektrycznej dla zmodernizowanego (wymienionego) oświetlenia, 1472 opraw, uwzględniające redukcje mocy, określono wzorem:

$$E_{mr} = M_m \times 2325 [h] + M_{75} \times 1825 [h]$$

Gdzie:

E_{mr} – Roczny wolumen energii elektrycznej dla oświetlenia obecnego [kWh],

M_m – moc zainstalowana opraw po modernizacji [kW],

M_{75} – moc zainstalowana opraw po modernizacji (wymianie) [kW] z redukcją 25%,

T_o – przyjęty czas świecenia opraw w roku w ilości 4150 [h].

$$E_{mr} = 79,5 \times 2325 [h] + 79,5 \times 0,75 \times 1825 [h] = \mathbf{293\ 654\ kWh}$$

Zapotrzebowanie na energię elektryczną części modernizowanej, uwzględniając redukcję mocy, stanowi **40,5%** stanu istniejącego wymienianych opraw.

Daje to **59,5%** oszczędności na poborze mocy w przypadku opraw modernizowanych, z redukcją mocy.

Szacowane zużycie energii elektrycznej dla zmodernizowanego (wymienionego) oświetlenia, 1472 opraw, uwzględniające sterowanie zgodne z harmonogramem, określono wzorem:

$$E_{mr} = M_m \times 2200 [h] + M_{70} \times 1300 [h] + M_{60} \times 630 [h]$$

Gdzie:

E_{mr} – Roczny wolumen energii elektrycznej dla oświetlenia obecnego [kWh],

M_m – moc zainstalowana opraw po modernizacji [kW],

M_{70} – moc zainstalowana opraw po modernizacji (wymianie) [kW] z redukcją 30%,

M_{60} – moc zainstalowana opraw po modernizacji (wymianie) [kW] z redukcją 40%,

T_o – przyjęty czas świecenia opraw w roku w ilości 4150 [h].

$$\begin{aligned} E_{mr} &= 79,5 \times 2200 [h] + 79,5 \times 0,75 \times 1300 [h] + 79,5 \times 0,75 \times 630 [h] \\ &= \mathbf{278\ 886\ kWh} \end{aligned}$$

Zapotrzebowanie na energię elektryczną części modernizowanej, uwzględniając redukcję mocy, stanowi **38,4%** stanu istniejącego wymienianych opraw.

Daje to **61,6%** oszczędności na poborze mocy w przypadku opraw modernizowanych, z redukcją mocy.

1.2. Analiza dla części modernizowanej

Poniższa tabela przedstawia porównanie zużycia energii dla oprav podlegających modernizacji (wymianie), wchodzących w zakres niniejszego audytu.

WARIANT	ŚREDNIOROCZNE ZUŻYCIE ENERGII STAN ISTNIEJĄCY [kWh]	ŚREDNIOROCZNE ZUŻYCIE ENERGII DLA WARIANTU [kWh]	ŚREDNIOROCZNA OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII DLA WARIANTU [kWh]	WARTOŚĆ PROCENTOWA OSZCZĘDNOŚCI [%]
WARIANT 1	725 420	329 925	395 495	54,5%
WARIANT 2	725 420	293 654	431 766	59,5%
WARIANT 3	725 420	278 886	446 534	61,6%

Tabela 3 Oszczędności energii dla trzech wariantów modernizacji.

	MOC ZAINSTALOWANA [kW]	ZUŻYCIE ENERGII [kWh] W ROKU		
		Strefa I	Strefa II	Razem
Obecne	174,80	164 836	560 584	725 420
Wariant 1	79,50	74 969	254 956	329 925
Wariant 2	79,50	74 969	218 685	293 654
Wariant 3	79,50	74 969	203 917	278 886

Tabela 4 Zużycie energii dla stanu obecnego i trzech wariantów modernizacji.

2. Analiza finansowa

2.1. Koszt energii elektrycznej

Poniżej przedstawiono przyjęte założenia dla obliczeń związanych z kosztem energii elektrycznej:

- koszt zakupu energii elektrycznej w części obrotowej 320 zł/MWh netto jako średnią cenę spodziewaną na rynku,
- koszt składników zmiennych w części dystrybucji zgodnie z Taryfą ENERGA Operator S.A. dla grupy C12w netto dla strefy I wynosi 0,3662 zł/kWh, dla strefy II wynosi 0,0395 zł/kWh.

Obliczenia wykonano dla szacowanego rocznego kosztu energii elektrycznej dla części zależnej od ilości energii elektrycznej.

2.1.1. Analiza dla części modernizowanej

Poniższa tabela przedstawia porównanie kosztów energii dla opraw podlegających modernizacji (wymianie).

OŚWIETLENIE	WOLUMEN ROCZNY ZUŻYTEJ ENERGII [kWh]	KOSZT ROCZNY ENERGII BRUTTO
Oprawy przed modernizacją	725 420	387 008 zł
Wariant 1	329 925	176 014 zł
Wariant 2	293 654	159 975 zł
Wariant 3	278 886	153 445 zł

Tabela 5 Szacowany roczny koszt energii dla stanu obecnego i trzech wariantów modernizacji.

Poniższa tabela przedstawia porównanie osiągniętej redukcji kosztów energii dla opraw podlegających modernizacji (wymianie).

OŚWIETLENIE	ROCZNA REDUKCJA KOSZTÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ
Wariant 1	210 994 zł
Wariant 2	227 033 zł
Wariant 3	233 563 zł

Tabela 6 Szacowana roczna redukcja kosztów energii dla trzech wariantów modernizacji.

2.2. Koszt modernizacji

W poniższej tabeli przedstawiono szacowany koszt modernizacji dla wariantów 1 i 2. Koszt uwzględnia wymianę oprawy (zakup i montaż), z wyłączeniem kosztów dodatkowych takich jak wymiana słupów, wysięgników etc.

OŚWIETLENIE	CZĘŚCIOWY KOSZT MODERNIZACJI BRUTTO
Wariant 1	1 709 497,06 zł
Wariant 2	1 727 049,16 zł
Wariant 3	1 727 049,16 zł

Tabela 7 Częściowy koszt modernizacji dla trzech wariantów.

W poniższej tabeli przedstawiono szacowany koszt modernizacji dla wariantów 1 i 2. Tabela uwzględnia całościowy koszt modernizacji.

OŚWIETLENIE	ŁĄCZNY KOSZT MODERNIZACJI BRUTTO
Wariant 1	1 877 303,11 zł
Wariant 2	1 894 855,21 zł
Wariant 3	3 035 741,71 zł

Tabela 8 Całościowy koszt modernizacji dla trzech wariantów.

2.3. Opłacalność inwestycji

Poniższa tabela przedstawia szacowany okres zwrotu inwestycji dla wariantów 1 i 2. ROI (współczynnik zwrotu z inwestycji) obliczono jako stosunek zysku netto do kosztu modernizacji brutto.

2.3.1. Dla kosztów częściowych (wymiana opraw)

OŚWIETLENIE	ROCZNA REDUKCJA KOSZTÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ	KOSZT MODERNIZACJI BRUTTO [zł]	ROI
WARIANT 1	210 994 zł	1 709 497,06 zł	0,123
WARIANT 2	227 033 zł	1 727 049,16 zł	0,131
WARIANT 3	233 563 zł	1 727 049,16 zł	0,135

Tabela 9 Współczynnik ROI dla kosztów częściowych dla trzech wariantów.

OŚWIETLENIE	SPŁATA INWESTYCJI W LATACH
WARIANT 1	8,1
WARIANT 2	7,6
WARIANT 3	7,4

Tabela 10 Spłata inwestycji w latach dla kosztów częściowych dla trzech wariantów.

Tabela powyżej przedstawia okres zwrotu inwestycji, z uwzględnieniem wyłącznie kosztów wymiany opraw (w tym koszt zakupu opraw), uwzględniając współczynnik ROI. Najkorzystniej wypada wariant 2, zakładający modernizację (wymianę) opraw na oprawy ze źródłami LED i zastosowanie w nich redukcji.

2.3.2. Dla kosztów całkowitych

OŚWIETLENIE	ROCZNA REDUKCJA KOSZTÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ	KOSZT MODERNIZACJI BRUTTO [zł]	ROI
WARIANT 1	210 994 zł	1 877 303,11 zł	0,112
WARIANT 2	227 033 zł	1 894 855,21 zł	0,120
WARIANT 3	233 563 zł	3 035 741,71 zł	0,077

Tabela 11 Współczynnik ROI dla kosztów całkowitych dla trzech wariantów.

OŚWIETLENIE	SPŁATA INWESTYCJI W LATACH
WARIANT 1	8,9
WARIANT 2	8,3
WARIANT 3	13,0

Tabela 12 Spłata inwestycji w latach dla kosztów całkowitych dla trzech wariantów.

Tabela powyżej przedstawia okres zwrotu inwestycji z uwzględnieniem jej całkowitego kosztu, uwzględniając współczynnik ROI. Najkorzystniej wypada wariant 2, zakładający modernizację (wymianę) opraw na oprawy ze źródłami LED i zastosowanie w nich redukcji.

3. Analiza redukcji emisji szkodliwych gazów

Poniżej obliczono redukcje emisji szkodliwych gazów: CO₂, SO₂, NO_x, CO, TSP dla wariantów 1, 2. Wskaźniki emisji dla ww. gazów zostały przyjęte z materiałów opublikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami KOBIZE, opublikowanych w grudniu 2018.

WSKAŹNIK	WARTOŚĆ WSKAŹNIKA [kg/MWh]
CO ₂	0,778
SO ₂	0,000729
NO _x	0,000741
CO	0,000265
TSP	0,000044

Tabela 13 Zestawienie wskaźników emisji szkodliwych gazów.

OŚWIETLENIE	WSKAŹNIK [Mg CO ₂ /MWh]	ŚREDNIOROCZNA OSZCZĘDNOŚĆ [MWh]	WIELKOŚĆ REDUKCJI CO ₂ [Mg/rok]
WARIANT 1	0,778	395,495	307,695
WARIANT 2	0,778	431,766	335,914
WARIANT 3	0,778	446,534	347,404

Tabela 14 Redukcja CO₂.

OŚWIETLENIE	WSKAŹNIK [Mg SO ₂ /MWh]	ŚREDNIOROCZNA OSZCZĘDNOŚĆ [MWh]	WIELKOŚĆ REDUKCJI SO ₂ [Mg/rok]
WARIANT 1	0,000729	395,495	0,2883
WARIANT 2	0,000729	431,766	0,3148
WARIANT 3	0,000729	446,534	0,3255

Tabela 15 Redukcja SO₂.

OŚWIETLENIE	WSKAŹNIK [Mg NO _x /MWh]	ŚREDNIOROCZNA OSZCZĘDNOŚĆ [MWh]	WIELKOŚĆ REDUKCJI NO _x [Mg/rok]
WARIANT 1	0,000741	395,495	0,2931
WARIANT 2	0,000741	431,766	0,3199
WARIANT 3	0,000741	446,534	0,3309

Tabela 16 Redukcja NO_x.

OŚWIETLENIE	WSKAŹNIK [Mg CO/MWh]	ŚREDNIOROCZNA OSZCZĘDNOŚĆ [MWh]	WIELKOŚĆ REDUKCJI CO [Mg/rok]
WARIANT 1	0,000265	395,495	0,1048
WARIANT 2	0,000265	431,766	0,1144
WARIANT 3	0,000265	446,534	0,1183

Tabela 17 Redukcja CO.

OŚWIETLENIE	WSKAŹNIK [Mg TSP/MWh]	ŚREDNIOROCZNA OSZCZĘDNOŚĆ [MWh]	WIELKOŚĆ REDUKCJI TSP [Mg/rok]
WARIANT 1	0,000044	395,495	0,0174
WARIANT 2	0,000044	431,766	0,0190
WARIANT 3	0,000044	446,534	0,0196

Tabela 18 Redukcja TSP.

Wielkość redukcji CO₂, SO₂, NO_x, CO, TSP jest zależna od oszczędności wynikających z modernizacji i redukcji mocy, stąd najlepsze wyniki uzyskuje wariant 2.

4. Analiza porównawcza przedstawionych wariantów dla kosztów częściowych

Poniższa tabela stanowi porównanie głównych współczynników i wielkości obliczeniowych dla analizowanych wariantów modernizacji.

WIELKOŚĆ	WARIANT 1	WARIANT 2	WARIANT 3
ŚREDNIOROCZNA OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ [kWh]	395 495	431 766	446 534
WARTOŚĆ PROCENTOWA OSZCZĘDNOŚCI	54,5%	59,5%	61,6%
ROCZNA REDUKCJA KOSZTÓW ENERGII	210 994,00 zł	227 033 zł	233 563 zł
KOSZT MODERNIZACJI	1 709 497,06 zł	1 727 049,16 zł	1 727 049,16 zł
ROI W OKRESIE ROCZNYM	0,123	0,131	0,135
OKRES ZWROTU Z INWESTYCJI W LATACH	8,1	7,6	7,4
WIELKOŚĆ REDUKCJI EMISJI CO ₂ [Mg/rok]	307,695	335,914	347,404
WIELKOŚĆ REDUKCJI EMISJI SO ₂ [Mg/rok]	0,2883	0,3148	0,3255
WIELKOŚĆ REDUKCJI EMISJI NO _x [Mg/rok]	0,2931	0,3199	0,3309
WIELKOŚĆ REDUKCJI EMISJI CO [Mg/rok]	0,1048	0,1144	0,1183
WIELKOŚĆ REDUKCJI EMISJI TSP [Mg/rok]	0,0174	0,0190	0,0196

Tabela 19 Analiza porównawcza dla kosztów częściowych.

5. Analiza porównawcza przedstawionych wariantów dla kosztów całościowych

Poniższa tabela stanowi porównanie głównych współczynników i wielkości obliczeniowych dla analizowanych wariantów modernizacji.

WIELKOŚĆ	WARIANT 1	WARIANT 2	WARIANT 3
ŚREDNIOROCZNA OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ [kWh]	395 495	431 766	446 534
WARTOŚĆ PROCENTOWA OSZCZĘDNOŚCI	54,50%	59,50%	61,60%
ROCZNA REDUKCJA KOSZTÓW ENERGII	210 994,00 zł	227 033,00 zł	233 563,00 zł
KOSZT MODERNIZACJI	1 877 303,11 zł	1 894 855,21 zł	3 035 741,71 zł
ROI W OKRESIE ROCZNYM	0,112	0,120	0,077
OKRES ZWROTU Z INWESTYCJI W LATACH	8,9	8,3	13,0
WIELKOŚĆ REDUKCJI EMISJI CO ₂ [Mg/rok]	307,695	335,914	347,404
WIELKOŚĆ REDUKCJI EMISJI SO ₂ [Mg/rok]	0,2883	0,3148	0,3255
WIELKOŚĆ REDUKCJI EMISJI NO _x [Mg/rok]	0,2931	0,3199	0,3309
WIELKOŚĆ REDUKCJI EMISJI CO [Mg/rok]	0,1048	0,1144	0,1183
WIELKOŚĆ REDUKCJI EMISJI TSP [Mg/rok]	0,0174	0,0190	0,0196

Tabela 20 Analiza porównawcza dla kosztów całościowych.

Powyższa analiza wykazuje, że najkorzystniejszą wersją jest wariant 2, zarówno jeśli chodzi o roczną redukcję kosztów i czas zwrotu Inwestycji, jak i redukcję CO₂, SO₂, NO_x, CO, TSP (w porównaniu do kosztów inwestycji).

Reasumując, rekomendowany wariant 2 zakłada:

- wymianę 1472 opraw sodowych i rtęciowych na oprawy ze źródłami światła LED – **skutkujące obniżeniem łącznej mocy zainstalowanej i średniorocznego zużycia energii elektrycznej,**
- zastosowanie autonomicznej redukcji mocy w ww. oprawach w godzinach nocnych (23:00-5:00) na poziomie 25% – **obniżenie średniorocznego zużycia energii elektrycznej,**

Obniżenie łącznej mocy zainstalowanej oraz zastosowanie autonomicznej redukcji nocnej dla opraw LED – skutkuje obniżeniem średniorocznego zużycia energii elektrycznej i tym samym przyczynia się do obniżenia kosztów energii elektrycznej.

Czas zwrotu Inwestycji szacuje się na ok. 8,5 roku.

III. Spis tabel

Tabela 1 Moce opraw sodowych.....	6
Tabela 2 Zestawienie sytuacji z dobranymi klasami oświetlenia oraz ilościami i mocami opraw.....	8
Tabela 2a Szczegółowe zestawienie danych realizowanego przedsięwzięcia (opraw).	9
Tabela 3 Oszczędności energii dla trzech wariantów modernizacji.....	18
Tabela 4 Zużycie energii dla stanu obecnego i trzech wariantów modernizacji.....	18
Tabela 5 Szacowany roczny koszt energii dla stanu obecnego i trzech wariantów modernizacji.	19
Tabela 6 Szacowana roczna redukcja kosztów energii dla trzech wariantów modernizacji. ..	19
Tabela 7 Częściowy koszt modernizacji dla trzech wariantów.	20
Tabela 8 Całościowy koszt modernizacji dla trzech wariantów.	20
Tabela 9 Współczynnik ROI dla kosztów częściowych dla trzech wariantów.	20
Tabela 10 Spłata inwestycji w latach dla kosztów częściowych dla trzech wariantów.	21
Tabela 11 Współczynnik ROI dla kosztów całkowitych dla trzech wariantów.....	21
Tabela 12 Spłata inwestycji w latach dla kosztów całkowitych dla trzech wariantów.	21
Tabela 13 Zestawienie wskaźników emisji szkodliwych gazów.	22
Tabela 14 Redukcja CO ₂	22
Tabela 15 Redukcja SO ₂	22
Tabela 16 Redukcja NO _x	22
Tabela 17 Redukcja CO.....	23
Tabela 18 Redukcja TSP.....	23
Tabela 19 Analiza porównawcza dla kosztów częściowych.	24
Tabela 20 Analiza porównawcza dla kosztów całościowych.....	25

IV. Załączniki

Załącznik nr 1. Zestawienie inwentaryzacji oświetlenia - majątek.

Załącznik nr 2. Zestawienie inwentaryzacji oświetlenia - oprawy.

Załącznik nr 3. Obliczenia fotometryczne.

UWAGA: Przedstawione obliczenia fotometryczne są przykładowe. Dobrane oprawy muszą spełniać zadane klasy oświetleniowe, ale nie muszą posiadać takich samych parametrów jak w przedstawionych obliczeniach (moc, strumień świetlny etc.). Zadana (rzeczywista) długość wysięgnika nie podlega zmianie.

Numer sytuacji drogowej odpowiada typowi oprawy, np. sytuacja nr 7 = oprawa typu 7.