



Centrum  
Doradztwa  
Energetycznego

# **AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA ULICZNEGO GMINY MIEDŹNO**



Mikołów, Sierpień 2016

Opracowanie:



Centrum  
Doradztwa  
Energetycznego

---

**Centrum Doradztwa Energetycznego Sp. z o.o.**

**Biuro:**

ul. Krakowska 11

43-190 Mikołów

**Tel/fax: 32 326 78 16**

e-mail: [biuro@ekocde.pl](mailto:biuro@ekocde.pl)

**Zespół autorów:**

*Marcin Dąbkowski*

*Piotr Kosiński*

*Maciej Magierowski*

*Marcin Mazur*

*Michał Mroskowiak*

**Kierownik projektu:**

*Artur Twardowski*



## Zawartość

1. Wprowadzenie .....	5
1.1. Cel i zakres opracowania .....	5
1.2. Podstawy prawne i normatywne .....	7
2. Analiza i ocena stanu obecnego.....	7
2.1. Warstwa: punkty świetlne .....	8
2.2. Warstwa: szafy.....	8
2.3. Punkty świetlne - analiza stanu technicznego.....	9
2.4. Słupy oświetleniowe – analiza stanu technicznego .....	12
2.5. Szafy oświetlenia ulicznego – analiza handlowa .....	14
2.6. Zgodność z normą oświetleniową PN-EN 13201 .....	17
2.7. Końcowe wnioski z inwentaryzacji.....	19
3. Analiza dostępnych rozwiązań technicznych umożliwiających poprawę efektywności energetycznej oświetlenia.....	20
4. Analiza techniczna i finansowa planowanych wariantów modernizacji .....	29
4.1. Wariant I.....	31
4.2. Wariant II.....	33
4.3. Wariant III.....	36
4.4. Wariant IV.....	38
4.5. Rekomendacja wariantu optymalnego .....	42
4.6. Pokrycie zapotrzebowania na energię ze źródeł odnawialnych.....	44
5. Analiza sposobów finansowania inwestycji.....	46
5.1. Program priorytetowy SOWA.....	46
5.2. Regionalny Program Operacyjny Województwa Śląskiego 2014-2020 .....	47
5.3. Inwestycja w formule ESCO.....	48
Załącznik 1 Arkusze kalkulacyjne.....	52
Załącznik 2 Karty katalogowe opraw oświetleniowych .....	54

## 1. Wprowadzenie

Konieczność modernizacji infrastruktury oświetleniowej to istotny problem dotyczący większość polskich gmin. W trakcie zmian ustrojowych po 1989 roku infrastruktura oświetleniowa znalazła się we własności zakładów energetycznych, zarazem jednak obowiązek oświetlenia dróg i miejsc publicznych dalej obciążał samorządy. Ponosząc zatem koszty oświetlenia, gminy znalazły się w sytuacji bardzo ograniczonego wpływu na stan urządzeń oświetleniowych, który także dziś - w większości pozostaje w rękach przedsiębiorstw energetycznych.

Jeszcze w 2009 roku tylko 25% oprav oświetleniowych stanowiło własność gmin, przez co zgodnie z Poradnikiem Powiślańskiej Regionalnej Agencji Zarządzania Energią władze gminne doświadczały i wciąż doświadczenia uciążliwości takich jak:

- niekorzystne umowy w zakresie eksploatacji oświetlenia;
- wysokie opłaty konserwacyjne;
- brak dostępu do kalkulacji faktycznych kosztów utrzymania infrastruktury oświetleniowej;
- odmowy prawa do przeprowadzenia modernizacji oświetlenia na własny rachunek;

I chociaż w ostatnich latach - dzięki porozumieniom z przedsiębiorstwami energetycznymi oraz budowie własnej infrastruktury sytuacja w wielu gminach uległa znaczącej poprawie - uporządkowanie struktury własnościowej w dalszym ciągu pozostaje warunkiem koniecznym przeprowadzenia działań inwestycyjnych mających na celu poprawę efektywności oświetlenia w gminie. Pierwszym krokiem w tym kierunku jest przeprowadzenie inwentaryzacji obrazującej stan, obszary problemowe i strukturę własnościową infrastruktury energetycznej.

### 1.1. Cel i zakres opracowania

Niniejsze opracowanie powstało na bazie inwentaryzacji infrastruktury oświetleniowej przeprowadzonej przez Centrum Doradztwa Energetycznego w lipcu 2016 r. (umowa nr1/Ośw/2016z dnia 15 kwietnia 2016 r.) a jego podstawowym celem jest zarekomendowanie optymalnego wariantu modernizacji infrastruktury oświetleniowej.

Ponadto w zakresraportu wchodzi:

- Analiza i ocena stanu istniejącego oświetlenia ulicznego oraz innych miejsc publicznych z terenu gminy ze wskazaniem kierunków działania w celu dostosowania parametrów oświetleniowych do obowiązujących norm;
- Analiza rozwiązań technicznych zmierzających do redukcji zużycia energii elektrycznej;

- Analizarozwiązań prawnych zmierzających do zmniejszenia kosztów dostawy energii elektrycznej – w szczególności w zakresie zmniejszenie zamówionej mocy umownej;
- Porównanie wariantów modernizacji pod kątem uzyskanej efektywności energetycznej, ekonomicznej i efektu ekologicznego;
- Wskazanie źródeł i sposobów finansowania działań inwestycyjnych w infrastrukturze oświetleniowej;

Tworząc opracowanie oparto się na następujących założeniach:

- W obliczeniach wielkości redukcji emisji CO<sub>2</sub> znajduje zastosowanie wskaźnik emisyjności dla krajowej sieci elektroenergetycznej wyliczany przez Krajowego Operatora Systemu Zielonych Inwestycji wynoszący 0,89 Mg CO<sub>2</sub>/MWh<sub>ee</sub>.
- Do obliczeń zużycia energii elektrycznej przyjmowana jest wartość nominalna czasu eksploatacji oświetlenia ulicznego dla strefy czasowej Polski tj. 4024 h.
- Podatek VAT jest kosztem kwalifikowanym pod warunkiem, że Wnioskodawca nie ma możliwości zwrotu lub odliczenia tego podatku. Ponieważ z taką sytuacją mamy do czynienia w przypadku inwestycji dokonywanych bezpośrednio przez gminę wszystkie kwoty i ceny w opracowaniu są wartościami brutto, zawierającymi podatek VAT.

Definicja pojęć zastosowanych w opracowaniu:

- finansowanie oświetlenia – finansowanie kosztów energii elektrycznej pobranej przez punkty świetlne oraz koszty ich budowy i utrzymania
- LED - LightEmittingDiode – Diody emitujące promieniowanie widzialne. W opracowaniu pojęcie wykorzystywane w odniesieniu do opraw oświetleniowych;
- norma oświetleniowa - Norma oświetleniowa PN-EN 13201;
- punkt świetlny - kompletna oprawa oświetleniowa, obejmująca urządzenia służące do rozsyłania, filtrowania lub przekształcania światła wysyłanego przez źródło światła, zawierającą elementy niezbędne do mocowania i ochrony źródła światła oraz do przyłączania go do obwodu zasilającego;
- prosty okres zwrotu – okres po którym oszczędności wynikające z przeprowadzonej inwestycji równoważą poniesione nakłady;
- słup oświetleniowy – dedykowany słup oświetleniowy (betonowy, stalowy, kompozytowy itp.) lub energetyczny, także z wysięgnikiem jeżeli jest zamontowany, na którym jest osadzona oprawa oświetleniowa;

## 1.2. Podstawy prawne i normatywne

1. Art. 18 ust. 1 pkt 2, 3 i 4 ustawy z 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. z 2012 r., poz. 1059 z późno zm.);
2. § 109 rozporządzenia ministra transportu i gospodarki morskiej z dnia 2 marca 1999 r. W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 43 z 1999 ze zm.);
3. Rozdział III ustawy z dnia 11 czerwca 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz. U. z 2016 r. poz. 831);
4. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409 ze zm.);
5. Załącznik do rozporządzenia Prezesa Rady Ministrów z dnia 3 grudnia 2012 r. w sprawie wykazu robót budowlanych (poz. 1372);
6. Norma PKN-CEN/TR 13201-1:2007 Oświetlenie dróg. Część 1: Wybór klas oświetlenia;
7. Norma PN-EN 13201-2:2007 Oświetlenie dróg. Część 2: Wymagania oświetleniowe;
8. Norma PN-EN 13201-3:2007 Oświetlenie dróg. Część 3: Obliczenia oświetleniowe;
9. Norma PN-EN 13201-4:2007 Oświetlenie dróg. Część 4: Metody pomiarów parametrów oświetlenia;
10. Stanowisko Krajowej Rady Regionalnych Izb Obrachunkowych z dnia 25 kwietnia 2008 roku w sprawie finansowania oświetlenia dróg publicznych przez gminy;

## 2. Analiza i ocena stanu obecnego

Zgodnie ze sporządzoną inwentaryzacją w skład infrastruktury oświetleniowej wchodzi 677 słupów oświetleniowych, z których znajdują się 679 oprawy oświetleniowe.

32 słupy oświetleniowe znajdują się na majątku gminnym, 636 słupów znajduje się na majątku spółki Tauron Dystrybucja, 6 przynależy do PKP Energetyka natomiast dla 3 słupów nie udało się zidentyfikować właściciela.

Oprawy rtęciowe stanowią większość spośród zinwentaryzowanych na terenie gminy (zidentyfikowano 492 sztuk). Ich stan techniczny jest zdecydowanie gorszy niż w przypadku opraw sodowych, a szczególnym mankamentem jest zabrudzenie kloszy oraz odbłyśników. Powoduje to utratę znacznej części strumienia świetlnego, który zamiast odbijać się od odbłyśnika jest przez niego pochłaniany.

Należy wskazać na źródło tego problemu – brudna woda z opraw, poprzez nieszczelne uszczelki przedostaje się do klosza, gdzie po odparowaniu pozostaje brudny, trudno zmywalny osad.

Zebrane dane zostały usystematyzowane w formie tabelarycznych baz danych w formacie \*.xls oraz w formacie \*.shp - z przypisanymi atrybutami geolokalizacyjnymi umożliwiającymi

prezentację danych w programach geoinformatycznych. Dane zorganizowane są w formie warstw tematycznych.

## 2.1. Warstwa: punkty świetlne

Organizacja atrybutów w warstwie:

1. - [ID] - numer wiersza w systemie,
2. - [x] – współrzędna X,
3. - [y] – współrzędna Y,
4. - [ulica] – ulica na której znajduje się punkt świetlny,
5. - [szer. drogi] – szerokość jezdni drogi którą oświetla punkt świetlny, w metrach
6. - [nawierzchnia] - nawierzchnia jezdni drogi która oświetla punkt świetlny
7. - [odslupa] – odległość między słupami oświetleniowymi, w metrach
8. - [wys opraw] – wysokość, na której znajduje się oprawa, w metrach
9. - [kat. wys.] – kąt nachylenia wysięgnika, w stopniach
10. - [dl. wys.] – długość wysięgnika, w metrach
11. - [typ oprawy] – typ oprawy
12. - [rodzrodla] – typ źródła światła
13. - [il. opraw] – ilość opraw na słupie oświetleniowym
14. - [moc] – moc oprawy, w watach
15. - [kat osw] – kategoria oświetleniowa drogi
16. - [nazwa trafo] – nazwa trafo z którego zasilany jest punkt świetlny
17. - [numer trafo] – numer stacji trafo z którego zasilany jest punkt świetlny
18. - [licznik] – numer licznika w szafce przyłączeniowej do którego przyłączony jest punkt świetlny,
19. – [ocena oprawy] - stan oprawy (stan w skali: 1,2,3,4,5; 1-stan techniczny najgorszy, 5-stan techniczny najlepszy),
20. - [ocena slupa] - stan wysięgnika (stan w skali: 1,2,3,4,5; 1-stan techniczny najgorszy, 5-stan techniczny najlepszy),

## 2.2. Warstwa: szafy

Organizacja atrybutów w warstwie:

1. -[LP]- liczba porządkowa
2. - [x] – współrzędna x,
3. - [y] – współrzędna y,
4. – [L] - lokalizacja
5. - [M U]- moc umowna,














6. - [M RZ]- moc rzeczywista ,
7. - [M O]- moc oprawy.
8. - [S M U]- sugerowana moc umowna,
9. - [W]- właściciel,
10. - [T]- taryfa,
11. - [NR L]- numer licznika.




### 2.3. Punkty świetlne - analiza stanu technicznego

Na terenie gminy zidentyfikowano kilkanaście typów opraw oświetleniowych. Pełne zestawienie znajduje się w tabeli zamieszczonej poniżej.

TABELA 1 ZESTAWIENIE OPRAW WYSTĘPUJĄCYCH NA TERENIE GMINY MIEDŹNO

TYP (nazwa przyjęta w arkuszach inwentaryzacyjnych)	Ilość zidentyfikowanych sztuk.	Zdjęcie
AURIS	8	
ES-1	94	
LEDA	21	
OPALO	1	

ORZ-3	332	
ORZ-7	10	
ORZ-7-2	20	
OUR-125	37	
OUR-250	1	
OURW-250-1	4	
OZP	4	

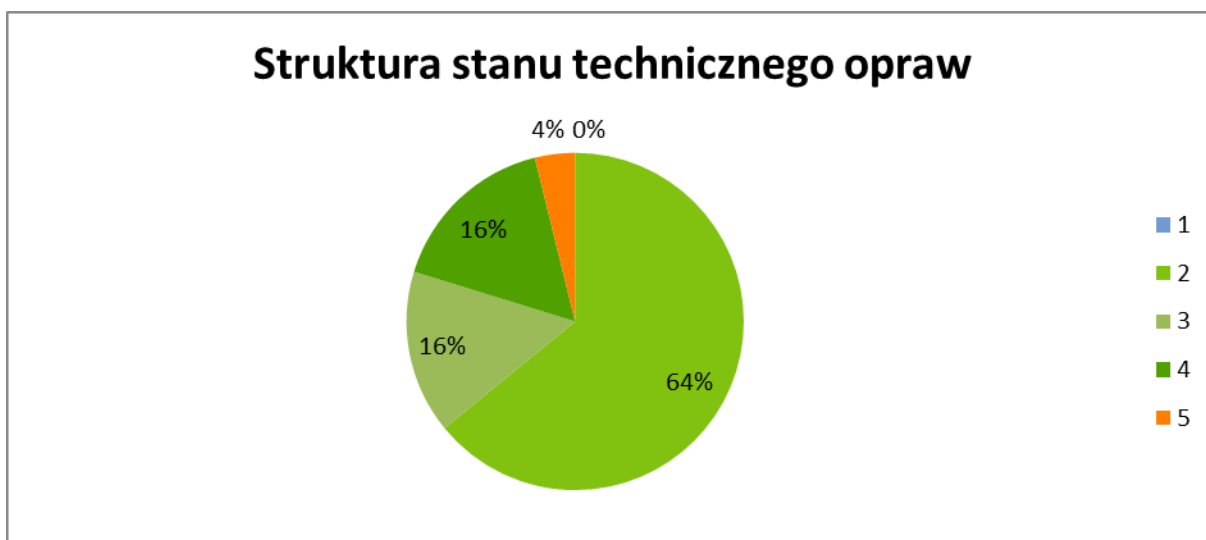
SGS 101	99	
ST	32	
STRADA	16	

W ramach inwentaryzacji dokonano również oceny stanu technicznego opraw.

TABELA 2 TABELA OCENY STANU TECHNICZNEGO OPRAW

Ocena	Opis stanu oprawy
5	Oprawa w stanie bardzo dobrym bez oznak zużycia lub fabrycznie nowa. Przezroczystość klosza powyżej 90%. Brak zabrudzeń komory lampy. Czysty odbłyśnik o dużej sprawności oświetleniowej.
4	Oprawa w stanie dobrym, z lekko zabrudzonym lub pożółkniętym kloszem. Przezroczystość klosza powyżej 75%. Odbłyśnik bez śladów utlenienia. Brak zanieczyszczeń komory lampy.
3	Oprawa w stanie przeciętnym, z zabrudzonym kloszem. Przezroczystość powyżej 50%. Lekko utleniony odbłyśnik. Komora lampy zanieczyszczona.
2	Oprawa w stanie złym. Klosz o niskiej przezroczystości poniżej 50%. Silnie zabrudzona komora lampy. Odbłyśnik skorodowany lub utleniony. Obudowa skorodowana lub z wyraźnymi oznakami zużycia.
1	Oprawa uszkodzona lub zniszczona.

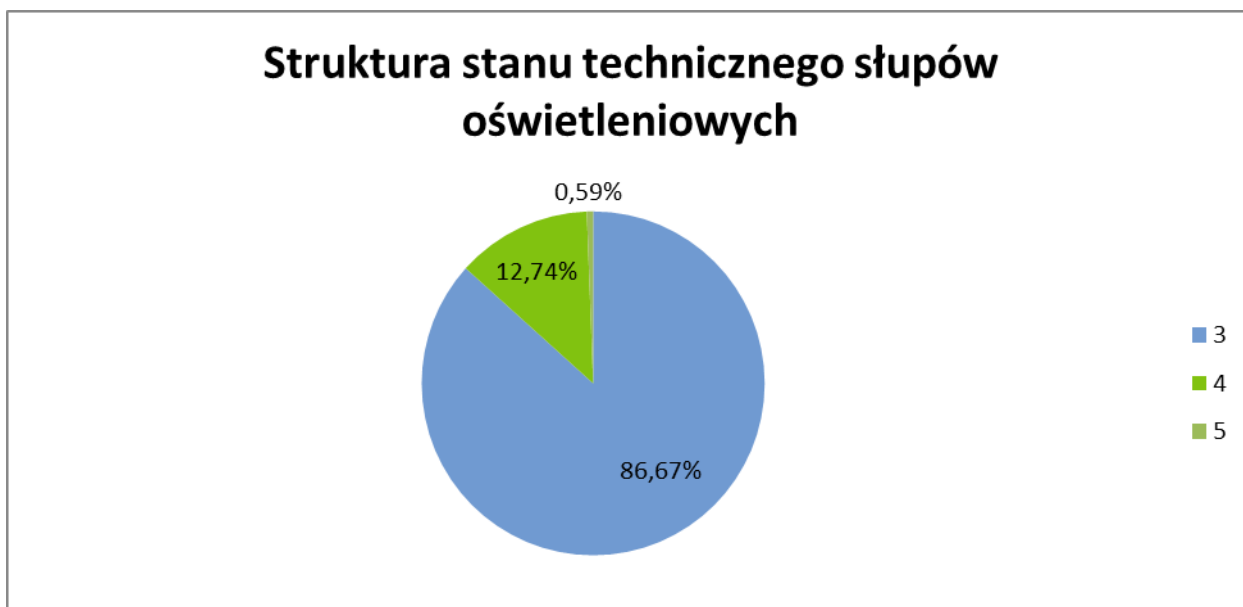
Stan opraw na terenie gminy ogólnie należy ocenić jako przeciętny, gdyż tylko 36% otrzymało ocenę 3 lub wyższą. Żadna z opraw nie otrzymała oceny 1 która, oznacza konieczność natychmiastowej wymiany. Natomiast dominująca ilość opraw z oceną 2 (64%) wskazuje, iż infrastruktura oświetleniowa będzie wymagała w najbliższym czasie nakładów odtworzeniowych na wymianę przestarzałych opraw. W przeważającej mierze oprawy z najniższą oceną to rtęciowe źródła światła, które również z uwagi na ich niską efektywność energetyczną powinny zostać priorytetowo zmodernizowane. Szczegółowe porównanie przedstawiono na wykresie zamieszczonym poniżej.



RYSUNEK 1 STRUKTURA STANU TECHNICZNEGO OPRAW

#### 2.4. Słupy oświetleniowe – analiza stanu technicznego

Stan słupów należy ocenić jako zadowalający – zdecydowana większość (ponad 86%) otrzymała ocenę 3. Nie zidentyfikowano słupów z oceną 1 lub 2, co oznacza, że dokonując wymiany opraw oświetleniowych można ograniczyć koszty inwestycyjne modernizacji w dalszym ciągu wykorzystując istniejące słupy. Zauważalnym problemem jest bardzo duże zróżnicowanie (nawet w ramach jednego ciągu oświetleniowego) zastosowanych typów wysięgników co utrudnia uzyskania stanu równomiernego naświetlenia. Szczegółowe porównanie obrazuje wykres zamieszczony poniżej.



RYSUNEK 2 STRUKTURA STANU TECHNICZNEGO SŁUPÓW

TABELA 3 TABELA OCENY STANU TECHNICZNEGO SŁUPÓW

Ocena	Opis stanu oprawy
5	Słup fabrycznie nowy, w stanie bardzo dobrym bez oznak zużycia.
4	Słup w dobrym stanie technicznym.
3	Słup w zadowalającym stanie technicznym.
2	Słup w złym stanie technicznym, skorodowany lub zmurszały. Przeznaczony do wymiany. Uszkodzone drzwiczki rewizyjne.
1	Słup uszkodzony lub zniszczony.

Na terenie gminy zidentyfikowano kilkanaście typów konstrukcji wsporczych, spośród których wyróżnić należy dwie grupy:

- Słupy energetyczne, których właścicielem jest przedsiębiorstwo energetyczne Tauron Dystrybucja S.A.
- Słupy oświetleniowe, których właścicielem jest Tauron Dystrybucja S. A.i gmina Miedźno.

## 2.5. Szafy oświetlenia ulicznego – analiza handlowa

W odniesieniu do szaf oświetlenia ulicznego podstawowym elementem podlegającym badaniu był stosunek zmierzonej w ramach pomiarów terenowych mocy rzeczywistej do mocy zamówionej (umownej). Jak wskazuje tabela zamieszczona poniżej w części szaf oświetlenia ulicznego moce umowne są nieznacznie zawyżone. W tabeli określono:

- lokalizację szafy (jako nazwa obwodu),
- moc umowną (pozyskaną z danymi z faktur rozliczeniowych za energię elektryczną),
- moc rzeczywistą (wynika faktycznych pomiarów dokonanych na obwodach oświetleniowych),
- moc opraw (łącznie nominalna moc opraw podłączonych do danej szafy oświetleniowej),

Co zauważalne, zmierzona moc rzeczywista jest o 30% wyższa od nominalnej mocy opraw na danym obwodzie oświetleniowym. Różnica ta wynika ze specyfiki pracy opraw sodowych i rtęciowych, których faktyczny pobór energii jest wyższy od teoretycznej mocy nominalnej. W szczególności jest to zauważalne w momencie załączania obwodów, gdzie przez okres rozpalania źródeł światła, pobór energii jest największy.

Z porównania zmierzonych mocy rzeczywistych, mocy nominalnych opraw oraz mocy umownej wynika, że zamówione moce zostały dobrane poprawnie i ewentualna konieczność ich zmian powinna mieć miejsce jedynie w przypadku montażu opraw typu LED o mniejszym zapotrzebowaniu na moc.

TABELA 4 ZESTAWIENIE SZAF OŚWIETLENIA ULICZNEGO ZLOKALIZOWANYCH NA TERENIE GMINY MIEDŹNO

Nr SOU	Lokalizacja	Moc umowna [kW]	Moc rzeczywista [kW]	Moc opraw [kW]	Właściciel	Taryfa	Nr licznika
1	Borowa II	2	0,975	0,75	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861575
2	Borowa II ZK 779	1	2,4375	1,875	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861564
3	Borowa III	3	2,6975	2,075	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51878049
4	Borowa III SO	3	2,1125	1,625	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861557
5	Golczewo	2	3,25	2,5	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861584
6	Izbiska Duze	1	1,287	0,99	Tauron Dystrybucja	011	51861317

					S.A.		
7	Izbiska Duze II	2	4,29	3,3	Gmina Miedzno	011	51861589
8	Izbiska Male	3	3,2695	2,515	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861262
9	Izbiska Male II	2	0,819	0,63	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861572
10	Izbiska Szkola	1	0,7995	0,615	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861579
11	Kolaczkowice Betoniarnia	1	0,975	0,75	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861291
12	Kolaczkowice Duze I	3	3,64	2,8	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861583
13	Kolaczkowice Duze II	2	3,51	2,7	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861630
14	Kolaczkowice Male	2	2,275	1,75	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861284
15	Kolaczkowice Wiktorow	2	2,6	2	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861281
16	Mazowki	2	1,3	1	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51878059
17	Miedzno I	5	3,7895	2,915	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861586
18	Miedzno II	2	2,0475	1,575	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861582
19	Miedzno III	3	3,575	2,75	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861578
20	Miedzno IV	4	5,46	4,2	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861588
21	Miedzno IX	2	3,9	3	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51878044
22	Miedzno MO	3	7,605	5,85	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861548
23	Miedzno VI	5	3,7375	2,875	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51881570
24	Miedzno VII	3	4,55	3,5	Tauron Dystrybucja	011	51861590

					S.A.		
25	Miedzno VIII	1	1,5275	1,175	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861530
26	Miedzno X	3	2,99	2,3	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861553
27	Miedzno XI	2	1,7225	1,325	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51878061
28	Mokra I	2	3,2825	2,525	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861566
29	Mokra II	2	1,3325	1,025	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861537
30	Mokra III	3	3,718	2,86	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861560
31	Mokra IV	2	1,1375	0,875	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861554
32	Nowy Folwark	2	1,3	1	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51878063
33	Ostrowy I	3	7,7155	5,935	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51878068
34	Ostrowy II	5	6,5975	5,075	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861294
35	Ostrowy III	4	4,082	3,14	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861282
36	Ostrowy IV	6	10,335	7,95	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861300
37	Ostrowy V	1	0,4355	0,335	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861279
38	Rywaczki	3	4,94	3,8	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861287
39	Wapiennik Golczewo	4	6,045	4,65	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861574
40	Wladyslawow I	4	5,161	3,97	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861562
41	Wladyslawow II	2	7,215	5,55	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861568
42	Wladyslawow	2	4,238	3,26	Tauron	011	51878057



	III				Dystrybucja S.A.		
43	Mokra V	2	4,355	3,35	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51878065
44	Mokra VI	2	1,56	1,2	Tauron Dystrybucja S.A.	011	51861591
45	Mokra PKP	5	1,235	0,95	PKP Energetyka S.A.	C11	28012605

W zakresie wyboru taryfy, należy ocenić wybór dedykowanej taryfy oświetleniowej 011, jako poprawny. Tym samym nie rekomenduje się zmian w tym zakresie.

## 2.6. Zgodność z normą oświetleniową PN-EN 13201

Norma oświetleniowa PN-EN 13201 składa się z czterech części i zawiera wytyczne w zakresie:

1. Wyboru klasy oświetleniowej
2. Wymagań oświetleniowych
3. Obliczenia parametrów oświetleniowych
4. Metod pomiarów oświetlenia

Ocenę zgodności stanu aktualnego z zaleceniami normy dokonuje się w odniesieniu do określonych parametrów do których należą:

1. L [Cd/m<sup>2</sup>]- luminacja nawierzchni drogi
2. U0 – równomierność luminacji
3. UI – równomierność wzdłużna luminacji
4. TI [%] – wskaźnik olśnienia
5. SR – wskaźnik oświetlenia otoczenia

Tylko równoczesne osiągnięcie wymaganych przez normę wartości we wszystkich wyżej wymienionych parametrach, oznacza iż system oświetleniowy spełnia wymogi normy PN-EN 13201. Pożądane wartości są uzależnione od klasy oświetleniowej oświetlanego odcinka drogi lub ciągu pieszego, stąd do każdego obwodu przypisano właściwą klasę oświetleniową.

Jak pokazuje praktyka, spełnienie rygorystycznych wyborów normy przez istniejącą infrastrukturę oświetleniową (budowaną wiele lat przed wejściem normy w życie), jest niezwykle trudne. Kluczowym parametrem jest równomierność luminacji, której niemalże nie sposób osiągnąć przy rozstawie opraw wynoszącym ponad 50 m. Powoduje to powstawanie tzw.

efektu zebry, gdzie dobrze oświetlone obszary (bezpośrednio pod oprawami) przeplatają się z ciemnymi punktami, gdzie z uwagi na duże odległości między punktami świetlnymi efekt oświetleniowy jest znikomy. Problematykę tą pokazuje tabela zamieszczona poniżej.

TABELA 5 PORÓWNANIE OŚWIETLENIA ULICZNEGO W STANIE POŻĄDANYM I Z "EFEKTEM ZEBRY"

Ulica równomiernie oświetlona – najwyższy komfort dla użytkowników drogi	Ulica z „efektem zebry” – ciemne strefy to nie tylko niższy komfort dla użytkowników drogi ale i zagrożenie dla pieszych
	

Kolejnym zidentyfikowanym problemem jest tzw. zjawisko LightPollution (zanieczyszczenie światłem. Termin ten ma charakter wieloznaczny i równocześnie odnosi się do:

- Nadmiernego oświetlenia nocnego (nadluminacji) – problem ten dotyczy dużych metropolii, w których oświetlenie uliczne w połączeniu z oświetleniem obiektów prywatnych, reklamami i neonami tworzy widoczną łuną świetlną unoszącą się nad miastami.
- Zbędnego oświetlenia nocnego – problem ten dotyczy bardziej pojedynczych punktów świetlnych niż ogólnej oceny systemu. Odnosi się bowiem do zbędnych punktów świetlnych oświetlających obszary nieuczęszczane, nieużytkowanie
- Rozproszenia strumienia świetlnego – problem ten związany jest z typami stosowanych opraw oraz ustawieniem wysięgników. W przypadku opraw dotyczy on w szczególności opraw parkowych „kulistych” lub oświetlenia ozdobnego (stylizowanego) w którym duża (a niejednokrotnie większa) część strumienia świetlnego z opraw ulicznych rozpraszana jest w przestrzeń nad oprawą. W przypadku wysięgników zwrócić należy szczególną uwagę na ich kąt oraz długość. Optymalne ustawienie wysięgnika powinno wynosić ok. 90 – 100 stopni względem płaszczyzny pionowej słupa. Częstym problemem jest jednak znaczące odchylenie od tej normy skutkujące rozproszeniem strumienia świetlnego w niepożądanych kierunkach, w niektórych sytuacjach możemy mówić nawet o problemie „doświetlania mieszkań” znajdujących się w pobliżu punktów świetlnych.

Długość wysięgnika pozwala natomiast na ustalenie „priorytetów” oświetleniowych. Długie wysięgniki umożliwiają dobre oświetlenie drogi, kosztem jednakże niedoświetlonych ciągów pieszych. Krótkie wysięgniki pozwalają natomiast na dobre oświetlenie chodników.

W związku z powyższym rekomenduje się:

- W ramach prowadzonej modernizacji każdorazowo sprawdzać, a w razie konieczności dokonać regulacji wysięgników aby kierować strumienie światła na powierzchnię drogi lub ciągów pieszych, zgodnie z ustalonym priorytetem oraz wymogami normy oświetleniowej,
- Dokonywać regularnego przycinania drzew mogących działać jako bariera dla strumienia świetlnego, negatywnie wpływając na równomierność luminacji.

We wszystkich badanych lokalizacjach nie udało się uzyskać parametrów wystarczających do spełnienia norm, jednak należy zauważyć że sytuacja oświetleniowa po modernizacji w każdym przypadku ulegnie znaczącej poprawie. Problematyczną kwestią nie jest moc zaproponowanych opraw, a usytuowanie słupów. Spełnienie norm w pozostałych lokalizacjach możliwe będzie jedynie po zmniejszeniu odległości między punktami świetlnymi do ok. 40 - 50 m.

Kompletne zestawienie raportów pomiarowych wygenerowanych w programie DiaLUX 4.12 stanowi załącznik do niniejszego opracowania.

## 2.7. Końcowe wnioski z inwentaryzacji

W wyniku przeprowadzonej inwentaryzacji oświetlenia sformułowano następujące wnioski.

1. W zakresie technicznym:
  - a. Oprawy oświetleniowe (w szczególności wyposażone w żarówki rtęciowe) z uwagi na stan techniczny i niską efektywność świetlną powinny zostać wymienione na nowsze źródła typu LED;
  - b. Słupy oświetleniowe nie wymagają pilnych prac remontowych i mogą zostać na nich osadzone nowe oprawy, aczkolwiek pod warunkiem wymiany wysięgników;
  - c. Wszystkie szafy oświetleniowe wyposażone są w zegary astronomiczne, które zapewniają optymalny czas świecenia opraw;
2. W zakresie handlowym:
  - a. Dobór mocy umownych na poszczególnych obwodach należy uznać za poprawny
  - b. Wybór taryfy oświetleniowej O11 należy uznać za właściwy

3. W zakresie stanu własnościowego:

- a. Zgodnie ze stanowiskiem Krajowej Rady Regionalnych Izb Obrachunkowych z dnia 25 kwietnia 2008 w sprawie finansowania oświetlenia dróg publicznych przez gminy, w przypadku, gdy instalacja oświetleniowa stanowi własność zakładu energetycznego gmina nie jest w żaden sposób uprawniona do ponoszenia nakładów na modernizację punktów świetlnych, nie będących jej własnością. Dopuszczalnym rozwiązaniem odnośnie ponoszenia przez gminy kosztów modernizacji sieci oświetlenia jest zatem oprócz uzyskania tytułu własności do infrastruktury oświetleniowej, zawarcie umowy dzierżawy lub użyczenia zapewniającej tytuł prawny do konkretnych elementów infrastruktury oświetleniowej (np. dzierżawa słupów oświetleniowych celem przywieszenia własnych opraw oświetleniowych). Umowa powinna uwzględniać zasady rozliczania poczynionych nakładów inwestycyjnych.

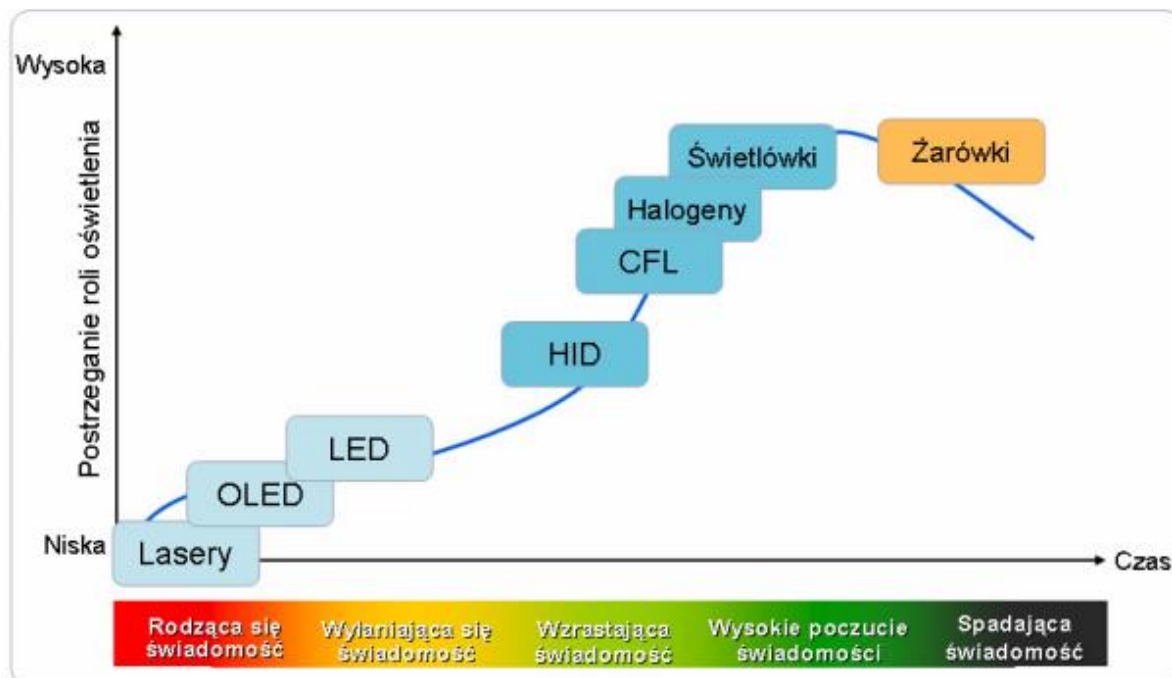
Zgodnie z powyższym priorytetem przed rozpoczęciem działań inwestycyjnych, jest uporządkowanie sytuacji prawnej aktualnej infrastruktury oświetleniowej, która na dzień dzisiejszy niemalże w całości stanowi majątek lokalnego operatora dystrybucyjnego Tauron Dystrybucja, bez której jakiegokolwiek inwestycje będą prawnie niedopuszczalne.

### 3. Analiza dostępnych rozwiązań technicznych umożliwiających poprawę efektywności energetycznej oświetlenia

Zgodnie z raportem Departamentu Energetyki Ministerstwa Gospodarki pn. „Analizy i ekspertyzy dotyczące źródeł światła”, oświetlenie drogowe i uliczne w Polsce charakteryzują następujące dane:

- 3 200 000 – Ogólna ilość punktów świetlnych
- 75 % punktów świetlnych stanowi własność operatorów sieci dystrybucyjnych
- 25% - 30% stanowią lampy rtęciowe
- 175 W to średnia moc punktu świetlnego
- 560 MW – łączna szacunkowa moc wszystkich punktów świetlnych
- 750-800 mln zł – roczny koszt energii elektrycznej

Równocześnie autorzy opracowania wskazują na zbliżający się zmierzch tradycyjnych źródeł świetlnych i pojawiającą się świadomość w zakresie korzyści płynących ze źródeł LED, co pokazuje poniższa



RYSUNEK 3 STOPIEŃ ŚWIADOMOŚCI SPOŁECZNEJ W ODNIESIENIU DO TECHNOLOGII OŚWIETLENIOWYCH

Wykres pokazuje, że myśląc o źródłach intuicyjnie wiążemy z tym takie rozwiązania jak żarówki i świetlówki – jest to naturalne, ponieważ są to najbardziej rozpowszechnione technologie, które też pojawiły się na rynku najwcześniej. Zarazem z uwagi na wysoki pobór energii ich popularność maleje. Kolejne rozwiązania technologiczne pojawiające się w ostatnich latach – wysokoprężne lampy wyładowcze (HID – m.in. są to tzw. Lampy ksenonowe), źródła LED i OLED (diody wytwarzane ze związków organicznych) dopiero zyskują swoje miejsce w świadomości odbiorców jako alternatywa dla obecnych rozwiązań technicznych. Na podstawie powyższego wykresu roboczo można wyróżnić pojęcie klasycznych źródła światła (źródła rtęciowe, sodowe, świetlówki), które są stosowane powszechnie w oświetlaniu ulic oraz źródeł nowej generacji (LED, OLED) które choć mało popularne z pewnością będą się w najbliższych latach dynamicznie rozwijały.

Analizując potencjalne rozwiązanie techniczne w zakresie źródeł światła alternatywnie należy wskazać źródło typu LED oraz sodowe źródła wysokoprężną

### Źródło sodowe wysokoprężne



Źródło sodowe wysokoprężne przedstawione jest na rysunku zamieszczonym obok. Promieniowanie świetlne emitowane jest z zachodzącego w jarzniku wyładowania w parach sodu pod wysokim ciśnieniem. Jarznik jest umieszczony w szklanej, zamkniętej bańce w której panuje próżnia. W lampach wyższych mocy bańka wykonana jest z tzw. szkła twardego typu wolframowo – borowo – krzemowego, a w lampach niższych mocy z tzw. szkła miękkiego typu sodowo – wapniowego. Może ona być przezroczysta lub pokryta warstwą rozpraszającą światło. Jako pokrycie rozpraszające używana jest na ogół krzemionka nanoszona na szkło metodą elektrostatyczną. Żarówka sodowa wyposażona jest w metalowy, gwintowany trzonek.

Wysokoprężne lampy sodowe wyposażone są w metalowy, gwintowany trzonek.

Wysokoprężne lampy sodowe w kategorii klasycznych źródeł oświetleniowych wykazują dużo wyższy stopień efektywności niż źródła rtęciowe i świetlówki:

**TABELA 6 STOPIEŃ TRANSFORMACJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ DOSTARCZONEJ DO OBWODU LAMPY NA PROMIENIOWANIE WIDZIALNE**

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

W tabeli powyżej przedstawiono stopień efektywności poszczególnych źródeł światła. Z uwagi na najwyższy stopień transformacji energii elektrycznej na promieniowanie widzialne, w opracowaniu do analizy potencjalnych rozwiązań technologicznych przyjęto wyłącznie wysokoprężną lampę sodową.

Lampy sodowe wysokoprężne charakteryzują się następującymi cechami:

- Wysoka skuteczność świetlna
- Przyjazna, neutralna barwa świetlna
- Niskim kosztem zakupu
- Niską utratą sprawności

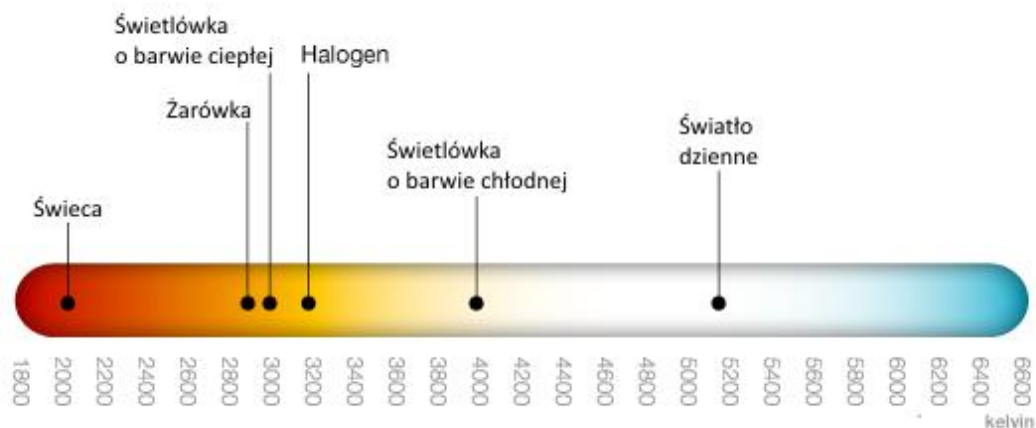
### **Źródła LED**

Lampy LED opierają się o zestaw diod elektroluminescencyjnych charakteryzują się następującymi cechami:

- Wysoka skuteczność świetlna,
- Długa żywotność gwarantowana na poziomie 50 000 h, a sięgająca nawet 100 000 h,
- Dowolność w kształtowaniu strumienia rozsyłu światła,
- Odporność na wibracje i wstrząsy,
- Odporność na cykle włączania i wyłączania
- Możliwość sterowania natężeniem strumienia świetlnego
- Niskie koszty eksploatacyjne
- Wysoki stopień utrzymania strumienia świetlnego w czasie gwarancyjnym sięgający 90 %.

Do wad źródeł LEDowych należy jednakże zaliczyć wysoki koszt inwestycyjny oraz zimną temperaturę barwową, która jest negatywnie oceniana przez część użytkowników opraw. Negatywny skutek tego elementu można jednakże minimalizować poprzez określenie w specyfikacji technicznej przyjaźniejszej - cieplejszej temperatury barwowej.

Bardzo ważnym elementem przy doborze opraw LED jest ustalenie temperatury barwowej światła. W przypadku opraw LED starszej generacji, światło emitowane przez oprawy miało temperaturę zimno-białą, co często spotykało się z negatywnym odbiorem przez użytkowników dróg stwierdzających, iż światło to jest nieprzyjemnie chłodne, a w mgliste noce tworzy efekt białej poświaty. LEDy nowej generacji pozwalają na dobór temperatury barwowej w jej cieplejszych, bardziej przyjaznych dla oka zakresach. Rozkład temperatury barwowej wskazano na rysunku zamieszczonym poniżej.



RYSUNEK 4 ROZKŁAD TEMPERATURY BARWOWEJ W ODNIESIENIU DO INNYCH ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA

Dla klasycznych źródeł światła temperatura barwowa wynosi 2000-2500 K – jest to więc światło barwy żółto – pomarańczowej, o bardzo ciepłym odcieniu. Dla źródeł typu LED, lampy metahalogenowe, temperatura barwowa określona jest w zakresie 4000 – 4500 K, a więc jest to oświetlenie o odcieniu białym – z perspektywy postronnego obserwatora określa się je również jako chłodne.

Porównanie tych dwóch głównych technologii pokazuje w rzeczywistości fotografia zamieszczona poniżej



RYSUNEK 5 FOTOGRAFIA PRZEDSTAWIAJĄCA OŚWIETLENIE ŹRÓDŁEM SODOWYM (LEWA STRONA, MOC 75 W) I OŚWIETLENIEM TYPU LED (PRAWA STRONA, MOC 30W), ŹRÓDŁO: [HTTP://WWW.KP-LIGHTING.COM/PL/CONTENT/MAIN\\_PICTURES/SODAVSLED.JPG](http://www.kp-lighting.com/pl/content/main_pictures/sodavsled.jpg)



### **Smart StreetLighting**

SmartStreetLighting to hasło określające ogólnie ideę inteligentnego racjonalizowania zużycia energii elektrycznej na oświetlenie ulic. Realizując projekty Smart Grid czy będące ich rozszerzeniem projekty Smart City nie można zapomnieć o Systemach Inteligentnego Sterowania Oświetleniem Ulic (SmartStreetLighting). Systemy takie w zależności od zaawansowania technologicznego charakteryzują się różnymi funkcjami. Najprostsze aspirujące do tej grupy są systemy oparte na czasowym ograniczaniu mocy oświetlenia w późnych godzinach nocnych. W przypadku takich systemów nie można mówić jednak o inteligentnym sterowaniu a jedynie odczytywaniu teoretycznych potrzebnych poziomów oświetlenia z tabeli kalendarza. Tego typu systemy zostają wypierane przez, porównywalne kosztowo a posiadające zdecydowanie więcej funkcji i dające zdecydowanie większe możliwości oszczędzania energii, systemy sterowników inteligentnych, komunikujących się między sobą i systemem nadrzędnym, poprzez sieć zasilania.

Takie rozwiązanie zapewnia komunikację bez konieczności drogich inwestycji w sieć komunikacji. Technologia LonWorksPowerLineCommunication firmy Echelon, najczęściej wykorzystywanej w tego typu rozwiązaniach, została sprawdzona w największym projekcie typu SmartGrid realizowanym we Włoszech przez firmę ENEL. W projekcie tym spięto ze sobą poprzez sieć energetyczną 27 mln urządzeń, które przesyłają aktualne odczyty liczników energii elektrycznej, a także umożliwiają ich zdalne sterowanie.

Podstawowe funkcje inteligentnego systemu sterowania oświetleniem ulic, placów i parków:

- sterowanie poszczególnymi latarniami ulicznymi; ręczne lub automatyczne załączanie lub wyłączenie lamp oraz funkcje ograniczania ich mocy, możliwa jest automatyczna modyfikacja oczekiwanego poziomu oświetlenia w zależności od warunków na drodze (zwiększony ruch, zmniejszona widoczność czy przypadki szczególne jak nocne imprezy sportowe); w niektórych przypadkach system, zachowując swą funkcjonalność, nie może ściemniać oświetlenia
- grupowanie lamp w zależności od potrzeb i ustalanie różnych algorytmów sterowania dla różnych grup lamp; gdy z tej samej instalacji zasilane jest oświetlenie drogi osiedlowej i drogi o większym nasileniu ruchu dla obu przypadków są ustalane inne programy oszczędzania aby drogi były oświetlone zgodnie z normami,
- zliczanie zużycia energii elektrycznej poszczególnych lamp i grup lamp czy też dodatkowych urządzeń zasilanych z tej samej instalacji np. oświetlenie świąteczne; dzięki temu ułatwione jest rozliczanie podmiotów odpowiedzialnych za oświetlenie w poszczególnych częściach większej instalacji; Np. w przypadku gdy za część oświetlenia

odpowiada wspólnota mieszkańców a za część zarząd dróg, bez problemu można odczytać i rozliczyć bieżące zużycie energii elektrycznej każdej części systemu oświetleniowego

- detekcję prawidłowego działania latarni, w przypadku awarii system może powiadomić operatora i ekipy serwisowe o konieczności interwencji np. przesyłając wiadomość SMS,
- detekcję nieuprawnionego otwarcia obudowy lampy z powiadamianiem odpowiednich służb,

Najbardziej rozbudowanym systemem inteligentnego oświetlenia ulic jest system działający w Oslo oparty o technologie firmy Echelon. Kilka lat działania tego systemu dowiodło, że oszczędności w zużyciu energii elektrycznej sięgają 70% bez, niedopuszczalnego przez normy, wyłączenia oświetlenia. System ma jednak taką możliwość. W przypadku konieczności wyłączenia oświetlenia poszczególnych ulic czy nawet pojedynczych lamp, operator systemu może, włączyć lub wyłączyć lampę lub grupę lamp. Operator systemu również ma dostęp on-line do bieżących danych dotyczących sprawności lamp oraz stanów liczników energii znajdujących się w każdej oprawie lampy. Dzięki temu bardzo ułatwione jest rozliczanie podmiotów odpowiedzialnych za oświetlenie poszczególnych części miasta.

Inteligencja systemów sterowania oświetleniem polega na dostosowywaniu poziomów natężenia oświetlenia do aktualnych potrzeb użytkowników i wymogów ustanowionych przez obowiązujące normy. Aktualne regulacje prawne dopuszczają ograniczenie poziomów oświetlenia w przypadku zmniejszenia natężenia ruchu na danej drodze. Możliwe również jest dostosowanie mocy lamp ulicznych do warunków pogodowych. W tym celu montowane są czujniki natężenia ruchu oraz czujniki pogodowe. Inteligentny system zbiera informacje z czujników i w zależności od aktualnej sytuacji automatycznie dobiera algorytm sterowania oświetleniem.

Bardzo ważną cechą tych systemów jest to, że algorytm sterowania może być różny w różnych punktach tej samej sieci – konieczne jest zapewnienie bardzo dobrego oświetlenia w miejscach niebezpiecznych np. przy przejściach dla pieszych czy niektórych skrzyżowaniach podczas gdy w pozostałych częściach tej sieci można zredukować moc.

Redukcja poszczególnych lamp realizowana jest przez sterowniki wbudowane w oprawę bądź zainstalowane w słupach oraz tzw. sterownik segmentowy, zamontowany w szafce zasilającej daną linię oświetleniową. Poszczególne sterowniki segmentowe podłączane są do sieci internetowej i współpracują z systemami nadrzędnymi (np. StreetLight.vision). Architektura systemu umożliwia swobodny rozwój systemu od jednej ulicy do nawet całego miasta.

## **Reduktory mocy**

Alternatywą dla rozbudowanych i kosztownych systemów sterowania oświetleniem są reduktory mocy. Rozwiązanie to polega na zmniejszeniu poboru mocy poprzez „przygaszenie” oprawy - jest to bardzo skuteczny i nieuciążliwy sposób oszczędzania energii elektrycznej w godzinach nocnych, gdy ruch pojazdów i pieszych jest niewielki. Możliwe jest zastosowanie dwóch rozwiązań:

1) Reduktor mocy montowany jest w szafie oświetleniowej i umożliwia obniżenia napięcia na obwodzie przynosząc podwójny rodzaj oszczędności:

- Dzięki stabilizacji i stałym obniżeniu napięcia dodatkowe oszczędności w zużyciu energii wynoszą ok. 8%. Równocześnie przedłużana jest żywotność urządzeń oświetlenia, a ciągły monitoring pracy obwodów w zintegrowanym systemem powiadomienia o występujących nieprawidłowościach i awariach urządzeń oświetleniowych
- Dzięki dodatkowemu obniżeniu napięcia w porach zmniejszonego natężenia ruchu (przyjmuje się czas średnio 4h każdej nocy), możliwe jest w tym okresie uzyskanie dodatkowej oszczędności wynoszącej 40%

Zaletą tego rozwiązania jest możliwość jego wprowadzenia bez konieczności zmian w istniejącej sieci. Jeśli chodzi o wady to najpoważniejszą jest wysoka cena sterownika napięcia zasilania, jak również konieczność dostosowania mocy układu do łącznej mocy zainstalowanych opraw.

2) Układ zmniejszający moc instalowany jest w każdej oprawie oświetleniowej LED.

Przykładowym rozwiązaniem są oprawy oświetleniowe z mikroprocesorowymi przekaźnikami czasowymi. Oprawy te cechują się następującymi właściwościami:

- układ wykonawczy jest montowany w oprawach oświetleniowych;
- nie wymaga ciągłego zasilania ani regulacji,
- nie zawiera zegara wewnętrznego ani baterii;
- ściemnianie następuje o określonym czasie, jednocześnie we wszystkich oprawach oświetleniowych na danym obwodzie zgodnie z zaprogramowanym harmonogramem;
- układ nie wymaga żadnego zewnętrznego sterowania.

Potencjalny rezultat zastosowania reduktorów w poszczególnych oprawach prezentuje tabela zamieszczona poniżej

TABELA 7 HARMONOGRAM PRACY OPRAWY OŚWIETLENIOWEJ WYPOSAŻONEJ W REDUKTOR

<b>Dobowy harmonogram pracy oprawy</b>		
<b>Opis</b>	<b>Wartość</b>	<b>Jednostka</b>
Moc lampy	50	W
Średni czas pracy oprawy (na dobę)	11	h
Dobowe zużycie energii (bez redukcji mocy)	0,55	kWh
Załączenie obwodów wg. czasu astronomicznego na 80 % natężenia strumienia świetlnego (80 % mocy) – 1 godzina po zmierzchu, gdy nie jest jeszcze zupełnie ciemno.		1 h
moc oprawy	80	%
<b>Zużycie energii w okresie</b>	<b>0,04</b>	<b>kWh</b>
Zwiększenie mocy obwodów do 100 % natężenia strumienia świetlnego (100 % mocy) – 4 godziny (wieczorny okres największego ruchu samochodowego i pieszego).		4 h
moc oprawy	100	%
<b>Zużycie energii w okresie</b>	<b>0,2</b>	<b>kWh</b>
Redukcja mocy obwodów do 60 % natężenia strumienia świetlnego (60 % mocy) – 4 godziny – okres między północą a godziną 4 rano, okres najmniejszego natężenia ruchu)		4 h
moc oprawy	60	%
<b>Zużycie energii w okresie</b>	<b>0,12</b>	<b>kWh</b>
Zwiększenie mocy obwodów do 80 % natężenia strumienia świetlnego (80 % mocy) okres przed świtem, gdy ruch powoli się zwiększa, a nie jest już zupełnie ciemno (godzina 4 – 5 rano).		2 h
moc oprawy	80	%
<b>Zużycie energii w okresie</b>	<b>0,08</b>	<b>kWh</b>
<b>Ostateczne zużycie energii</b>	<b>0,44</b>	<b>kWh</b>
<b>Procentowa redukcja zużycia energii elektrycznej</b>	<b>0,20</b>	<b>%</b>

#### 4. Analiza techniczna i finansowa planowanych wariantów modernizacji

Mając na uwadze dostępne rozwiązania techniczne oraz oczekiwania sformułowane przez Zamawiającego, analizie poddano następujące warianty inwestycyjne:

1. Wariant I - wymiana opraw „jeden do jeden” na oprawy typu LED;
2. Wariant II – wymiana opraw na oprawy typu LED wraz z zagęszczeniem punktów świetlnych celem uzyskania zgodności z normą oświetleniową;
3. Wariant III – budowa nowej infrastruktury oświetleniowej;
4. Wariant IV – budowa nowej infrastruktury oświetleniowej w oparciu o systemy autonomicznych opraw zasilanych energią słoneczną;

Wspólnym elementem wszystkich wariantów jest specyfikacja techniczna opraw dla której przyjęto następujące wartości progowe:

- Wydajność świetlna oprawy powinna być nie mniejsza niż 90 lm z 1W po uwzględnieniu strat w układzie optycznym oraz zasilaniu.
- Temperatura barwowa światła oprawy powinna być przyjazna dla odbiorców i mieścić się w przedziale 3400 - 4000 K.
- Oprawa musi posiadać możliwość dopasowania poboru mocy oraz strumienia świetlnego do indywidualnych wymagań zamawiającego poprzez zasilacz lampowy
- Układ optyczny winien być wykonany z odpornego na warunki atmosferyczne poliwęglanu lub szkła.
- Współczynnik odporności oprawy na uderzenia powinien być nie mniejszy niż IK 08.
- Stopień ochrony modułu optycznego co najmniej IP66.
- Elementy opraw służące do łączenia poszczególnych części oprawy, które narażone są na bezpośrednie działanie warunków atmosferycznych muszą być wykonane z elementów nierdzewnych.
- Zastosowana oprawa musi posiadać certyfikat bezpieczeństwa CE wydany lub potwierdzony na terenie Unii Europejskiej
- Trwałość diodowych źródeł światła powinna wynosić nie mniej niż 50 000 h. W gwarantowanym okresie trwałości strumienia świetlnego nie może być niższa niż 85% strumienia pierwotnego.
- Na potwierdzenie trwałości należy przedstawić raport określający utrzymanie (lub zmiany) strumienia świetlnego systemu o danej liczbie diod.
- Konstrukcja oprawy powinna zapewniać łatwą wymianę modułów LED oraz układów zasilających w razie awarii.
- Gwarancja oprawy powinna wynosić minimum 10 lat.

Z uwagi na wysoki dodatkowy koszt inwestycji nie zakłada się zastosowanie tzw. inteligentnych systemów sterowania, których funkcjonalności mogą być pełniej wykorzystane na dużych obszarach miejskich, natomiast przewidziano zastosowanie wyczytywanych na etapie produkcji profili redukcji mocy zapewniających dodatkową oszczędność energii na poziomie 20%.

W ramach obliczeń i kalkulacji dokonywanych w audycie oparto się o rozwiązania techniczne firmy Philips oraz Schreder, natomiast w wariantcie IV – systemach autonomicznych firmy Wichary Technic. Zastosowanych opraw nie należy rekomendować jako sztywnej rekomendacji, ale jedynie przykładu pokazującego koszty i rezultaty modernizacji systemu. Nie istnieje bowiem model lub typ lampy idealnej. Dokonując obliczeń fotometrycznych w programie DiaLUX, doboru mocy opraw, bądź kalkulacji kosztorysowych konieczne jest każdorazowe oparcie się na konkretnym przykładowym produkcie. Stąd też mając na względzie ewentualny proces wyboru podmiotu realizującego modernizację oświetlenia oparty o prawo zamówień publicznych należy zauważyć, że jeżeli dokumentacja projektowa lub specyfikacja techniczna wykonania i odbioru robót wskazywałaby w odniesieniu do niektórych materiałów i urządzeń znaki towarowe lub pochodzenie Zamawiający, zgodnie z art. 29 ust. 3 ustawy prawo zamówień publicznych, dopuszcza składanie „produktów” równoważnych. Wszelkie „produkty” pochodzące od konkretnych producentów, określają minimalne parametry jakościowe i cechy użytkowe, jakim muszą odpowiadać towary, aby spełnić wymagania stawiane przez Zamawiającego i stanowią wyłącznie wzorzec jakościowy przedmiotu zamówienia. Poprzez zapis dot. minimalnych wymagań parametrów jakościowych, Zamawiający rozumie wymagania towarów zawarte w ogólnie dostępnych źródłach, katalogach, stronach internetowych producentów. Operowanie przykładowymi nazwami producenta, ma jedynie na celu doprecyzowanie poziomu oczekiwań Zamawiającego w stosunku do określonego rozwiązania. Tak więc posługiwanie się nazwami producentów / produktów / ma wyłącznie charakter przykładowy.

Dalsza analiza wymaga również wskazania stanu wyjściowego w zakresie kosztów ponoszonych w związku z utrzymaniem infrastruktury oświetleniowej.

Na dzień dzisiejszy, nominalne zużycie energii (a więc obliczone na podstawie nominalnej mocy opraw o znormalizowanego – uśrednionego czasu świecenia) w systemie wynosi 436,181 MWh/rok

TABELA 8 TABELA ZUŻYCIA ENERGII - STAN AKTUALNY

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie energii kWh
70	56	4024	15 774,08
125	273	4024	137 319,00
150	124	4024	74 846,40
250	207	4024	208 242,00
SUMA			<b>436 181,48</b>

Co przekłada się na nominalny koszt energii elektrycznej wraz ze wszystkimi składnikami wynoszący **196 281,67 zł na rok** oraz wysokość opłat za moc zamówioną wynoszącą **4 298,28 zł**.

#### 4.1. Wariant I

Realizacja modernizacji w wariantcie I to inwestycja o najniższym koszcie realizacji, w ramach której dokonywana jest jedynie wymiana opraw na oprawy typu LED w układzie jeden do jeden wraz z wysięgnikami (z uwagi na ich stan techniczny). Wariant ten tak jak i pozostałe nie przewiduje wymiany 10 opraw parkowych znajdujących się w otoczeniu budynku Urzędu Gminy oraz 3 opraw co do których nie udało się ustalić własności. W wariantcie planuje się zastosowanie opraw czterech mocy: 63, 116, 140 i 186 watów dobranych tak aby w jak największym stopniu zapewnić zgodność stanu poinwestycyjnego z wymogami normy oświetleniowej.

TABELA 9 ZESTAWIENIE KOSZTÓW INWESTYCYJNYCH – WARIANT I

Zestawienie wariant I			II. Opraw	II. Opraw do modernizacji	Moce opraw [W]				Łączny koszt [zł]
LP	Lokalizacja	Własność			63	116	140	186	
1	Borowa II	Tauron	6	6		6			10 076,76 zł
2	Borowa II ZK 779	Tauron	10	10				10	18 794,60 zł
3	Borowa III	Tauron	9	9		9			15 115,14 zł
4	Borowa III SO	Tauron	3	3			3		5 338,38 zł
5	Golczewo	Tauron	10	10				10	18 794,60 zł
6	Izbiska Duze	Tauron	9	9	9				14 215,14 zł
7	Izbiska Duze II	Gmina	22	22			22		39 148,12 zł
8	Izbiska Male	Tauron	14	14				14	26 312,44 zł

Audyt efektywności energetycznej oświetlenia – gmina Miedźno

9	Izbiska Male II	Tauron	9	9	9				14 215,14 zł
10	Izbiska Szkoła	Tauron	8	8	8				12 635,68 zł
11	Kolaczkowice Betoniarnia	Tauron	6	6		6			10 076,76 zł
12	Kolaczkowice Duze I	Tauron	15	15			15		28 191,90 zł
13	Kolaczkowice Duze II	Tauron	17	17		17			28 550,82 zł
14	Kolaczkowice Male	Tauron	11	11		11			18 474,06 zł
15	Kolaczkowice Wiktorow	Tauron	12	12		12			20 153,52 zł
16	Mazowki	Tauron	8	8		8			13 435,68 zł
17	Miedźno I	Tauron	26	26	26				41 065,96 zł
18	Miedźno II	Tauron	12	12		12			20 153,52 zł
19	Miedźno III	Tauron	16	16		16			26 871,36 zł
20	Miedźno IV	Tauron	24	24		24			40 307,04 zł
21	Miedźno IX	Tauron	12	12			12		22 553,52 zł
22	Miedźno MO	Tauron	39	39		39			65 498,94 zł
23	Miedźno VI	Tauron	21	21		21			35 268,66 zł
24	Miedźno VII	Tauron	18	18			18		32 030,28 zł
25	Miedźno VIII	Tauron	8	8			8		14 235,68 zł
26	Miedźno X	Tauron	15	15		15			25 191,90 zł
27	Miedźno XI	Tauron	9	9			9		16 015,14 zł
28	Mokra I	Tauron	15	15		15			25 191,90 zł
29	Mokra II	Tauron	8	8		8			13 435,68 zł
30	Mokra III	Tauron	23	23		23			38 627,58 zł
31	Mokra IV	Tauron	6	6		6			10 076,76 zł
32	Nowy Folwark	Tauron	6	6			6		10 676,76 zł
33	Ostrowy I	Tauron	39	39		39			65 498,94 zł
34	Ostrowy II	Tauron	33	33		33			55 422,18 zł
35	Ostrowy III	Tauron	15	15			15		28 191,90 zł
36	Ostrowy IV	Tauron	39	39			39		73 298,94 zł
37	Ostrowy V	Tauron	4	4			4		7 117,84 zł
38	Rywaczki	Tauron	18	18			18		33 830,28 zł
39	Wapiennik Golczewo	Tauron	20	20			20		37 589,20 zł
40	Władysławow I	Tauron	22	22			22		39 148,12 zł
41	Władysławow II	Tauron	10	10			10		17 794,60 zł
42	Władysławow III	Tauron	17	17		17			28 550,82 zł
43	Mokra V	Tauron	8	8		8			13 435,68 zł
44	Mokra VI	Tauron	8	8		8			13 435,68 zł
45	Mokra PKP	PKP	6	6		6			10 076,76 zł
			<b>SUMA</b>	<b>666</b>	<b>52</b>	<b>359</b>	<b>102</b>	<b>153</b>	<b>1 154 120,36 zł</b>

Koszt inwestycyjny to **1 154 120,36 zł**. Powiększony o koszty ewentualnych prac projektowych (założonych na poziomie 10% kosztu inwestycyjnego), koszt łączny modernizacji to **1 269 532,40 zł**.



TABELA 10 ŁĄCZNE KOSZTY INWESTYCYJNE - WARIANT I

Łączne koszty inwestycyjne	
Pozycja	Kwota
<b>Nakłady inwestycyjne</b>	1 154 120,36
Koszty prac projektowych	10%
Łączne koszty inwestycyjne	1 269 532,40 zł

Ponieważ zmniejszenie mocy opraw prowadzić będzie do zmniejszenia zużycia energii, w wyniku realizacji wariantu I planowane jest osiągnięcie oszczędności na poziomie **70 096,51 zł** rocznie.

TABELA 11 TABELA OSZCZĘDNOŚCI - WARIANT I

SUMARYCZNE KOSZTY ENERGII EL.		
STAN	Koszt energii	Koszt taryf szafy
	[zł]	[zł]
Przed modernizacją	196 281,67	4 298,28 zł
Po modernizacji	126 984,89	3 498,55 zł

<b>RÓŻNICA</b>	<b>69 296,78</b>	<b>799,73 zł</b>	70 096,51 zł
----------------	------------------	------------------	--------------

Z uwagi na stosunkowo niski koszt inwestycyjny, wariant ten cechuje się okresem zwrotu wynoszącym 18 lat, co oznacza, że już przy otrzymaniu nawet niewielkiego wsparcia w formie dotacji bezzwrotnej inwestycja osiąga akceptowalny okres zwrotu.

TABELA 12 TABELA OKRESU ZWROTU INWESTYCJI - WARIANT I

Prosty okres zwrotu	18,11
Okres zwrotu z dofinansowaniem 60%	7,24
Okres zwrotu z dofinansowaniem 85%	2,72

## 4.2. Wariant II

Realizacja inwestycji w wariantcie II, to inwestycja prowadząca do maksymalnej poprawy komfortu oświetlenia ulicznego odczuwanego przez użytkowników dróg przy wykorzystaniu już istniejącej infrastruktury. Co oznacza, że w istniejących lokalizacjach punktów świetlnych wymienione zostaną oprawy razem z wysięgnikami na oprawy typu LED, a na ciągach niespełniających wymogów normy oświetleniowej dowieszono zostaną dodatkowe oprawy tak aby zapewnić równomierny i komfortowy poziom luminacji. W pojedynczych przypadkach będzie się to również wiązało z dostawieniem dodatkowych słupów oświetleniowych. Mimo znacznie większej ilości punktów, ich zagęszczenie pozwoli osiągnąć zadane parametry przy wykorzystaniu opraw mniejszej mocy, a więc tańszych rozwiązań, niż te które przewidziano w wariantcie I.

Ilość dodatkowych opraw (łącznie 594) w poszczególnych obwodach prezentuje tabela zamieszczona poniżej.

TABELA 13 ZESTAWIENIE DODATKOWYCH OPRAW - WARIANT II

LP	Lokalizacja	Własność	Il. Opraw do dowieszenia	Il. Słupów do postawienia	Il. Wysięgników do powieszenia
1	Borowa II S-7	Tauron	0		
2	Borowa II ZK 779 S-7 SO	Tauron	14		
3	Borowa III S-5	Tauron	2		
4	Borowa III S-5 SO	Tauron	7		
5	Golczewo S-24	Tauron	5		
6	Izbiska Duze S-209	Tauron	14	4	4
7	Izbiska Duze II S-749	Gmina	0		
8	Izbiska Male S-208	Tauron	17	4	4
9	Izbiska Male II S-455	Tauron	8		
10	Izbiska Szkoła S-553	Tauron	5		
11	Kolaczkowice Betoniarnia S-456	Tauron	4		
12	Kolaczkowice Duze I S-134	Tauron	20		
13	Kolaczkowice Duze II S-264	Tauron	15		
14	Kolaczkowice Male S-135	Tauron	8		
15	Kolaczkowice Wiktorow S-263	Tauron	14		
16	Mazowki S-63	Tauron	14		
17	Miedźno I S-144	Tauron	15		
18	Miedźno II S-380	Tauron	5		
19	Miedźno III S-381	Tauron	15		
20	Miedźno IV S-136	Tauron	21		
21	Miedźno IX S-213	Tauron	23		
22	Miedźno MO S-387	Tauron	22		
23	Miedźno VI S-212	Tauron	21		
24	Miedźno VII S-382	Tauron	19		
25	Miedźno VIII S-383	Tauron	7		
26	Miedźno X S-384	Tauron	18		
27	Miedźno XI S-385	Tauron	22		
28	Mokra I S-138	Tauron	8		
29	Mokra II S-139	Tauron	9		
30	Mokra III S-389	Tauron	19		
31	Mokra IV S-390	Tauron	9		
32	Nowy Folwark S-633	Tauron	2		
33	Ostrowy I S-177	Tauron	23		
34	Ostrowy I S-177 SON	Tauron	15		
35	Ostrowy II S-182	Tauron	32		
36	Ostrowy III S-356	Tauron	16		
37	Ostrowy IV S-357	Tauron	26		
38	Ostrowy V S-718	Tauron	16		
39	Rywaczki S-100	Tauron	8		

40	Wapiennik Golczewo S-140	Tauron	17		
41	Władysławow I S-199	Tauron	11		
42	Władysławow II S-420	Tauron	10		
43	Władysławow III S-421	Tauron	12		
44	Mokra V S-391	Tauron	11		
45	Mokra VI S-392	Tauron	11		
46	nowe (Mokra Częstochowska)		4		
<b>SUMA</b>			<b>594</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Koszt inwestycyjny to **1 795 312,20 zł**. Powiększony o koszty ewentualnych prac projektowych (założonych na poziomie 10% kosztu inwestycyjnego), koszt łączny modernizacji to **1 974 843,42 zł**.

TABELA 14 ŁĄCZNE KOSZTY INWESTYCYJNE - WARIANT II

Łączne koszty inwestycyjne	
Pozycja	Kwota
Nakłady inwestycyjne	1 795 312,20
Koszty prac projektowych	10%
Łączne koszty inwestycyjne	1 974 843,42 zł

Ponieważ zmniejszenie mocy opraw mimo wzrostu ich łącznej ilości, prowadzi do sumarycznego zmniejszenia zużycia energii, w wyniku realizacji wariantu II planowane jest osiągnięcie oszczędności na poziomie **86 939,83 zł** rocznie.

TABELA 15 TABELA OSZCZĘDNOŚCI - WARIANT II

SUMARYCZNE KOSZTY ENERGII EL.		
STAN	Koszt energii	Koszt taryf szafy
	[zł]	[zł]
Przed modernizacją	196 281,67	4 298,28 zł
Po modernizacji	110 545,72	3 094,40 zł
<b>RÓŻNICA</b>	<b>85 735,95</b>	<b>1 203,88 zł</b>
		86 939,83 zł

Z uwagi na większe niż w wariantcie II koszty inwestycyjne, wariant ten cechuje się okresem zwrotu wynoszącym prawie 23 lata, jednakże w dalszym ciągu przy otrzymaniu wsparcia w formie dotacji bezzwrotnej inwestycja osiąga akceptowalny okres zwrotu.

TABELA 16 TABELA OKRESU ZWROTU INWESTYCJI - WARIANT II

Prosty okres zwrotu	22,72
Okres zwrotu z dofinansowaniem 60%	9,09
Okres zwrotu z dofinansowaniem 85%	3,41

### 4.3. Wariant III

Ponieważ kluczowym wyzwaniem z perspektywy Zamawiającego przy planowanej inwestycji jest uregulowanie spraw własnościowych i uzyskanie takiego tytułu do infrastruktury oświetleniowej, który pozwoli dokonywać na niej działań inwestycyjnych, pierwsze dwa warianty zakładały pozytywne zakończenie tego procesu poprzez przejście na własność bądź wdzierżawienie już istniejącej infrastruktury. W przypadku fiaska negocjacji z jej obecnym dysponentem tj. Spółką Tauron Dystrybucja należy również rozważyć scenariusz likwidacji całej istniejącej sieci oświetleniowej i tworzenie od nowa własnej infrastruktury o parametrach pozwalających na spełnienie wymogów stawianych przez normę oświetleniową. Podobnie jak w wariantcie II oznacza to zwiększenie ilości zamocowanych opraw, aczkolwiek o mniejszej mocy niż w wariantcie I.

Rezultaty inwestycji prowadzonej w wariantcie III prezentuje tabela zamieszczona poniżej.

TABELA 17 STAN INFRASTRUKTURY PO MODERNIZACJI - WARIANT III

Lokalizacja	Własność	Il. Słupów [szt.]	długość okablowania [km]	Philips BGS213 40W	Philips BGP303 60W	Philips BGS214 100W
Borowa II	Tauron Dystrybucja S.A.	13	0,65	13		
Borowa II ZK 779	Tauron Dystrybucja S.A.	8	0,4	8		
Borowa III	Tauron Dystrybucja S.A.	5	0,25	5		
Borowa III SO	Tauron Dystrybucja S.A.	9	0,45	9		
Golczewo	Tauron Dystrybucja S.A.	27	1,35		21	6
Izbiska Duze	Tauron Dystrybucja S.A.	14	0,7	12	2	
Izbiska Duze II	Gmina Miedźno	18	0,9			18
Izbiska Male	Tauron Dystrybucja S.A.	20	1		20	
Izbiska Male II	Tauron Dystrybucja S.A.	14	0,7	14		
Izbiska Szkoła	Tauron Dystrybucja S.A.	11	0,55	11		
Kolczkowice Betoniarnia	Tauron Dystrybucja S.A.	8	0,4		8	
Kolczkowice Duze I	Tauron Dystrybucja S.A.	28	1,4		28	
Kolczkowice Duze II	Tauron Dystrybucja S.A.	26	1,3		26	
Kolczkowice Male	Tauron Dystrybucja S.A.	16	0,8		16	
Kolczkowice Wiktorow	Tauron Dystrybucja S.A.	21	1,05		21	
Mazowki	Tauron Dystrybucja S.A.	16	0,8		16	
Miedźno I	Tauron Dystrybucja S.A.	33	1,65		5	28
Miedźno II	Tauron Dystrybucja S.A.	14	0,7			14
Miedźno III	Tauron Dystrybucja S.A.	25	1,25	12	13	

Miedźno IV	Tauron Dystrybucja S.A.	34	1,7	3	31	
Miedźno IX	Tauron Dystrybucja S.A.	23	1,15		23	
Miedźno MO	Tauron Dystrybucja S.A.	48	2,4	12	30	8
Miedźno VI	Tauron Dystrybucja S.A.	36	1,8	14	22	
Miedźno VII	Tauron Dystrybucja S.A.	28	1,4		8	20
Miedźno VIII	Tauron Dystrybucja S.A.	12	0,6			12
Miedźno X	Tauron Dystrybucja S.A.	27	1,35		27	
Miedźno XI	Tauron Dystrybucja S.A.	20	1			20
Mokra I	Tauron Dystrybucja S.A.	19	0,95		19	
Mokra II	Tauron Dystrybucja S.A.	14	0,7		14	
Mokra III	Tauron Dystrybucja S.A.	34	1,7		16	18
Mokra IV	Tauron Dystrybucja S.A.	12	0,6		12	
Nowy Folwark	Tauron Dystrybucja S.A.	7	0,35			7
Ostrowy I	Tauron Dystrybucja S.A.	34	1,7	16	18	
Ostrowy II	Tauron Dystrybucja S.A.	45	2,25	34	11	
Ostrowy III	Tauron Dystrybucja S.A.	24	1,2	14	10	
Ostrowy IV	Tauron Dystrybucja S.A.	47	2,35	19	16	12
Ostrowy V	Tauron Dystrybucja S.A.	16	0,8		16	
Rywaczki	Tauron Dystrybucja S.A.	21	1,05		21	
Wapiennik Golczewo	Tauron Dystrybucja S.A.	28	1,4			28
Władysławów I	Tauron Dystrybucja S.A.	29	1,45	11	18	
Władysławów II	Tauron Dystrybucja S.A.	16	0,8		16	
Władysławów III	Tauron Dystrybucja S.A.	23	1,15		23	
Mokra V	Tauron Dystrybucja S.A.	16	0,8	16		
Mokra VI	Tauron Dystrybucja S.A.	16	0,8	16		
<b>SUMA</b>		<b>1421</b>	<b>71,05</b>	<b>459</b>	<b>823</b>	<b>139</b>

Koszt inwestycyjny to **3 933 313,43 zł**. Powiększony o koszty ewentualnych prac projektowych (założonych na poziomie 10% kosztu inwestycyjnego), koszt łączny modernizacji to **4 326 644,77 zł** i obejmuje on budowę nowych słupów, prowadzenie okablowania oraz montaż opraw wraz z wysięgnikami.

Ponieważ istniejąca infrastruktura praktycznie w całości należy do Tauron Dystrybucja, założono, iż koszty jej likwidacji poniesie obecny właściciel.

TABELA 18 ŁĄCZNE KOSZTY INWESTYCYJNE - WARIANT III

Łączne koszty inwestycyjne	
Pozycja	Kwota
<b>Nakłady inwestycyjne</b>	3 933 313,43
Koszty prac projektowych	10%
Łączne koszty inwestycyjne	4 326 644,77 zł

Ponieważ zmniejszenie mocy opraw mimo wzrostu ich łącznej ilości, prowadzi do sumarycznego zmniejszenia zużycia energii, w wyniku realizacji wariantu III planowane jest osiągnięcie oszczędności na poziomie **57 033,33 zł** rocznie.

TABELA 19 TABELA OSZCZĘDNOŚCI - WARIANT III

SUMARYCZNE KOSZTY ENERGII EL.			
STAN	Koszt energii	Koszt taryf szafy	
	[zł]	[zł]	
Przed modernizacją	196 281,67	4 298,28 zł	
Po modernizacji	141 184,45	2 362,16 zł	
<b>RÓŻNICA</b>	<b>55 097,21</b>	<b>1 936,12 zł</b>	<b>57 033,33 zł</b>

Z uwagi na większe niż w wariantcie II koszty inwestycyjne, wariant ten cechuje się okresem zwrotu przekraczającym żywotność infrastruktury, jednakże to nie czynnik ekonomiczny, a przede wszystkim uwarunkowania prawne i ewentualne powodzenie bądź fiasko przejęcia infrastruktury decydować będą o tym czy wariant ten będzie miał charakter realnej alternatywy.

TABELA 20 TABELA OKRESU ZWROTU INWESTYCJI - WARIANT III

Prosty okres zwrotu	75,86
Okres zwrotu z dofinansowaniem 60%	30,34
Okres zwrotu z dofinansowaniem 85%	11,38

#### 4.4. Wariant IV

Realizacja modernizacji w wariantcie IV opiera się na następujących założeniach:

1. Całkowity demontaż i ponowne odtworzenie siatki punktów świetlnych
2. Zastosowanie systemów autonomicznych, które nie będą wymagały inwestycji infrastrukturalnych (prowadzenia kabli zasilających i budowy szaf oświetleniowych).

W związku z powyższym założono iż optymalnym rozwiązaniem będzie zastosowanie lamp hybrydowych wykorzystujących energię słoneczną poprzez mikroinstalację fotowoltaiczną oraz energię wiatru poprzez mikrowiatrak zainstalowany - oba generatory zainstalowano

na szczycie słupa oświetleniowego. Rozwiązanie to chociaż o 50% droższe od lamp opartych wyłącznie o zasilanie fotowoltaiczne znacząco powinno podnieść komfort i pewność użytkowania zamontowanych systemów zwłaszcza w okresach zimowych, w których ilość godzin słoneczna jest znacząco mniejsza niż ilość godzin świecenia oprawy, a dodatkowo śnieg i lód mogący osadzać się na panelach okresowo może prowadzić do całkowitego wyłączenia części fotowoltaicznej lampy. Tym samym wiatrak stanowiłby zabezpieczenie przed całkowitym rozładowaniem akumulatora i wyłączeniem lampy.

Ponieważ istniejąca infrastruktura praktycznie w całości należy do Tauron Dystrybucja, podobnie jak w wariancie III założono, iż koszty jej likwidacji poniesie właściciel. Tym samym inwestycja w wariancie tym w poszczególnych obwodach przedstawia się następująco:

TABELA 21 ZESTAWIENIE KOSZTÓW INWESTYCYJNYCH - WARIANT IV

Zestawienie finansowe wariant IV		Właśność	II. Opraw [szt]	II. Opraw do modernizacji [szt]	Koszty montażu lampy hybrydowej Czapla				Łącznie koszt [zł]
LP	Lokalizacja				robocizna [zł]	materiały** [zł]	sprzęt [zł]	całkowity koszt lampy [zł]	
1	Borowa II	Tauron	15	15	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	215 721,75 zł
2	Borowa II ZK 779	Tauron	18	18	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	258 866,10 zł
3	Borowa III	Tauron	66	66	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	949 175,70 zł
4	Borowa III SO	Tauron	19	19	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	273 247,55 zł
5	Golczewo	Tauron	32	32	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	460 206,40 zł
6	Izbiska Duze	Tauron	17	17	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	244 484,65 zł
7	Izbiska Duze II	Gmina	18	18	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	258 866,10 zł
8	Izbiska Male	Tauron	25	25	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	359 536,25 zł
9	Izbiska Male II	Tauron	14	14	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	201 340,30 zł
10	Izbiska Szkola	Tauron	13	13	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	186 958,85 zł
11	Kolaczkowice Betoniarnia	Tauron	11	11	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	158 195,95 zł
12	Kolaczkowice Duze I	Tauron	28	28	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	402 680,60 zł
13	Kolaczkowice Duze II	Tauron	26	26	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	373 917,70 zł
14	Kolaczkowice Male	Tauron	14	14	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	201 340,30 zł
15	Kolaczkowice Wiktorow	Tauron	19	19	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	273 247,55 zł
16	Mazowki	Tauron	30	30	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	431 443,50 zł
17	Miedźno I	Tauron	32	32	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	460 206,40 zł
18	Miedźno II	Tauron	17	17	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	244 484,65 zł
19	Miedźno III	Tauron	25	25	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	359 536,25 zł

Audyt efektywności energetycznej oświetlenia – gmina Miedźno

20	Miedźno IV	Tauron	58	58	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	834 124,10 zł
21	Miedźno IX	Tauron	28	28	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	402 680,60 zł
22	Miedźno MO	Tauron	49	49	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	704 691,05 zł
23	Miedźno VI	Tauron	72	72	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	1 035 464,40 zł
24	Miedźno VII	Tauron	34	34	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	488 969,30 zł
25	Miedźno VIII	Tauron	10	10	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	143 814,50 zł
26	Miedźno X	Tauron	27	27	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	388 299,15 zł
27	Miedźno XI	Tauron	20	20	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	287 629,00 zł
28	Mokra I	Tauron	17	17	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	244 484,65 zł
29	Mokra II	Tauron	16	16	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	230 103,20 zł
30	Mokra III	Tauron	37	37	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	532 113,65 zł
31	Mokra IV	Tauron	12	12	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	172 577,40 zł
32	Nowy Folwark	Tauron	7	7	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	100 670,15 zł
33	Ostrowy I	Tauron	89	89	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	1 279 949,05 zł
34	Ostrowy II	Tauron	138	138	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	1 984 640,10 zł
35	Ostrowy III	Tauron	23	23	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	330 773,35 zł
36	Ostrowy IV	Tauron	91	91	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	1 308 711,95 zł
37	Ostrowy V	Tauron	86	86	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	1 236 804,70 zł
38	Rywaczki	Tauron	24	24	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	345 154,80 zł
39	Wapiennik Golczewo	Tauron	20	20	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	287 629,00 zł
40	Władysławow I	Tauron	25	25	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	359 536,25 zł
41	Władysławow II	Tauron	20	20	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	287 629,00 zł
42	Władysławow III	Tauron	29	29	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	417 062,05 zł
43	Mokra V	Tauron	17	17	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	244 484,65 zł
44	Mokra VI	Tauron	33	33	74,55 zł	292,90 zł	14,00 zł	14 000,00 zł	474 587,85 zł
<b>SUMA</b>			<b>1421</b>	<b>1421</b>	<b>SUMA</b>			<b>20 436 040,45 zł</b>	

Wariant ten zakłada identyczne rozmieszczenie punktów świetlnych jak w przypadku wariantu III.

Po stronie kosztów wykazano:

- Koszty robocizny
- Materiałów umożliwiających osadzenie słupa – fundament
- Koszty sprzętu
- Całkowity koszt lampy (oprawa, słup, generatory energii, akumulatory)



Koszt inwestycyjny to **20 436 040,45 zł**. Powiększony o koszty ewentualnych prac projektowych (założonych na poziomie 10% kosztu inwestycyjnego), koszt łączny modernizacji to **22 479 644,50 zł**.

TABELA 22 ŁĄCZNE KOSZTY INWESTYCYJNE - WARIANT IV

Łączne koszty inwestycyjne	
Pozycja	Kwota
Nakłady inwestycyjne	20 436 040,45
Koszty prac projektowych	10%
Łączne koszty inwestycyjne	22 479 644,50 zł

Ponieważ lampy w systemie autonomicznym nie są podłączone do sieci elektroenergetycznej zużycie energii oraz zapotrzebowanie na moc umowną spada do zera. Tym samym w wariantcie tym osiąga się najwyższy efekt oszczędnościowy.

TABELA 23 TABELA ZUŻYCIA ENERGII - WARIANT IV

MOC OPRAWY	ILOŚĆ	CZAS ŚWIECENIA	Zużycie energii kWh
56	957	4024	-

TABELA 24 TABELA OSZCZĘDNOŚCI - WARIANT IV

SUMARYCZNE KOSZTY ENERGII EL.		
STAN	Koszt energii [zł]	Koszt taryf szafy [zł]
Przed modernizacją	196 281,67	4 298,28 zł
Po modernizacji	-	0,00 zł

<b>RÓŻNICA</b>	<b>196 281,67</b>	<b>4 298,28 zł</b>	200 579,95 zł
----------------	-------------------	--------------------	---------------

Mimo wyeliminowania kosztów energii i opłat za moc zamówioną, prosty okres zwrotu znacząco przekracza zakładaną żywotność instalacji (12 lat), tym samym realizacja ww. wariantu mogłaby być rozważana jedynie przy uzyskaniu dotacji bezzwrotnej w wysokości 85% kosztów inwestycyjnych co pozwoliłoby obniżyć okres zwrotu inwestycji do mniej niż 12 lat.

TABELA 25 TABELA OKRESU ZWROTU INWESTYCJI - WARIANT IV

Prosty okres zwrotu	112,07
Okres zwrotu z dofinansowaniem 60%	44,83
Okres zwrotu z dofinansowaniem 85%	16,81

#### 4.5. Rekomendacja wariantu optymalnego

Z przedstawionych wyżej wariantów w stosunku do każdego z nich można wskazać kluczowe zalety jak i wady, czego dokonano na bazie zaprezentowanej niżej matrycy

	+	-
<b>Wariant I</b>	<p>Niski koszt inwestycyjny, Łatwość procesu inwestycyjnego (niewymagane pozwolenie na budowę), najkrótszy okres zwrotu</p> <p>Możliwość dofinansowania ze źródeł zewnętrznych</p>	<p>Najmniejszy efekt oszczędnościowy inwestycji</p> <p>Konieczność zastosowania droższych opraw wysokich mocy</p>
<b>Wariant II</b>	<p>Podniesienie komfortu użytkowania oświetlenia ulicznego (większa równomierność luminacji)</p> <p>Możliwość częściowego dofinansowania inwestycji ze źródeł zewnętrznych (w części w jakiej wymieniane są oprawy)</p> <p>Nowa infrastruktura staje się własnością gminy</p>	<p>Konieczność uzyskania pozwolenia na budowę,</p> <p>Wysoki koszt inwestycyjny,</p>
<b>Wariant III</b>	<p>Całkowite przejście na własną infrastrukturę oświetleniową,</p> <p>Możliwość wytyczenia nowej geometrii sieci pozwalającej na spełnienie wymogów normy oświetleniowej.</p> <p>Podniesienie komfortu użytkowania oświetlenia ulicznego (większa równomierność luminacji)</p>	<p>Konieczność uzyskania pozwolenia na budowę,</p> <p>Wysoki koszt inwestycyjny,</p> <p>Brak wsparcia ze źródeł zewnętrznych dla wydatków w zakresie budowy nowych punktów świetlnych, może oznaczać, iż cała inwestycja w tym wariantcie będzie musiała być realizowana ze środków własnych</p>
<b>Wariant IV</b>	<p>Całkowite wyeliminowanie kosztów energii,</p> <p>Pozytywny wpływ na wizerunek gminy – oświetlenie zasilane w 100 %</p>	<p>Najdłuższy okres zwrotu,</p> <p>Konieczność uzyskania pozwolenia na budowę,</p> <p>Najwyższy koszt</p>

	energią ze źródeł odnawialnych, Uniezależnienie się od cen energii, Możliwość dofinansowania ze źródeł zewnętrznych	inwestycyjny, Konieczność zastosowania akumulatorów do magazynowania energii, których trwałość może stanowić najsłabsze i najmniej trwałe ogniwo inwestycji,
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tym samym wskazanie wariantu optymalnego nie jest jednoznacznie możliwe stąd też rekomenduje się następujące rozwiązania:

1. W przypadku ubiegania się o dofinansowanie zewnętrzne (np. poprzez Regionalny Program Operacyjny) realizować inwestycję w wariantcie II – wymianę opraw istniejących realizować z pozyskanych środków, natomiast proces zagęszczania punktów świetlnych – sukcesywnie ze środków własnych i oszczędności osiągniętych w wyniku wymiany wcześniejszych opraw
2. W sytuacji braku nawiązania porozumienia z aktualnym dysponentem sieci oświetleniowej realizować inwestycję w wariantcie III. Z uwagi na niemożność dofinansowania budowy nowych punktów świetlnych ze środków zewnętrznych (według informacji i regulaminów posiadanych na dzień opracowania niniejszego raportu) inwestycja powinna być realizowana etapowo, kolejnymi obwodami.
3. W sytuacji uruchomienia programów dofinansowań dla inwestycji w odnawialne źródła energii należy rozważyć możliwość realizacji inwestycji w wariantcie IV. Mimo najwyższego kosztu inwestycyjnego, w przypadku pozyskania dotacji bezzwrotnej na poziomie 85% wariant ten staje się realną alternatywą dla budowy sieci oświetleniowej ze środków własnych, przewidzianej w wariantcie III.

Porównanie rezultatów realizacji inwestycji w poszczególnych wariantach w formie syntetycznej prezentuje tabela zamieszczona poniżej

TABELA 26 TABELA WYNIKÓW MODERNIZACJI - ZESTAWIENIE WARIANTÓW

Rezultaty modernizacji łącznie - wariant I	
Redukcja mocy (kW)	54,97
<b>Redukcja zużycia (kWh)</b>	<b>153 992,85</b>
<b>Redukcja kosztów (zł)</b>	<b>70 096,51</b>
Redukcja zużycia [%]	35%
Redukcja emisji [MgCO <sub>2</sub> ]	137,05
Redukcja emisji [%]	35%

<b>Rezultaty modernizacji łącznie - wariant II</b>	
Redukcja mocy (kW)	66,16
<b>Redukcja zużycia (kWh)</b>	<b>190 524,33</b>
<b>Redukcja kosztów (zł)</b>	<b>86 939,83</b>
Redukcja zużycia [%]	44%
Redukcja emisji [MgCO <sub>2</sub> ]	169,57
Redukcja emisji [%]	44%

<b>Rezultaty modernizacji łącznie - wariant III</b>	
Redukcja mocy (kW)	86,43
<b>Redukcja zużycia (kWh)</b>	<b>173 365,99</b>
<b>Redukcja kosztów (zł)</b>	<b>57 033,33</b>
Redukcja zużycia [%]	40%
Redukcja emisji [MgCO <sub>2</sub> ]	154,30
Redukcja emisji [%]	40%

<b>Rezultaty modernizacji łącznie - wariant IV</b>	
Redukcja mocy (kW)	151,83
<b>Redukcja zużycia (kWh)</b>	<b>436 181,48</b>
<b>Redukcja kosztów (zł)</b>	<b>200 579,95</b>
Redukcja zużycia [%]	100%
Redukcja emisji [MgCO <sub>2</sub> ]	388,20
Redukcja emisji [%]	100%

#### 4.6. Pokrycie zapotrzebowania na energię ze źródeł odnawialnych

Niezależnie od realizowanego wariantu głównym kosztem związanym z utrzymaniem infrastruktury oświetleniowej jest zużywania energia elektryczna wraz z opłatami dystrybucyjnymi. W zależności od realizowanego wariantu (za wyjątkiem wariantu czwartego, gdzie lampy autonomiczne nie są przyłączone do sieci elektroenergetycznej) przedstawiają się następująco:

TABELA 27 PORÓWNANIE PROGNOZOWANEGO ZUŻYCIA ENERGII W POSZCZEGÓLNYCH WARIANTACH INWESTYCYJNYCH

Wariant	Zużycie energii [kWh]	Koszt energii [zł/kWh]	Koszt energii łącznie [zł]
Wariant 1	282 188,63	0,45	126 984,89
Wariant 2	245 657,15	0,45	110 545,72
Wariant 3	262 815,49	0,45	118 266,97

Koszt te można dodatkowo zredukować inwestując we własną elektrownię wykorzystującą odnawialne źródła energii. Z uwagi na swoją charakterystykę (bezobsługowość, długa żywotność, przyjazność środowisku – brak hałasu, nieprzyjemnych zapachów, brak

negatywnych wpływów na estetykę krajobrazu) szczególnie rekomendowane byłoby wykorzystanie w tym celu technologii fotowoltaicznej (PV) polegającej na konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Na obszarze południowej i centralnej Polski, efektywność takiej instalacji ocenia się na 950 kWh/1 kW/rok. Co oznacza, że instalacja o mocy 1 kW przez cały kalendarzowy rok swojej pracy średniorocznie powinna wytworzyć 950 kWh. Pokrycie zapotrzebowania na energię elektryczną przez instalację fotowoltaiczną w poszczególnych wariantach prezentuje tabela zamieszczona poniżej.

TABELA 28 REKOMENDACJE MOCY INSTALACJI PV DLA POSZCZEGÓLNYCH WARIANTÓW INWESTYCYJNYCH

Wariant	Zużycie energii [kWh]	Rekomendowana moc instalacji PV (kW)	Koszt instalacji [zł]
Wariant 1	282 188,63	297,04	1 485 203,33
Wariant 2	245 657,15	258,59	1 292 932,38
Wariant 3	262 815,49	276,65	1 383 239,41

Dane w tabeli powyżej wskazują, przy jakiej mocy instalacji wytworzona energia elektryczna powinna w całości pokryć potrzeby oświetleniowe bez nadwyżek oraz łączny koszt instalacji przy założeniu ceny jednostkowej za 1 kW mocy wynoszący 5000 zł brutto co odpowiada aktualnej rynkowej cenie dostarczenia i zamontowania na gruncie kompletnej instalacji fotowoltaicznej.

Przy cenie energii szacowanej aktualnie na 0,45 zł brutto okres zwrotu budowy poszczególnych instalacji wynosi dla każdego z wariantów niecałe 12 lat (przy żywotności instalacji fotowoltaicznej wynoszącej około 20 lat). Rozwiązanie to jest jednak zdecydowanie tańsze niż budowa w pełni autonomicznego systemu scharakteryzowanego w wariantcie czwartym – szczególnie istotną oszczędnością jest brak konieczności stosowania akumulatorów, których wysoki koszt i niska żywotność negatywnie wpływa na opłacalność całej inwestycji. Rozwiązanie to jest również interesujące z perspektywy możliwości pozyskania na ten cel zewnętrznych środków finansowych ze źródeł Regionalnego Programu Operacyjnego. Już przy dofinansowaniu rządu 50% okres zwrotu inwestycji w budowę instalacji PV spada poniżej 6 lat. A więc inwestycja taka byłaby już niezwykle opłacalna.

## 5. Analiza sposobów finansowania inwestycji

Na dzień sporządzania audytu wskazać można następujące możliwości sfinansowania inwestycji poprawiającej efektywność energetyczną infrastruktury oświetleniowej:

- Program priorytetowy SOWA;
- Regionalny Program Operacyjny Województwa Śląskiego 2014-2020;
- Formuła ESCO;

### 5.1. Program priorytetowy SOWA

Program priorytetowy SOWA – energooszczędne oświetlenie uliczne, realizowany był przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w okresie od 1 kwietnia do 30 kwietnia 2013 roku.

Celem programu jest wspieranie realizacji przedsięwzięć poprawiających efektywność energetyczną systemów oświetlenia ulicznego.

Budżet całego programu: 160 mln zł.

Wysokość i warunki dofinansowania:

Dofinansowanie w formie dotacji do 45% kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia;

Dofinansowanie w formie pożyczki do 55% kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia.

- pożyczka może być udzielona na okres nie dłuższy niż 10 lat liczony od daty pierwszej planowanej wypłaty transzy pożyczki;
- przy udzielaniu pożyczki może być stosowana karencja w spłacie rat kapitałowych liczona od daty wypłaty ostatniej transzy pożyczki, lecz nie dłuższa niż 18 miesięcy od daty zakończenia realizacji przedsięwzięcia;
- pożyczka nie podlega umorzeniu.

Warunki udziału w programie:

11. minimalne ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> o 40% w wyniku realizacji przedsięwzięcia;
12. minimalne ograniczenie emisji CO<sub>2</sub> o 250 Mg/rok w wyniku realizacji przedsięwzięcia;
13. maksymalna kwota dotacji 15 mln zł;
14. maksymalna kwota pożyczki 18,3 mln zł;
15. dofinansowanie nie będzie udzielane na przedsięwzięcia, które uzyskały dofinansowanie ze środków NFOŚiGW w ramach innych programów;

16. warunkiem wypłaty środków będzie przedłożenie przez Beneficjenta umowy z wybranym wykonawcą, zawierającą klauzulę o co najmniej 5 letnim okresie gwarancji na oświetlenie wykonane w ramach przedsięwzięcia;
17. zakres modernizacji oświetlenia wskazany we wniosku o dofinansowanie musi wynikać z przeprowadzonego audytu oświetlenia;
18. oświetlenie po modernizacji musi spełniać normę oświetlenia PN-EN 13201;
19. Beneficjentem programu mogą być wyłącznie jednostki samorządu terytorialnego posiadające tytuł prawny do dysponowania infrastrukturą oświetlenia ulicznego w zakresie realizowanego przedsięwzięcia.
20. Dofinansowania nie można udzielić na przedsięwzięcie, które zostało zakończone przed dniem złożenia wniosku o dofinansowanie.

Zakres kwalifikowanych wydatków:

- modernizacja oświetlenia ulicznego (m.in. wymiana: źródeł światła, opraw, zapłonników, kabli zasilających, słupów, montaż nowych punktów świetlnych w ramach modernizowanych ciągów oświetleniowych jeżeli jest to niezbędne do spełnienia normy PN EN 13201),
- montaż urządzeń do inteligentnego sterowania oświetleniem,
- montaż sterowalnych układów redukcji mocy oraz stabilizacji napięcia zasilającego.

## 5.2. Regionalny Program Operacyjny Województwa Śląskiego 2014-2020

Od **września** do **grudnia 2016 r.** przez Urząd Marszałkowski województwa Śląskiego, prowadzony będzie nabór w ramach poddziałania 4.5.2. Niskoemisyjny transport miejski oraz efektywne oświetlenie finansowanego z budżetu Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Śląskiego na lata 2014 - 2020.

-----  
Budżet naboru:

- RIT Południowy **7 500 000 zł**
  - RIT Północny **44 956 776 zł**
  - RIT Zachodni **17 457 212 zł**
- 

Poziom dofinansowania: **do 85%** kosztów kwalifikowanych inwestycji.

-----  
Beneficjenci:

- **jednostki samorządu terytorialnego i ich związki;**
- Spółdzielnie, wspólnoty mieszkaniowe, towarzystwa budownictwa społecznego;
- Podmioty, w których większość udziałów lub akcji posiadają jednostki samorządu terytorialnego.

-----  
W ramach naboru wspierane będą:

- wymiana istniejącego oświetlenia zewnętrznego, w szczególności dróg i placów w gminach na oświetlenie o wyższej efektywności energetycznej;
- elementy związane z zarządzaniem oświetleniem, pod warunkiem, że system zarządzania dodatkowo wpłynie na wzrost efektywności energetycznej projektu;

**W ramach naboru brak będzie możliwości sfinansowania budowy nowej infrastruktury oświetleniowej.**

-----  
Wymagane dokumenty:

- Studium Wykonalności,
- Inwentaryzacja infrastruktury,
- Audyt oświetlenia,

### 5.3. Inwestycja w formule ESCO

W sytuacji w której inwestor samorządowy nie dysponuje środkami na realizację przedsięwzięcia, istnieje możliwość sfinansowania kosztów początkowych inwestycji z oszczędności wygenerowanych dzięki jej realizacji. System ten określany jest jako formuła ESCO (od Energy Saving Company). W ramach tej formuły użytkownik energii nie dysponujący środkami inwestycyjnymi na realizację inwestycji w zamian za sfinansowanie inwestycji, obciążany jest stałą opłatą, stanowiącą część osiągniętych oszczędności. Po okresie spłaty użytkownik przejmuje zmodernizowane obiekty i zarządza nim samodzielnie na własny rachunek.



W ramach systemu ESCO dostawca rozwiązań technicznych może finansować inwestycję ze środków własnych, może też być tylko firmą wykonawczą, która w ramach konsorcjum korzysta ze wsparcia innych podmiotów (np. w zakresie finansowania lub zakupu energii).

W formule ESCO, wyróżnić dwa wzorcowe tryby przeprowadzenia postępowania, zaznaczając jednakże, iż model ESCO jest bardzo elastyczną formą współpracy i może zostać płynnie dostosowany do lokalnych uwarunkowań i oczekiwań inwestora.

W wariantcie podstawowym przedsiębiorstwo ESCO, z własnych środków realizuje inwestycję modernizacji infrastruktury oświetleniowej, a inwestor(gmina) spłaca koszty początkowe z oszczędności uzyskanych w ten sposób w formie miesięcznych rat. Zabezpieczeniem spłaty zmodernizowany majątek. Procentowa wartość spłat względem oszczędności jest kwestią negocjacyjną, przy czym aby zapewnić szybki zwrot kosztów inwestycji, należy założyć w początkowych latach trwania porozumienia konieczność odstąpienia od 75 % do 100 % osiągniętych oszczędności.

W wariantcie kompleksowym, gmina dokonuje tzw. prywatyzacji zadania publicznego, czyli powierza zewnętrznemu przedsiębiorstwu zarządzanie całością infrastruktury oświetleniowej, z zastrzeżeniem iż zarządca musi w wyznaczonym terminie (np. 6 miesięcy od podpisania umowy) dokonać modernizacji infrastruktury w ustalonym umownie zakresie. Procedura wyboru wykonawcy oraz realizacja całego zadania odbywa się w trybie partnerstwa publiczno-prywatnego.

W ramach tego trybu gmina ogłasza zamówienie, w wyniku którego przekaże zarząd nad infrastrukturą oświetleniową – kryterium wyboru zarządzającego będzie cena w przeliczeniu na utrzymanie jednego punktu świetlnego. Cena ta musi obejmować zakup energii elektrycznej, wydatki na konserwację oraz koszt modernizacji infrastruktury. Rozwiązanie to może dać zatem dużo lepsze oszczędności, bo nie tylko wynikające z redukcji zużycia, ale również z wynegocjowania lepszych cen energii, czy większych redukcji kosztów eksploatacji. Zarząd nad infrastrukturą powierzany jest na z góry określony czas, po którym zmodernizowana przez zarządcę infrastruktura staje się własnością gminy.

## Spis Rysunków

Rysunek 1 struktura stanu technicznego opraw .....	12
Rysunek 2 struktura stanu technicznego słupów .....	13
Rysunek 3 stopień świadomości społecznej w odniesieniu do technologii oświetleniowych .....	21
Rysunek 4 rozkład temperatury barwowowjje w odniesieniu do innych źródeł światła .....	24
Rysunek 5 Fotografia przedstawiająca oświetlenie źródłem sodowym (lewa strona, moc 75 W) i oświetleniem typu LED (prawa strona, moc 30W), źródło: <a href="http://www.kp-lighting.com/pl/content/main_pictures/sodavsled.jpg">http://www.kp-lighting.com/pl/content/main_pictures/sodavsled.jpg</a> .....	24

## Spis Tabel

Tabela 1 zestawienie opraw występujących na terenie gminy Miedźno .....	9
Tabela 2 tabela oceny stanu technicznego opraw.....	11
Tabela 3 tabela oceny stanu technicznego słupów.....	13
Tabela 4 zestawienie szaf oświetlenia ulicznego zlokalizowanych na terenie gminy miedźno ....	14
Tabela 5 porównanie oświetlenia ulicznego w stanie pożądanym i z "efektem zebry" .....	18
Tabela 6 stopień transformacji energii elektrycznej dostarczonej do obwodu lampy na promieniowanie widzialne .....	22
Tabela 7 harmonogram pracy oprawy oświetleniowej wyposażonej w reduktor .....	28
Tabela 8 tabela zużycia energii - stan aktualny .....	31
Tabela 9 zestawienie kosztów inwestycyjnych – wariant I .....	31
Tabela 10 łączne koszty inwestycyjne - wariant I.....	33
Tabela 11 tabela oszczędności - wariant I.....	33
Tabela 12 Tabela okresu zwrotu inwestycji - wariant I .....	33
Tabela 13 Zestawienie dodatkowych opraw - wariant II.....	34
Tabela 14 łączne koszty inwestycyjne - wariant II .....	35
Tabela 15 tabela oszczędności - wariant II .....	35
Tabela 16 tabela okresu zwrotu inwestycji - wariant II .....	36
Tabela 17 stan infrastruktury po modernizacji - wariant III.....	36
Tabela 18 łączne koszty inwestycyjne - wariant III .....	37
Tabela 19 tabela oszczędności - wariant III.....	38
Tabela 20 tabela okresu zwrotu inwestycji - wariant III .....	38
Tabela 21 zestawienie kosztów inwestycyjnych - wariant IV.....	39
Tabela 22 łączne koszty inwestycyjne - wariant IV.....	41
Tabela 23 tabela zużycia energii - wariant IV .....	41

Tabela 24 tabela oszczędności - wariant IV.....	41
Tabela 25 tabela okresu zwrotu inwestycji - wariant IV.....	41
Tabela 28 tabela rezultatów modernizacji - zestawienie wariantów .....	43
Tabela 26 Porównanie prognozowanego zużycia energii w poszczególnych wariantach inwestycyjnych .....	44
Tabela 27 Rekomendacje mocy instalacji PV dla poszczególnych wariantów inwestycyjnych.....	45

## Załącznik 1 Arkusze kalkulacyjne



## **Załącznik 2 Karty katalogowe oprav oświetleniowych**