



# **CZELADŹ**

---

## **Audyt efektywności energii elektrycznej oświetlenia ulicznego na terenie gminy Miasto Czeladź**

Inwestor:

**MZGK Czeladź**

41-253 Czeladź

ul. Orzeszkowej 12

<http://www.mzgk.czeladz.pl>

Autor opracowania:

**AVC Polska Sp. z o.o.**

02-284 Warszawa

ul. Al. Krakowska 4/6

<http://www.avcviewer.pl/>

## Spis treści:

<b>1</b>	<b>WPROWADZENIE .....</b>	<b>3</b>
1.1	CEL NINIEJSZEGO OPRACOWANIA .....	3
1.1.1	<i>Kwestie oddziaływania na środowisko.....</i>	<i>4</i>
1.1.2	<i>Zagadnienia specyficzne dla oświetlenia ulicznego i drogowego .....</i>	<i>4</i>
<b>2</b>	<b>CEL I ZALECENIA PROJEKTU .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>CHARAKTERYSTYKA PROJEKTU .....</b>	<b>6</b>
3.1	TYTUŁ.....	6
3.1.1	<i>Lokalizacja projektu.....</i>	<i>6</i>
3.2	DEFINICJA PROJEKTU .....	6
3.2.1	<i>Opis projektu, jego przedmiot i uzasadnienie wyboru rozwiązania. ....</i>	<i>6</i>
<b>4</b>	<b>ZAŁOŻENIA ANALIZY SYSTEMU OŚWIETLENIA.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>ANALIZA TECHNICZNA I TECHNOLOGICZNA .....</b>	<b>10</b>
5.1	STAN AKTUALNY .....	10
5.2	INWENTARYZACJA SYSTEMU OŚWIETLENIOWEGO GMINY MIASTO CZELADŹ Z ZASTOSOWANIEM METODY GEOINFORMATYCZNEJ .....	11
5.3	ORGANIZACJA DANYCH SYSTEMU OŚWIETLENIOWEGO .....	12
5.4	STAN SYSTEMU OŚWIETLENIOWEGO PRZED MODERNIZACJĄ.....	12
5.5	WNIOSKI Z INWENTARYZACJI: .....	20
<b>6</b>	<b>PORÓWNANIE SYSTEMÓW OŚWIETLENIOWYCH PRZED I PO MODERNIZACJI .....</b>	<b>22</b>
6.1	WARIANT I - MODERNIZACJA OPRAW OŚWIETLENIOWYCH .....	24
6.2	WARIANT II - MODERNIZACJA Z ZASTOSOWANIEM INTELIGENTNEGO SYSTEMU STEROWANIA Z REDUKCJĄ MOCY.....	25
6.3	WARIANT III - MODERNIZACJA Z ZASTOSOWANIEM STOPNIOWEJ REDUKCJI MOCY W OPRAWACH .....	28
6.4	PODSUMOWANIE – WYBÓR WARIANTU .....	30
<b>7</b>	<b>PROGNOZA KOSZTÓW EKSPLOATACJI SYSTEMU PRZED I PO MODERNIZACJI.....</b>	<b>32</b>
7.1	KOSZTY KONSERWACJI .....	32
7.2	KOSZTY ENERGII.....	32
<b>8</b>	<b>SPRZĘT OŚWIETLENIOWY - ŹRÓDŁA ŚWIATŁA.....</b>	<b>34</b>
8.1	PÓŁPRZEWODNIKOWE ŹRÓDŁA ŚWIATŁA.....	34
8.2	SPRZĘT OŚWIETLENIOWY – OPRAWY .....	34
8.3	SYSTEM STEROWANIA.....	35
<b>9</b>	<b>ANALIZA PRAWNA .....</b>	<b>36</b>
9.1	PRZEPISY Z ZAKRESU PRAWA OCHRONY ŚRODOWISKA .....	36
<b>10</b>	<b>ANALIZA ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO .....</b>	<b>37</b>
<b>11</b>	<b>ANALIZA FINANSOWA.....</b>	<b>39</b>
<b>12</b>	<b>ANALIZA KOSZTÓW DOSTAWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ ORAZ MOCY UMOWNYCH.....</b>	<b>40</b>
<b>13</b>	<b>WNIOSKI OSTATECZNE .....</b>	<b>41</b>
13.1	ZESTAWIENIE OBLICZEŃ.....	41

# 1 Wprowadzenie

## 1.1 Cel niniejszego opracowania

W prawidłowo zorganizowanym procesie przygotowania inwestycji audyt stanowi początkowy etap analizy przed inwestycyjnej, następujący bezpośrednio po zidentyfikowaniu problemu i sformułowaniu programu funkcjonalno użytkowego, bądź przynajmniej wstępnej koncepcji funkcjonalno-użytkowej. Etap ten ma na celu zbadanie i określenie możliwości inwestycyjnych, oraz wskazanie sposobów jej realizacji. Niniejszy audyt jest opracowywany właśnie na tym etapie: nie istnieje jeszcze projekt techniczny, kosztorys, ani pełny program funkcjonalno-użytkowy dotyczący całości inwestycji. Istnieje jedynie ogólna koncepcja funkcjonalno-użytkowa sformułowana przez Zamawiającego. Audyt poddaje analizie zintegrowaną koncepcję kompleksowej modernizacji systemu oświetlenia ulicznego należącego do gminy Miasto Czeladź.

Autorzy audytu musieli wobec tego **przyjąć pewne założenia dotyczące planowanej inwestycji**, a następnie zarekomendowali je Zamawiającemu. Opracowywanie audytu na tym etapie pozwoli przeprowadzić skomplikowaną inwestycje, w sprawny sposób, w stosunkowo krótkim czasie, przy znacznym ograniczeniu kosztów w porównaniu ze sposobem realizacji inwestycji częściami. Pozwala jednocześnie skorzystać z różnych programów dofinansowań zadań energooszczędnych, lub innych proponowanych przez instytucje zajmujące się wsparciem inicjatyw energooszczędnych.

Celem niniejszego opracowania jest:

1. Potwierdzenie lub zakwestionowanie społeczno-gospodarczej celowości realizacji projektu według koncepcyjnych założeń Zamawiającego.
2. Przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do:
  - wyboru optymalnego rozwiązania technicznego,
  - sposobu uwzględnienia w zadaniu modernizacji specyficznych wymogów dotyczących efektywnym zarządzaniem oświetlaniem dróg i ulic,
  - analizy stanu technicznego obecnego systemu oświetlenia

**Niniejsze opracowanie dotyczy możliwości wykonania inwestycji pod nazwą: modernizacja oświetlenia ulicznego, gwarantująca obniżenie mocy urządzeń oświetleniowych zainstalowanych na terenie gminy Miasto Czeladź, oraz dostosowanie oświetlenia dróg do Polskiej Normy PN-EN 13 201 przenoszącej normę europejską. Wyliczenia wszelkich czynników ekologicznych potrzebnych do uzyskania dofinansowania inwestycji modernizacji oświetlenia.**

### ***1.1.1 Kwestie oddziaływania na środowisko***

Analiza oddziaływania na środowisko jest zgodna z Dyrektywą dotyczącą „Oceny Wpływu na Środowisko” 85/337/EEC znowelizowaną przez Dyrektywę 97/11/EC – COM (1993) 575. Korzystano również z projektu „Wspólnotowych ram dla współpracy w celu promowania zrównoważonego rozwoju” 1411/2001/EC – COM (1999) 557. Pomocniczo uwzględniono zapisy Strategii Tematycznej dla Środowiska Miejskiego, stanowiącej część europejskiej polityki w zakresie środowiska przyrodniczego na obszarach zurbanizowanych, stanowiącej część VI Programu Działań „Środowisko 2010: Nasza przyszłość, nasz wybór”

### ***1.1.2 Zagadnienia specyficzne dla oświetlenia ulicznego i drogowego***

W zakresie zagadnień specyficznych dla oświetlenia drogowego za podstawę opracowania niniejszego audytu służyły następujące akty prawne, rozporządzenia oraz Polskie Normy:

Ustawy:

- Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2015. poz. 460).
- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz. U. z 2013. poz. 1409).
- Ustawa z dnia 29 stycznia 2004 r.- Prawo zamówień publicznych (Dz. U. z 2014. poz. 1232).

Rozporządzenia:

- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2.03.1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (Dz. U. z 2015. poz. 329).

Normy:

- PN-EN 13201- 2, 3 i 4 Oświetlenie Dróg.

Pomocniczo niektóre zagadnienia zostały porównane z funkcjonującymi w obiegu międzynarodowym uznanymi normami i wytycznymi innych krajów.

## 2 Cel i zalecenia projektu

Projekt koncepcyjny przewiduje modernizację oświetlenia ulicznego na terenie gminy Miasto Czeladź, w celu podwyższenia efektywności energetycznej, przy zachowaniu zgodności z dotyczącą oświetlenia ulicznego Polską Normą przenoszącą normę europejską PN-EN 13201. Ponadto celem jest uzyskanie poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego, zwiększenie bezpieczeństwa mieszkańców oraz wykreowanie lepszego wizerunku Miasta.

- Cel projektu: stworzenie nowego wizerunku gminy Miasto Czeladź, poprawa bezpieczeństwa mieszkańców i ruchu drogowego, zmniejszenie zużycia energii, poprzez zaoferowanie odpowiednio dostosowanej infrastruktury oświetleniowej. Uregulowanie stosunków i zależności pomiędzy Miastem a spółką Tauron Dystrybucja S.A. zarządzającą obecnie większością systemu oświetlenia drogowego w Czeladzi.
- Zalecone technologie są zgodne z polskimi normami przenoszącymi normy europejskie. Choć są to w znacznym zakresie rozwiązania specjalistyczne, to są one znane projektantom z dziedziny techniki świetlnej oraz wykonawcom robót oświetleniowych. Inwestycja jest wykonalna technicznie przy zachowaniu odpowiednich procedur wyboru projektanta i wykonawcy.
- Projekt jest wykonalny pod względem prawnym: wykluczono przeszkody prawne, co do pomyślnego przeprowadzenia inwestycji, zarówno ze strony prawa budowlanego, jak i ze strony innych działów prawa.
- Projekt nie generuje znaczącego zysku netto w rozumieniu punktu 40 Rozporządzenia Rady (WE) NR 1260/1999 z dnia 21 czerwca 1999 r.
- Projekt jest pozytywny dla środowiska przyrodniczego. [ogranicza pośrednio emisję gazów cieplarnianych, w szczególności CO<sub>2</sub>].

**Projekt jest wykonalny  
przy założeniu spełnienia warunków określonych w niniejszym opracowaniu.**

## 3 Charakterystyka projektu

### 3.1 Tytuł

Projekt jest opatrzony tytułem:

*Audyt efektywności energii elektrycznej oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Miasto Czeladź.*

Modernizacja opierać się będzie na wykorzystaniu istniejącej infrastruktury sieci energetycznej i oświetleniowej.

#### 3.1.1 Lokalizacja projektu

Projekt będzie realizowany w gminie miasto Czeladź, woj. śląskie, powiat Będzin.

### 3.2 Definicja projektu

Modernizacja oświetlenia znacznie poprawi efektywność energetyczną, (**zmniejszenie zużycia energii o ok. 70%**), a więc znacznie zmniejszy opłaty za pobór energii. Istotnie poprawi wizerunek Miasta sprzyjając rozwojowi ekonomicznemu, poprzez zwiększenie zainteresowania inwestorów prywatnych czy też zwiększy frekwencję turystów, lub zwiększy zainteresowanie budowlami na terenie Miasta.

#### 3.2.1 Opis projektu, jego przedmiot i uzasadnienie wyboru rozwiązania.

Przedmiotem analizy jest kompleksowa modernizacja systemu oświetlenia ulic i dróg Miasta przy uwzględnieniu Polskiej Normy oświetlenia drogowego. Inwentaryzacja wykazała następujący stan ilościowy opraw należących do gminy Miasto Czeladź. Zestawienie poniżej:

Oprawa	Przed modernizacją		
	ilość	moc jednostkowa [W]	moc łączna [kW]
kompaktowa	311	24	7,46
LED	11	24	0,26
LED	1	38	0,04
LED	65	48	3,12
metalohal.	9	83	0,75
metalohal.	4	176	0,70
rtęciowa	30	137	4,11
rtęciowa	1	176	0,18

rtęciowa	58	265	<b>15,37</b>
sodowa	4	58	<b>0,23</b>
sodowa	894	83	<b>74,20</b>
sodowa	839	115	<b>96,49</b>
sodowa	537	176	<b>94,51</b>
sodowa	612	265	<b>162,18</b>
sodowa	5	430	<b>2,15</b>
żarowa	12	60	<b>0,72</b>
<b>Razem</b>	<b>3 393</b>		<b>462,47</b>

**Wariant omawiany:** stosunkowo wysokie nakłady, poprawienie efektywności energetycznej przez zastosowanie sytemu opraw w technologii LED, oraz znaczna poprawa standardu oświetlenia. Zakres:

Modernizacja **2 999 szt.** punktów świetlnych z **3 393** istniejących punktów świetlnych. 394 oprawy istniejące pozostanie nie modernizowane ze względu na fakt zastosowania nowej już technologii i stosunkowo niedawny montaż, oraz niską energochłonność, lub po modernizacji jest zbędna.

Proponuje się zastosowanie, zgodnie z wyliczeniami fotometrycznymi następujących rodzajów opraw:

#### Zestawienie opraw po modernizacji

Oprawa	Po modernizacji		
	ilość	moc jednostkowa [W]	moc łączna [kW]
Cuddle	41	15,0	<b>0,62</b>
Cuddle	197	20,0	<b>3,94</b>
Cuddle	686	30,0	<b>20,58</b>
Cuddle	201	45,0	<b>9,05</b>
Cuddle	852	55,0	<b>46,86</b>
Cuddle	49	65,0	<b>3,19</b>
Cuddle	463	80,0	<b>37,04</b>
Iskra	231	15,0	<b>3,47</b>
Iskra	25	25,0	<b>0,63</b>
Iskra	238	28,0	<b>6,66</b>
Iskra	16	35,0	<b>0,56</b>
kompaktowa	242	24,0	<b>5,81</b>
LED	11	24,0	<b>0,26</b>
LED	1	38,0	<b>0,04</b>
LED	65	48,0	<b>3,12</b>
metalohal.	9	83,0	<b>0,75</b>
sodowa	66	83,0	<b>5,48</b>
<b>Razem</b>	<b>3 393</b>		<b>148,03</b>

Wykaz opraw pozostających i nowo zamontowanych zamieszczono w dokumentacji programowej modernizacji, (Program Funkcjonalno – Użytkowy) oraz w inwentaryzacji w podziale na oprawy istniejące i oprawy nowe, oraz w projekcie fotometrycznym modernizacji oświetlenia.

Program Funkcjonalno-Użytkowy wskazuje miejsca lokalizacji i montażu poszczególnych zaprojektowanych opraw w terenie.



## **4 Założenia analizy systemu oświetlenia**

### **PODSTAWA PRAWNA DOTYCZĄCA WYKONYWANIA ROBÓT BUDOWLANYCH MODERNIZACJI OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA ISTNIEJĄCYCH PODPORACH.**

Na podstawie Ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (Dz. U. z 2013. poz. 1409.) Tekst ujednolicony po zmianach z 27 marca 2003 roku. Stan prawny na 11 lipca 2003 roku, zwanej dalej Ustawą, roboty budowlane w rozumieniu Ustawy Art.3 ust. 7, polegające na instalowaniu urządzeń, jakimi są oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem elektrycznym (złącza bezpiecznikowe i zaciski przyłączeniowe) oraz mechanicznym (wysięgniki), na obiektach budowlanych, jakimi są istniejące słupy sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia, nie wymagają pozwolenia na budowę według przepisów Ustawy Art. 29 ust. 2 pkt. 15. W zakres modernizacji będzie wchodził również remont szaf sterujących systemem oświetlenia, będącymi własnością MZGiK Czeladź.

W gminie Miasto Czeladź system oświetlenia jest oparty głównie na trzech rodzajach podziału majątkowego:

1. Miasto jest właścicielem sieci oświetlenia ulicznego które samo budowało.
2. Właścicielem sieci oświetlenia ulicznego jest Tauron Dystrybucja S.A Oświetlenie wykorzystuje również słupy linii abonenckich podwieszając na nich linie oświetleniowe tzw. sieć skojarzona.
3. Właścicielem oświetlenia są Spółdzielnie mieszkaniowe, które same rozliczają się za pobraną energię elektryczną. Ten rodzaj oświetlenia nie został ujęty w niniejszym opracowaniu.

W przypadku modernizacji na liniach wspólnych wymaga się odpowiedniej umowy (np. dzierżawy miejsca na słupie pod oprawę) z właścicielem – Tauron Dystrybucja S.A.

**Właściciel linii energetycznych – Tauron Dystrybucja S.A. – powinien przed przystąpieniem do modernizacji wydać tzw. Warunki Techniczne Odnośnie Przeprowadzenia Zadania Modernizacji. O wydanie takich warunków występuje Urząd gminy Miasto Czeladź.**

**Warunki techniczne określić powinny warunki wykonania prac instalacyjnych na urządzeniach Tauron Dystrybucja S.A., oraz określa zastosowanie osprzętu dodatkowego na liniach n.n. takich jak zabezpieczenia, zaciski, mostki itp.**

## 5 Analiza techniczna i technologiczna

### 5.1 Stan aktualny

Stan aktualny określony został na podstawie kompleksowej inwentaryzacji z terenu. Na terenie Gminy Miasto Czeladź zamontowanych jest wszystkich ok. 3 393 punkty światła z czego 1503 należy do gminy Czeladź. Pozostałe punkty oświetlenia należą do Tauron Dystrybucja S.A.

Załączona inwentaryzacja przedstawia zestawienie tabelaryczne punktów światła z uwzględnieniem parametrów drogi.

Parametrami tymi są:

**a) parametry drogi, ulicy**

- szerokość
- rodzaj nawierzchni
- kategoria drogi
- kategoria oświetleniowa drogi

**b) parametry infrastruktury oświetleniowej**

- typ, moc oprawy oświetleniowej aktualna i projektowana,
- ilość opraw na słupie
- odległość opraw od krawędzi drogi
- odległość między słupami
- wysokość zawieszenia opraw
- nr ewidencyjny słupa, jego lokalizacja (X, Y, pozycja GPS )
- numer skrzynki SON, SOK, lokalizacja (X, Y)
- wartość zabezpieczenia
- typ linii oświetleniowej (napowietrzna kablowa, Al., AsXSn, YKY)
- moc nominalna oprawy
- moc rzeczywista oprawy
- nr. Stacji i skrzynki SO z którą powiązany jest punkt oświetleniowy

**c) stacje transformatorowe**

- numer stacji, nazwa,
- system ochrony
- budowa [kontenerowa, na platformie]
- lokalizacja

**d) Skrzynki sterujące SO**

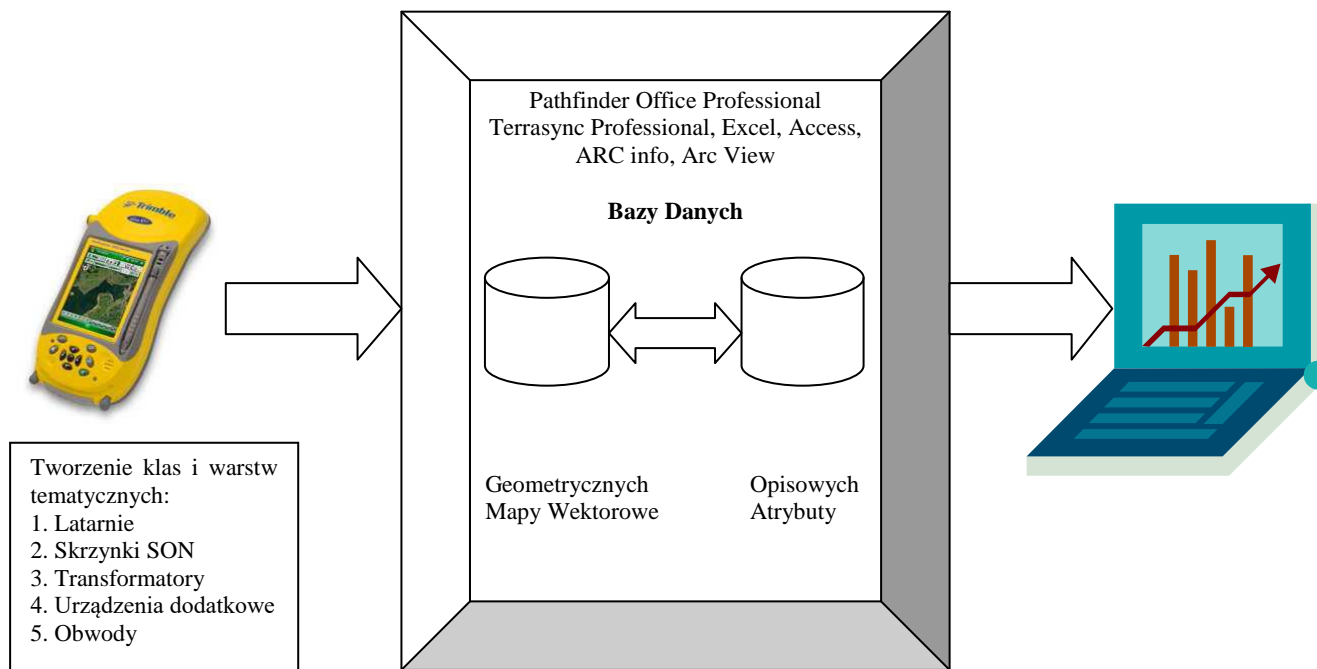
- numer skrzynki
- numer Stacji Transformatorowej z której jest zasilana
- wartość zabezpieczenia przed licznikowego
- lokalizacja
- nr. punktu pomiarowego
- nr. licznika

**5.2 Inwentaryzacja systemu oświetleniowego gminy Miasto Czeladź z zastosowaniem metody geoinformatycznej.**

**Zbieranie danych o systemie oświetleniowym w gminie Miasto Czeladź.**

Dane o położeniu pozyskiwano dzięki zastosowaniu technik: Globalnego Systemu Pozycjonowania [GPS] oraz Geograficznych Systemów Informacyjnych [GIS]. Dane cyfrowe systemu oświetleniowego pozyskano podczas prac terenowych (kartowanie DGPS) oraz innych źródeł.

**Dane DGPS - Trimble GeoXH\_2012**



Pomiarów współrzędnych terenowych, lamp, skrzynek sterujących SO, dokonano rejestratorem polowym GPS Trimble GEOXH-6000. W celu uzyskania precyzji położenia obiektów zastosowano tryb pomiaru różnicowego DGPS (ang. Differential GPS). Korekcję przeprowadzano w czasie rzeczywistym (satelita geostacjonarny OmniStar, w ostateczności w trybie post-processingu (stacja bazowa SOPAC, max. 25km). Pomiarów dokonywano w trybie statycznym (pomiar punktowy).

### **5.3 Organizacja Danych Systemu oświetleniowego**

Dane o systemie zostały zgromadzone w formie Bazy Danych na platformie AVC Viewer. Dane z AVC Viewer podlegały eksportowi do Pathfinder Office a później transmisji do platformy mobilnej Terrasync. Z platformy tej można generować dowolny format danych, używanych następnie w systemach GIS. W naszym przypadku jest to powszechnie stosowany i znany plik typu .shp. Organizacja danych: Biblioteka kodów i atrybutów zorganizowana w warstwy, atrybuty, parametry atrybutów tak zdefiniowane, aby jak najdokładniej analitycznie opisać system.

### **5.4 Stan systemu oświetleniowego przed modernizacją**

Stan obecnego systemu oświetlenia ulicznego w gminie Miasto Czeladź jest w miarę zadawalający, aczkolwiek, jest on dość energochłonny. Obecnie pobór mocy opraw należących do miasta wynosi 462,47 kW. Jeśli przyjmiemy że miasto zapewnia mieszkańcom oświetlenie terenów publicznych i dróg zgodnie z wymogami, a więc 4024 godziny rocznie, zużywa

**1 860 979,28 kWh rocznie (1 860,98 MWh).**

Na terenie gminy Miasto Czeladź w większości dominuje system oświetlenia oparty na wydzielonych liniach kablowych. Jest to system wykorzystujący jeszcze technologie kabli aluminiowych YAKY. System sterowany jest w przeważającej części ze skrzynek SO usytuowanych na początku obwodów oświetleniowych.

W inwentaryzacji skrzynki sterujące należące do gminy Miasto Czeladź oznakowano jako SOU, zaś skrzynki sterujące oświetleniem należącym do Tauron Dystrybucja S.A. oznaczono jako SOT.

Oświetlenie uliczne oparte na liniach kablowych wykorzystuje dwa rodzaje konstrukcji wsporczych.

1. Słupy betonowe typu WZ
2. Słupy stalowe różnych producentów



Przykład oświetlenia na linii kablowej  
na słupach betonowych WZ



Przykład montażu oświetlenia  
na linii kablowej na słupach stalowych

Stan słupów jest bardzo zróżnicowany. Mamy tutaj wiele słupów wymagających wymiany ze względu na rdzę, są też słupy które wystarczy oczyścić i pomalować farbą zabezpieczającą przed korozją. Wśród słupów betonowych zdarzały się przypadki ubytku warstwy betonowej. Takie konstrukcje w sporcze wymagają w zasadzie wymiany.

Linie oświetleniowe należące do gminy Miasto Czeladź budowane w ostatnich latach oparte są już na nowoczesnych technologiach, czasem nawet z zastosowaniem opraw Ledowych.



Powyżej przykłady oświetlenia opartego na oprawach Ledowych typu TCO firmy Schreder.

Oświetlenie uliczne na terenie gminy Miasto Czeladź wykorzystuje również linie napowietrzne skojarzone z liniami abonenckimi. W takich przypadkach mamy do czynienia z liniami należącymi do Tauron Dystrybucja S.A. i podwieszonymi poniżej liniami oświetlenia. Jeśli mamy do czynienia z liniami izolowanymi typu ASxSN linia podwieszona jest również izolowana 2x25 ASxSN. Jeśli mamy do czynienia z liniami nieizolowanymi typu AL., oświetlenie często wykorzystuje tzw. wspólny przewód zerowy. Mówimy wtedy o tzw. liniach wspólnych.

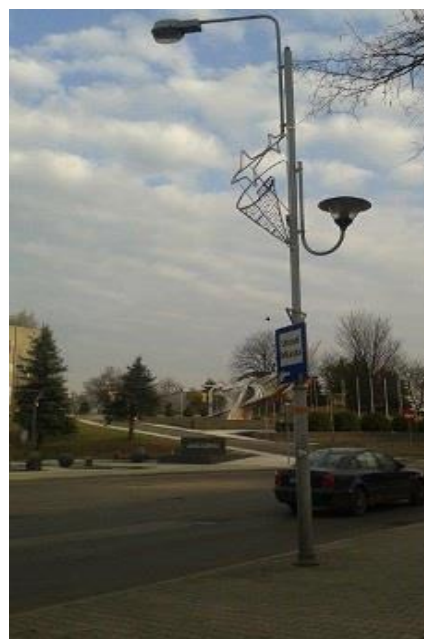
Przykłady poniżej:



Czasami czynności konserwacyjne na liniach napowietrznych są utrudnione, ze względu na gęstość linii napowietrznej, szczególnie w przypadkach miejsc tzw. podziałów sieci:



Są w Czeladzi przypadki, gdzie oświetlenia uliczne wspomaga się na tych samych konstrukcjach wsporczych oświetleniem parkowym w celu doświetlenia ciągów pieszych. Takim przykładem jest np. odcinek ulicy Katowickiej



Dużą obawę budzą kąty wysięgników na których zamontowane są oprawy. W dużej części kąt ten jest zbyt duży, czego powodem jest powstawanie niepożądanego zjawiska olśnienia.

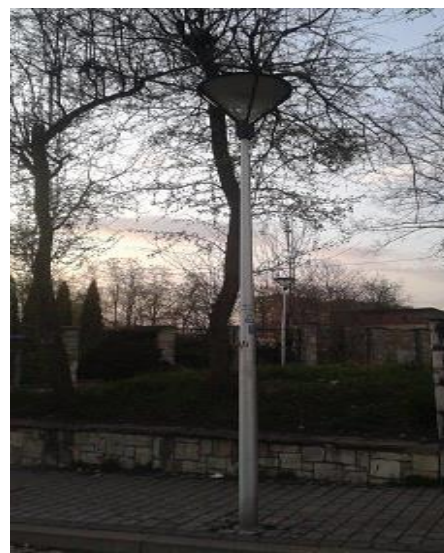
Na ulicach dwujezdniowych zastosowano oświetlenie umiejscowione na pasie rozdzielu. Należy tutaj zwrócić uwagę na nierówno ustawione wysięgi, co znacznie zmniejsza efekt wizualny systemu. Wiele wysięgników jest wykrzywionych i wymagających wymiany na nowe.

Na terenie gminy Miasto Czeladź tereny osiedlowe oświetlone są w większości oprawami parkowymi usytuowanymi na wys. 4 m. Wykorzystuje się tutaj słupy zarówno betonowe jak i stalowe;



Zaznaczyć należy, że na terenie gminy miasta Czeladź prawie wszystkie parki miejskie oraz tereny rekreacyjne są oświetlone, co pozytywnie wpływa na wizerunek miasta. Nowe oświetlenie często wykorzystuje już technologię LED. Jest też bardzo energooszczędne ponieważ poza LED zastosowanie mają również kompaktki o poborze mocy do 24W. Poniżej przykłady oświetlenia parkowego:





W centrum miasta zastosowano bardzo nowoczesne oświetlenie w technologii LED wraz z wykorzystaniem nowoczesnych technologii konstrukcji wsporczych:



Na terenie gminy Miasto Czeladź obecnie oświetlenie oparte jest na technologii sodowej. Najwięcej bo, aż 903 szt. to oprawy o mocach 70W, a więc stosunkowo niskich. W związku ze stratami na układach zapłonowych oprawy te w rzeczywistości pobierają 83W. Duża ilość jest opraw o mocy 100W (839 szt.). Oprawy te moc rzeczywistą mają na poziomie 115W.

- a. W inwentaryzacji stwierdzono raczej niewielką ilość opraw rtęciowych, które obecnie raczej już nie powinny mieć zastosowania. (89 szt.).
- b. Oprawy są różnych producentów, a więc utrudniona jest konserwacja, oraz zakłócona estetyka systemu oświetlenia. W wielu miejscach kąty zamontowania opraw są nieprawidłowe. Wiele opraw posiada już pożółkły klosz, co wpływa na znaczne obniżenie parametrów świecenia.
- c. Oprawy sodowe w wielu miejscach nie spełniają wymogów obecnej normy oświetleniowej PN-EN 13 201. W wielu miejscach powstaje zjawisko braku równomierności oświetlenia, efektem, czego są ciemne niedoświetlone miejsca pomiędzy słupami. Zjawisko niedoświetlenia oraz nierównomierności często spowodowane jest zasłanianiem strumienia światła przez konary drzew. Zaleca się w tych miejscach tzw. wycinki konarów drzew.
- d. Niewielka część opraw jest wyeksploatowana. Posiadają one utlenione odbłyśniki. Stwierdza się znaczne techniczne zużycie tych opraw, wymagają one natychmiastowej wymiany na nowe. Szacujemy utratę sprawności początkowej tej grupy opraw o minimum 30%.
- e. System sterowania oświetleniem ulicznym oparty jest na zastosowaniu szaf SOU, wydzielonych z punktów stacji transformatorowych. Szafy SOU w dużej części są zbudowane z poliwęglanu i odpowiednio zabezpieczone zamknięciem. Zdarzają się również szafy starszego typu – metalowe.
- f. System sterowania oparty głównie jest na zegarach astronomicznych typu CPA. A więc zastosowanie sterowania względem stref czasowych (letni, zimowy)

Biorąc pod uwagę najnowszą technologię oświetlenia – LED, miasto może znacznie obniżyć koszty energii z tytułu oświetlenia drogowego. Oprawy ledowe są o wiele bardziej energooszczędne, oraz posiadają wiele dodatkowych cech, które powodują znaczne obniżenie wspomnianych kosztów.

Należy zwrócić uwagę, na takie aspekty jak:

- niski pobór energii elektrycznej
- dobry współczynnik oddawania barw
- bardzo długi czas świecenia opraw
- łatwość zastosowanie inteligentnych systemów sterowania, gdzie można wprowadzić redukcję mocy
- możliwość zastosowania systemów monitoringu instalacji oświetleniowej

**Mając w zamyśle jak największe oszczędności w energii, proponuje się zastosowanie głównie technologii LED. Technologia ta pozwala na wygenerowanie znacznych oszczędności, jest innowacyjna, jak również podatna na współpracę z elektronicznymi, inteligentnymi systemami sterowania, monitoringu i dozoru.**

### **SZAFY STERUJĄCE SOU**

Większość skrzynek sterujących znajdujących się na terenie miasta Czeladź, to systemy zabezpieczeń i sterowania umieszczone w oddzielnych szafach SO. Znajdują się one w bezpośrednim sąsiedztwie stacji Transformatorowych. Niekiedy szafy SO są początkiem oddzielnych obwodów oświetleniowych. W bardzo małej ilości system sterowania oświetleniem znajduje się we wspólnych szafach stacji Trafo, ale te raczej nie dotyczą systemu oświetlenia należącego do Miasta. Wszystkie stacje Trafo są w systemie ochrony TNC, to znaczy, że funkcje przewodu neutralnego i ochronnego pełni ten sam przewód.

Poniżej przykłady szaf sterowniczych:



Przykłady miejsc zapalania oświetlenia w stacji Tr. (własność Tauron Dystrybucja S.A. )



Na terenie gminy Miasto Czeladź istnieje bardzo znikoma ilość punktów zapalania przy napowietrznych stacjach Tr.



Wykaz wszystkich szaf znajduje się w dokumencie „ Inwentaryzacja „

## **5.5 Wnioski z inwentaryzacji:**

1. System oświetlenia ulicznego na terenie gminy Miasto Czeladź jest bardzo zróżnicowany pod względem spełnienia norm PN-EN 13 201. Są miejsca niedoświetlone, ale są też miejsca prześwietlone.
2. Podczas modernizacji systemu oświetlenia należy wymienić 90% wysięgników ze względu na zmianę kąta pochylenia oprawy, w celu zmniejszenia zjawiska olśnienia.
3. W przypadku stanowisk oświetleniowych w których zastosowano doświetlenie chodników zaleca się albo skorzystanie z inteligentnego systemu sterowania, w celu zmniejszenia mocy oprawy doświetlającej, albo zastosowanie odpowiednio mniejszych mocy (proponycja w obliczeniach Dialux, oraz dokumencie PFU).

4. Sugeruje się w modernizacji systemu sterowania wymianę szaf SOU o obudowach metalowych, które są zardzewiałe na obudowy z tworzyw sztucznych.
5. Planując kompleksową modernizację oświetlenia ulicznego należy zwrócić uwagę na fakt że w miejscach gdzie miasto jest prześwietlone, a więc dostosowując system do norm PN-EN 13 201 może powstać wrażenie niedoświetlenia. W związku z powyższym projektant w dokumencie „Projekt Fotometryczny” w niektórych miejscach zawyżył klasę oświetleniową aby wykluczyć negatywny oddźwięk społeczny modernizacji.
6. Poniżej zestawienie tabelaryczne z inwentaryzacji systemu oświetlenia:

L.p.	POZYCJA	jednostka	ilość
1.	Ilość punktów oświetlenia w Gminie	szt.	3 393
2.	Ilość punktów oświetleniowych należących do Gminy	szt.	1 503
3.	Ilość punktów oświetlenia na liniach kablowych	szt.	2 170
4.	Ilość punktów oświetlenia na liniach napowietrznych	szt.	1 223
5.	Ilość punktów oświetlenia na słupach stalowych	szt.	580
6.	Ilość punktów oświetlenia na słupach betonowych	szt.	2 044
7.	Ilość punktów oświetlenia na słupach ozdobnych i parkowych	szt.	79
8.	Ilość punktów oświetlenia na fasadach budynków	szt.	25
9.	Ilość szaf sterujących ogółem	szt.	77
10.	Ilość punktów oświetlenia na słupach drewnianych	szt.	2
11.	Ilość punktów oświetlenia LED	szt.	77
12.	Wartość mocy nominalnej systemu oświetlenia	kW	413,46
13.	Wartość mocy rzeczywistej systemu oświetlenia	kW	462,47
15.	Ilość szaf oświetlenia ulicznego - Gminne	szt.	18

## 6 Porównanie systemów oświetleniowych przed i po modernizacji

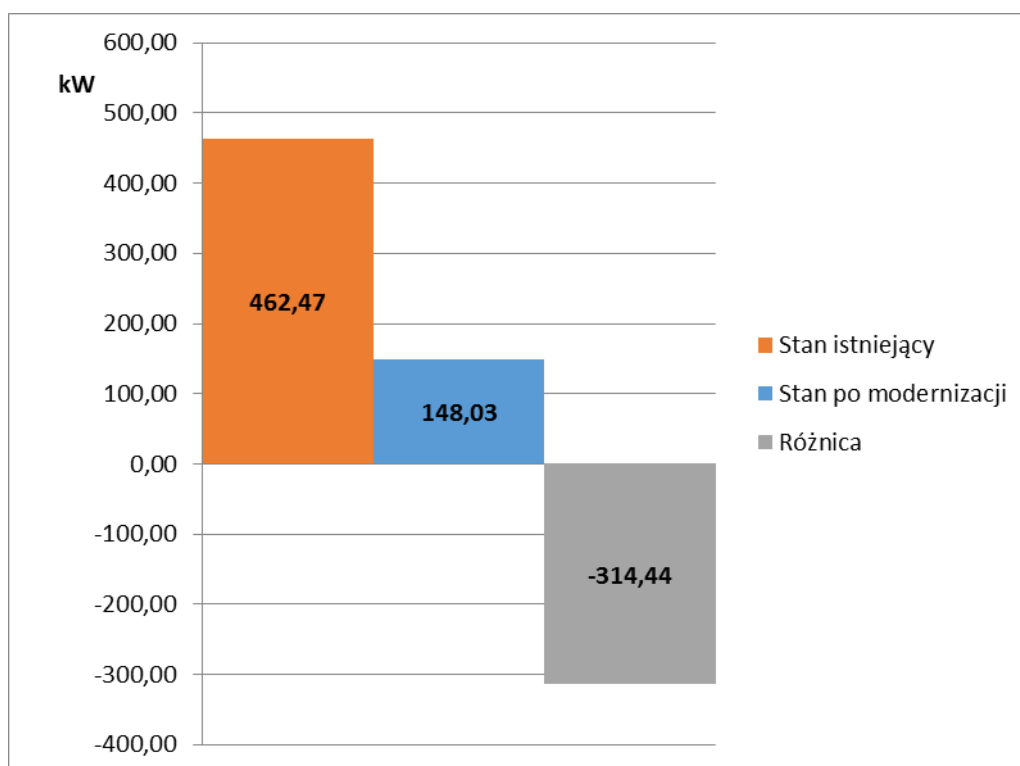
**Tabela 1.** Zestawienie opraw (w podanych mocach uwzględniono straty na układach zapłonowych)

Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji		
	ilość	moc jednostkowa [W]	moc łączna [kW]	ilość	moc jednostkowa [W]	moc łączna [kW]
Cuddle			0,00	41	15,0	0,62
Cuddle			0,00	197	20,0	3,94
Cuddle			0,00	686	30,0	20,58
Cuddle			0,00	201	45,0	9,05
Cuddle			0,00	852	55,0	46,86
Cuddle			0,00	49	65,0	3,19
Cuddle			0,00	463	80,0	37,04
Iskra			0,00	231	15,0	3,47
Iskra			0,00	25	25,0	0,63
Iskra			0,00	238	28,0	6,66
Iskra			0,00	16	35,0	0,56
kompaktowa	311	24	7,46	242	24,0	5,81
LED	11	24	0,26	11	24,0	0,26
LED	1	38	0,04	1	38,0	0,04
LED	65	48	3,12	65	48,0	3,12
metalohal.	9	83	0,75	9	83,0	0,75
metalohal.	4	176	0,70	0	176,0	0,00
rtęciowa	30	137	4,11	0	137,0	0,00
rtęciowa	1	176	0,18	0	176,0	0,00
rtęciowa	58	265	15,37	0	265,0	0,00
sodowa	4	58	0,23	0	58,0	0,00
sodowa	894	83	74,20	66	83,0	5,48
sodowa	839	115	96,49	0	115,0	0,00
sodowa	537	176	94,51	0	176,0	0,00
sodowa	612	265	162,18	0	265,0	0,00
sodowa	5	430	2,15	0	430,0	0,00
żarowa	12	60	0,72	0	60,0	0,00
<b>Razem</b>	<b>3 393</b>		<b>462,47</b>	<b>3 393</b>		<b>148,03</b>

**Tabela 2.** Oszczędności wynikające z wymiany opraw:

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	Pcs	3 393	3 393
Moc zainstalowana	kW	462,47	148,03
Redukcja mocy	%	68,0%	

**Wyk 1.** Oszczędności przedstawione graficznie:



### Rozkład mocy i kosztów w skali roku

Do wyliczeń przyjęto taryfę C12B oraz roczny czas świecenia w ilości 4024 godziny.

przed modernizacją oświetlenia:

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - Taryfa dzienna	1 966	462,47	909 224	0,31	281 859	346 687
Ilość h - Taryfa nocna	2 058	462,47	951 771	0,20	190 354	234 136
<b>SUMA</b>	<b>4 024</b>		<b>1 860 995</b>		<b>472 214</b>	<b>580 823</b>

po wymianie opraw na LED:

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - Taryfa dzienna	1 966	148,03	291 035	0,31	90 221	110 972
Ilość h - Taryfa nocna	2 058	148,03	304 654	0,20	60 931	74 945
<b>SUMA</b>	<b>4 024</b>		<b>595 689</b>		<b>151 152</b>	<b>185 916</b>

## 6.1 WARIANT I - modernizacja opraw oświetleniowych

Modernizacja systemu oświetlenia w tym wariantcie polegać będzie głównie na wymianie opraw z energochłonnych sodowych na oprawy w technologii LED. System sterowania oparty będzie na zegarach astronomicznych uwzględniających wschody i zachody słońca w systemie zmian czasowych (letni, zimowy). Zmiany ew. czasu świecenia odbywać się będą za pomocą pilota współpracującego ze sterownikiem.

**Moc rzeczywista** (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **148,03 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej bez uwzględnienia strat na liniach przesyłowych będzie wynosiło ok. **314,44 kW** czyli około **68%**.

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	Pcs	3 393	3 393
Pobór mocy	kWh	1 860 995,38	595 688,82
Redukcja mocy	%	<b>68,0%</b>	

Oszczędności poprzez redukcję kosztów oraz poboru energii w tym wariantcie wykonania modernizacji wynosi 68% przy założeniu, że inwestycja zostanie wykonana zgodnie z załączonym projektem fotometrycznym, oraz w pełnym proponowanym zakresie. Wartość oszczędności w zł nie uwzględnia kosztów pozostałych czynników faktury za energię takich jak: stała, zmienna, przesyłowa, abonament.

Koszt przed modernizacją **580 823,00 zł**

Koszt po modernizacji **185 916,00 zł**



W wyniku czego koszt samej energii elektrycznej spadnie o **394 907,00 zł** w skali roku, bo:

$$580\,823,00 - 185\,916,00 = 394\,907,00$$

### Zakres rzeczowy modernizacji:

- Wymiana opraw na oprawy w technologii LED.
- Wymiana wyświetlników.
- Wymiana zabezpieczeń we wnęce słupowej.
- Wymiana zabezpieczeń na liniach napowietrznych
- Wymiana przewodów zasilających oprawy oświetleniowe
- Szafy oświetleniowe SOU będą tylko remontowane w zakresie wymiany zabezpieczeń oraz ew. zegarów sterujących na nowe – elektroniczne.

### Wskaźnik redukcji emisji CO<sub>2</sub>

Wyliczony zgodnie z obowiązującymi przepisami procent ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> w omawianym wariancie wyniesie 68% co pozwoli na redukcję emisji o 1 027 MgCO<sub>2</sub>/rok

1	Zainstalowana moc MW			Zużycie energii elektrycznej MWh/rok			Obliczenia wielkości emisji CO <sub>2</sub>				
	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA	WSKAŹNIK EMISJI	EMISJA PRZED MODERNIZ. Mg/rok	EMISJA PO MODERNIZ. Mg/rok	KOŃCOWY EFEKT ograniczenia/uniknięcia emisji Mg CO <sub>2</sub> /rok	PROCENT REDUKCJI
			(kol. 2 – kol. 3)			(kol. 5 – kol. 6)					
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Wartość	0,46	0,15	0,31	1 861,00	595,69	1 265,31	0,812	1 511	484	1 027	0,68

## 6.2 Wariant II - modernizacja z zastosowaniem Inteligentnego Systemu Sterowania z redukcją mocy

W wariancie II modernizacja polegała będzie na wymianie opraw z obecnych sodowych na oprawy w technologii LED, oraz wdrożeniem systemu inteligentnego sterowania. Szafy sterujące zostaną wyposażone w analizatory sieci oraz moduły GSM. System wyposażony będzie w możliwość sterowania komputerowo oświetleniem po żyłce powrotnej jak również po radiu. System umożliwi również operatorowi śledzenie parametrów sieci w każdym zadanym

momencie. Tak skonfigurowany system sterowania będzie miał możliwość wprowadzania okresowych redukcji mocy w godzinach późnonocnych. Godziny redukcji można zmieniać z pozycji komputera. Istnieć będzie również możliwość sterowania świeceniem każdej oprawy, a więc możliwość budowania odpowiednich scenariuszy działania systemu oświetlenia. Zastosowanie w sterownikach modułów GSM umożliwi również zdalne powiadomianie o awariach. Sterowanie z pozycji komputera w MZGK. jest obecnie najnowocześniejszym systemem, gdzie dodatkowo możemy śledzić inne parametry sieci (prądy bieżące, napięcia, aktualne pobory mocy)

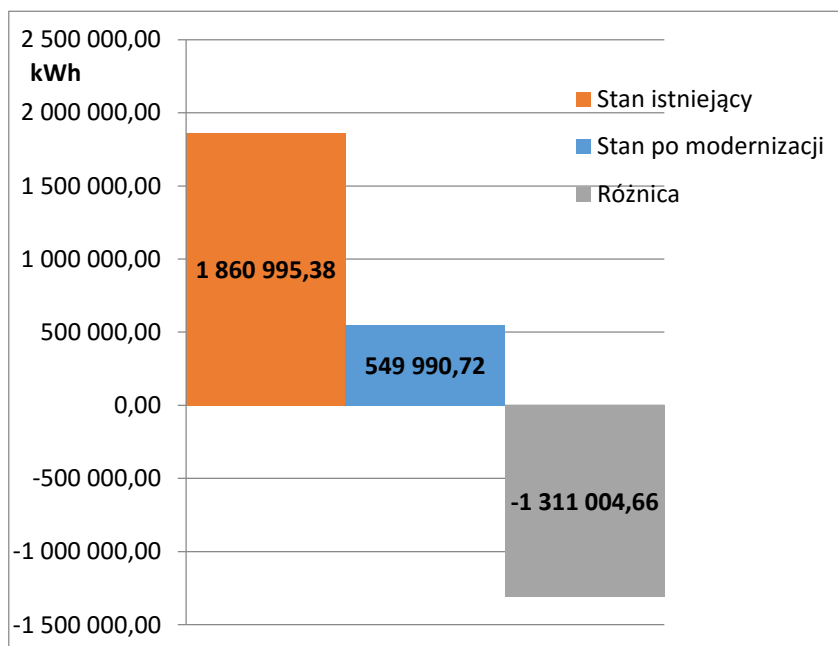
**Moc rzeczywista** z zastosowaniem inteligentnego systemu sterowania, umożliwiającym redukcje mocy w godzinach o zmniejszonym natężeniu ruchu drogowego pozwoli na zmniejszenie mocy o 70,4%.

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	Pcs	3 393	3 393
Pobór mocy	kWh	1 860 995,38	549 990,72
Redukcja mocy	%	<b>70,4%</b>	

**Oszczędności** w przypadku modernizacji w oparciu o oprawy w technologii LED oraz z zastosowaniem inteligentnego systemu sterowania, umożliwiającym redukcje mocy w godzinach o zmniejszonym natężeniu ruchu drogowego wyniosą 70,4%.

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - Taryfa dzienna	1 966	148,03	291 035	0,31	90 221	110 972
Ilość h - Taryfa nocna (-15%)	2 058	125,83	258 956	0,20	51 791	63 703
<b>SUMA</b>	<b>4 024</b>		<b>549 991</b>		<b>142 012</b>	<b>174 675</b>

Przedstawienie efektu oszczędności graficznie:



Koszt energii przed modernizacją **580 823,00 zł**

Koszt energii po modernizacji – wariant II – **174 675,00 zł**

Wariant ten pozwoli obniżyć koszty samej energii elektrycznej o **406 148,00 zł.** w skali roku.

Bo:  $580\,823,00 - 174\,675,00 = 406\,148,00$

Dodatkowe oszczędności wynikają z wprowadzenia redukcji mocy w godzinach późnonocnych.

#### **Wycena kosztów zadania:**

- Wymiana opraw na oprawy w technologii LED.
- Wymiana wyścięgników.
- Wymiana zabezpieczeń we wnęce słupowej.
- Wymiana zabezpieczeń na liniach napowietrznych
- Wymiana przewodów zasilających oprawy oświetleniowe
- Montaż sterowników i przekaźników systemu inteligentnego sterowania.
- Montaż analizatorów sieci i sterowników inteligentnych.
- Uruchomienie aplikacji inteligentnego sterowania.
- Remont szaf sterujących SO.

## Wskaźnik redukcji emisji CO<sub>2</sub>

Wyliczony zgodnie z obowiązującymi przepisami procent ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> w omawianym wariantcie wyniesie 70% co pozwoli na redukcję emisji o 1 063 MgCO<sub>2</sub>/rok

Wartość	Zainstalowana moc MW			Zużycie energii elektrycznej MWh/rok			Obliczenia wielkości emisji CO <sub>2</sub>				
	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA	WSKAŹNIK EMISJI	EMISJA PRZED MODERNIZ. Mg/rok	EMISJA PO MODERNIZ. Mg/rok	KOŃCOWY EFEKT ograniczenia/uniknięcia emisji Mg CO <sub>2</sub> /rok	PROCENT REDUKCJI
			(kol. 2 – kol. 3)			(kol. 5 – kol. 6)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	0,46	0,15	0,31	1 861,00	549,99	1 311,00	0,812	1 511	447	1 065	0,70

### 6.3 Wariant III - modernizacja z zastosowaniem stopniowej redukcji mocy w oprawach

Wariant III modernizacji polega na zastosowaniu w oprawie LED zasilacza ze stałą nastawą godzin redukcji mocy oprawy. Stosując ten wariant wykonania modernizacji Gmina osiągnie te same wyniki oszczędności co w wyżej przedstawionym wariantcie II. Różnica będzie zaś polegała na:

1. Braku monitorowania parametrów systemu oświetlenia.
2. Braku możliwości szybkiej zmiany parametrów świecenia z pozycji komputera w Urzędzie przez operatora oświetlenia.
3. System zostanie zbudowany tak, że redukcja mocy w godzinach późnonocnych zostanie ustalona w momencie montażu i zaprogramowana w oprawach.
4. Zmiana godzin redukcji wymaga ingerencji w oprawie w terenie.

**Moc rzeczywista** z zastosowaniem programowanego na stałe zasilacza, umożliwiającym redukcje mocy w godzinach o zmniejszonym natężeniu ruchu drogowego pozwoli na zmniejszenie mocy również o **70,4%**.

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
<b>Ilość punktów świetlnych</b>	Pcs	3 393	3 393
<b>Pobór mocy</b>	kWh	1 860 995,38	549 990,72
<b>Redukcja mocy</b>	%	<b>70,4%</b>	

**Oszczędności** w przypadku modernizacji w oparciu o oprawy w technologii LED oraz z zastosowaniem programowanego na stałe zasilacza, umożliwiającym redukcje mocy w godzinach o zmniejszonym natężeniu ruchu drogowego wyniosą 70,4%.

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - Taryfa dzienna	1 966	148,03	291 035	0,31	90 221	110 972
Ilość h - Taryfa nocna (-15%)	2 058	125,83	258 956	0,20	51 791	63 703
<b>SUMA</b>	<b>4 024</b>		<b>549 991</b>		<b>142 012</b>	<b>174 675</b>

Koszt energii przed modernizacją **580 823,00 zł**

Koszt energii po modernizacji – wariant II – **174 675,00 zł**

Wariant ten pozwoli obniżyć koszty samej energii elektrycznej o **406 148,00 zł.** w skali roku.

Bo:  $580\ 823,00 - 174\ 675,00 = 406\ 148,00$

Dodatkowe oszczędności wynikają z wprowadzenia redukcji mocy w godzinach późnonocnych.

Wariant ten również pozwoli obniżyć koszty samej energii elektrycznej o **406 148,00 zł.** w skali roku. Dodatkowe oszczędności wynikają z wprowadzenia redukcji mocy w godzinach późnonocnych. Zastosowanie tylko zasilacza ze stałą nastawą będzie w zasadzie uniemożliwiła zmiany parametrów świecenia bez ingerencji w terenie ekip montażowych, co może podrożyć wartość konserwacji. Modernizacja wykonana w ten sposób będzie o wiele tańsza niż w wariacie II, a efekt oszczędności uzyskamy ten sam. Oczywiście koszt opraw będzie wyższy, ponieważ reduktory będą zamontowane na stałe w nich.

#### **Wycena kosztów zadania:**

- Wymiana opraw na oprawy w technologii LED.
- Zastosowanie w oprawach zasilacza ze stałą nastawą redukcji mocy.
- Wymiana wyścięgników.
- Wymiana przewodów zasilających oprawy
- Wymiana zabezpieczeń opraw w liniach napowietrznych
- Wymiana tabliczek TB w łupach linii kablowych.
- Szafy oświetleniowe SOU będą tylko remontowane w zakresie wymiany zabezpieczeń oraz ew. zegarów sterujących na nowe – elektroniczne.

## Wskaźnik redukcji emisji CO<sub>2</sub>

Wyliczony zgodnie z obowiązującymi przepisami procent ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> w omawianym wariantcie wyniesie 70% co pozwoli na redukcję emisji o 1 065 MgCO<sub>2</sub>/rok, a więc tak jak w poprzednim wariantcie.

1	Zainstalowana moc MW			Zużycie energii elektrycznej MWh/rok			Obliczenia wielkości emisji CO <sub>2</sub>				
	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA	WSKAŹNIK EMISJI	EMISJA PRZED MODERNIZ. Mg/rok	EMISJA PO MODERNIZ. Mg/rok	KOŃCOWY EFEKT ograniczenia/uniknięcia emisji Mg CO <sub>2</sub> /rok	PROCENT REDUKCJI
			(kol. 2 – kol. 3)			(kol. 5 – kol. 6)					
Wartość	0,46	0,15	0,31	1 861,00	549,99	1 311,00	0,812	1 511	447	1 065	0,70

## 6.4 Podsumowanie – Wybór wariantu

Zestawienie wariantów:

Wariant	Redukcja mocy	Oszczędność brutto	Redukcja emisji
I	68%	394 907,00 zł/rok	68%
II	70,4%	406 148,00 zł/rok	70%
III	70,4%	406 148,00 zł/rok	70%

Zestawiając ze sobą wszystkie omawiane warianty można zauważyć, iż najtańszym rozwiązaniem jest wariant nr I. nie pozwala on jednak na żadną redukcję natężenia oświetlenia czy też monitoringu systemu oświetleniowego. Pod względem uzyskanych oszczędności i redukcji emisji CO<sub>2</sub> wariant II i III są identyczne. Należy jednak zauważyć w wariantcie III niższe koszty inwestycji, spowodowane zamontowaniem ustawionych na stałe zasilaczy obniżających moc oprawy. Zasadniczą wadą takiego rozwiązania jest brak możliwości zmiany nastaw zasilacza z pozycji komputera. Fizycznej zmiany nastaw zasilacza można dokonać w terenie przez ekipę serwisową co powoduje wzrost kosztów obsługi systemu. Zastosowanie inteligentnego sterowania w wariantcie II pozwoli na:

- monitorowanie parametrów systemu oświetlenia
- szybką zmianę parametrów świecenia z pozycji komputera w Urzędzie przez operatora oświetlenia
- wykrywanie awarii w czasie rzeczywistym
- zmniejszenie kosztów eksploatacji systemu
- kontrolę zużycia energii
- dokonywanie zmian w scenariuszach systemu oświetlenia miasta

**Biorąc pod uwagę oszczędności, efekt ekologiczny oraz elastyczność systemu sterowania oświetleniem proponujemy zastosowanie w modernizacji wariantu II. Wariant ten jest przedmiotem dalszego opracowania jako rekomendowany.**

Należy zwrócić uwagę, że jeśli w wyniku modernizacji moc pobierana przez system oświetlenia zmniejszy się o ok. 70%, to zasadnym będzie weryfikacja w poszczególnych umowach oraz rozliczeniach wartości mocy umownych. W związku z tym iż, wszystkie dodatkowe czynniki rozliczenia za pobór energii widniejące na fakturze, są liczone od mocy umownych. Proponowana weryfikacja umów dodatkowo zmniejszy miastu koszty energii elektrycznej

## 7 Prognoza kosztów eksploatacji systemu przed i po modernizacji

Inwestor w okresie referencyjnym nie będzie ponosił żadnych dodatkowych kosztów eksploatacyjnych obiektu. W okresie gwarancji wynoszącym 60 miesięcy duża część kosztów eksploatacyjnych (nowy system) nie będzie ponoszona (źródła, oprawy, przerwy i zwarcia). Koszty te zostaną w dużej części przeniesione na wykonawcę robót budowlanych z tytułu gwarancji. Po okresie gwarancji należy podjąć kroki normujące zasady utrzymania i konserwacji zmodernizowanego systemu oświetlenia. Odbyć się to powinno w drodze przetargu publicznego.

### 7.1 Koszty konserwacji

Obecnie utrzymanie systemu oświetlenia należącego do Tauron Dystrybucja S.A. według danych z Urzędu Gminy wynosi 185 750,00zł brutto. Oświetlenie ulic należące do gminy Miasto Czeladź, MZGiK konserwuje we własnym zakresie. Zakładając że po modernizacji system oświetlenia będzie nowy, konserwacja ograniczy się tylko do niektórych niezbędnych czynności jak: cykliczne czyszczenie, pomiary, wycinki drzew itp. Gmina może po okresie gwarancji ogłosić przetarg na zadanie konserwacyjne. W tym wypadku można przyjąć że cena za konserwację jednego punktu oświetleniowego nie przekroczy 5,00 zł netto.

Zakładając nowe koszty konserwacji po modernizacji można przyjąć że:

5,00 zł x 1 645 pkt	= 8 225,00 zł
VAT 23%	= 1 891,75 zł
Koszt Brutto	= 10 116,75 zł/m-c
<b>Koszt roczny</b>	<b>= 121 401,00 zł/rok</b>

**A więc przewiduje się obniżenie kosztów konserwacji o 64 342,53 zł**

### 7.2 Koszty energii

Obecne całkowite koszty energii elektrycznej zużywanej przez system oświetlenia ulicznego są na poziomie 810 018,00 zł rocznie. Jeśli sama energia elektryczna kosztuje gminą Czeladź, zgodnie z wyliczeniami 472 214 ,00 zł, oznacza to iż opłaty z tytułu abonamentu, dystrybucji, kosztów tzw. stałej i zmiennej wynoszą ok. 337 804,00 zł. Koszty te wyliczane są przez Zakład Energetyczny na podstawie zakontraktowanej mocy umownej.

Jeśli modernizacja obniży nam faktyczny pobór mocy o 70,4% tj. będzie wynosił 148,03 kW, w związku z powyższym moce umowne powinny również adekwatnie być obniżone.



Oczywiście będzie to wymagało negocjacji zawarcia nowych umów przyłączeniowych dla poszczególnych punktów poboru energii. Jeśli pobór mocy rzeczywistej obniży się nawet o 70%, to sugeruje się aby moce umowne obniżyć proporcjonalnie przynajmniej o 50%. W związku z powyższym koszty związane z dystrybucją, oraz koszt tzw. stałej, zmiennej i przesyłu powinny obniżyć się również proporcjonalnie, a więc do ok. 183 450,00 (spadek prawie o 50%). Ponieważ obecnie koszt dystrybucji wynosi ok. 366 900,00 zł.

Zakładając wyliczone koszty po modernizacji można przyjąć że:

Koszty energii elektrycznej = 174 675,00 zł

Koszty Dystrybucji = 183 450,00 zł

**Całkowity koszty energii = 358 125,00 zł**

Biorąc pod uwagę powyższe wyliczenia kosztów konserwacji oraz energii wraz z opłatami dystrybucyjnymi można przyjąć że koszt utrzymania systemu oświetleniowego po modernizacji powinien kształtować się w wysokości **479 526,00 zł**:

$$121\ 401,00\ \text{zł/rok} + 358\ 125,00\ \text{zł/rok} = 479\ 526,00\ \text{zł /rok brutto}$$

Porównując wydatki bieżące utrzymania systemu na poziomie **995 761,00 zł/rok** ( konserwacja + energia ) oszczędności wynikłe z modernizacji wyniosą **516 235,00 zł** - spadek o **48%**

$$995\ 761,00\ \text{zł/rok} - 479\ 526,00\ \text{zł/rok} = 516\ 235,00\ \text{zł /rok brutto}$$

## **8 Sprzęt oświetleniowy - źródła światła**

### **8.1 Półprzewodnikowe źródła światła**

Technologia LED jest coraz szerzej stosowana w oświetleniu, od niedawna w oświetleniu zewnętrznym. Na rynku pojawia się coraz więcej produktów będących alternatywą dla klasycznego oświetlenia zewnętrznego opartego do tej pory na źródłach wysokoprężnych. Źródła LED mają wiele zalet. Podstawowe to:

- długa żywotność – ok. 50 000 godzin - (dla uszkodzeń 50%)
- nie generują promieniowania ultrafioletowego (UV) i podczerwonego (IR)
- biała barwa światła
- dobra jakość światła
- wyeliminowany efekt stroboskopowy
- nie zawierają rtęci, metali ciężkich lub innych szkodliwych dla środowiska substancji
- natychmiastowy start - osiągnięcie normalnej jasności bezpośrednio po uruchomieniu, bez opóźnienia
- szybki ponowny zapłon źródła światła

Technologia LED jest ciągle udoskonalana i wciąż trwają prace nad wyprodukowaniem źródła LED o wyższej skuteczności. Dziś oświetlenie drogowe LED staje się racjonalną, ekonomiczną alternatywą dla klasycznego oświetlenia sodowego.

### **8.2 Sprzęt oświetleniowy – Oprawy**

Oprócz źródeł światła, o jakości oświetlenia decyduje także w dużym stopniu, jakość zastosowanej oprawy oświetleniowej. Powinna się ona charakteryzować wysokimi parametrami technicznymi, gwarantującymi wysoką szczelność układu optycznego i elektrycznego oraz ograniczać powstawanie oślnienia. Poniżej zestawiono wymagane parametry techniczne i użytkowe, jakimi powinny się charakteryzować oprawy ledowe:

W celu oświetlenia przewidziano montaż punktów świetlnych zrealizowanych za pomocą opraw LED. Oprawa przeznaczona do montażu na wysięgniku - średnica zakończenia wysięgnika powinna wynosić 60 mm. Konstrukcja oprawy z profili oraz blach, wykonywanych z aluminium o przewodności cieplnej ( $>200\text{W/mK}$ ) zabezpieczona przez anodowanie, powłoka 20 mikron. Kształt oprawy według załączonej karty katalogowej powłoka anodowana. Oprawa wyposażona w 24 diod CREE XP-L lub równoważne, diody umieszczone na płytce drukowanej MCPCB z elementami zabezpieczającymi, zintegrowana z soczewką asymetryczną

wykonaną z tworzywa PMMA o podwyższonych właściwościach temperaturowych. Moduł optyczny IP 66 montowany na powierzchni radiatora. Moc całkowita oprawy max 80 W–144 W, strumień świetlny oprawy 9750 lm. Oprawa z możliwością wymiany pojedynczych modułów optycznych. Wymiana pojedynczego modułu optycznego nie może przekraczać 20% wartości oprawy co ma wpływ na koszty eksploatacji po okresie gwarancji. Temperatura barwy światła 5000K (barwa biała neutralna) oprawa osiąga efektywność energetyczną klasy A++ co ma bezpośrednie przełożenie na zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych, a także pozytywnie wpływa na środowisko naturalne. Żywotność diod LED minimum 50 000 godzin, gwarancja producenta na oprawę minimum 5 lat. Oprawa przystosowana do pracy w temperaturach od -40 stopni C do +55 stopni C. W oprawie powinien być zainstalowany zasilacz wyposażony w niezbędne zabezpieczenia: przepięciowe, zwarciovowe oraz zabezpieczenie chroniące diody LED zamontowane w oprawie przed przegrzaniem, IP66 modułu optycznego i zasilacza. Oprawy muszą posiadać deklarację zgodności CE producenta. Oprawy powinny być dostarczone wraz z nierdzewiejącymi elementami mocującymi i być gotowe do działania i montażu.

### **8.3 System Sterowania**

- system sterowania musi zapewniać płynną regulację natężenia oświetlenia, oraz odczyt parametrów pracy lamp (napięcie zasilania, pomiar zużytej energii, czasu pracy systemu).
- niezależnie od zastosowanego systemu (indywidualne / grupowe) sterowanie powinno zapewniać wysyłanie sygnałów – załącz/wyłącz oraz zmiany natężenia oświetlenia poza wyznaczonymi godzinami pracy.
- powyższe dane muszą być dostępne operatorowi na określonym stanowisku pracy po zalogowaniu się.
- odczyt danych powinien być udostępniony na bieżąco i posiadać możliwość tworzenia raportów, w formie wydruków.
- stany awaryjne (otwarcie szafy, zanik napięcia, załączenie poza systemem, itd.) muszą być sygnalizowane natychmiastowo w postaci alarmu i powiadomienia.
- komunikacja pomiędzy sterownikiem w szafie SOU, a oprawą powinna odbywać się po istniejącej sieci.
- komunikacja pomiędzy stanowiskiem operatora a szafami odbywać się powinna za pośrednictwem sygnału GSM / GPRS.
- system powinien umożliwiać konfigurację poziomu redukcji mocy w ustalonych przedziałach czasowych.

## 9 Analiza prawna

Wykonawcą instytucjonalnym projektu (inwestorem) jest gmina Miasto Czeladź, jednostka samorządu terytorialnego posiadająca samodzielną osobowość prawną na podstawie ustawy z dnia 8 marca 1990 roku o samorządzie gminnym (tekst jednolity Dz. U. z 2015. Poz.1045).

Projekt w sposób nie budzący wątpliwości mieści się w kompetencjach samorządu gminnego określonych przywołaną ustawą i należy do zadań własnych Gminy. Realizacja projektu jest uzależniona od działań instytucji trzecich. Warunkiem jest uzyskanie zgody właściciela sieci – Tauron Dystrybucja S.A. w przypadku linii wspólnych – napowietrznych. Brak jest rozpoznawalnych zagrożeń dla realizacji projektu, wynikających z czynników formalno-prawnych, oraz instytucjonalnych zarówno po stronie beneficjenta jak i instytucji zewnętrznych. Inwestycja wymaga uzyskania zgłoszenia do właściwego rejonu Zakładu Energetycznego Tauron Dystrybucja S.A. Modernizacja opraw systemu oświetlenia ulic należących do Tauron Dystrybucja S.A. wymaga odpowiednich porozumień z właścicielem omawianej sieci oświetlenia. Inwestor bowiem powinien w świetle prawa budowlanego oraz ustawy o Samorządach dysponować prawem do prowadzenia inwestycji na majątku modernizowanym.

Nadzór inwestorski dla zadania Inwestor powinien zlecić podmiotowi zewnętrznemu. Nadzory branżowe (zewnętrzne i odpłatne) ze strony podmiotów uzgadniających wykonawstwo robót budowlanych w ramach poszczególnych branż, powinien uzgadniać i koordynować na bieżąco inspektor nadzoru powołany przez Inwestora.

Inwestor nabędzie prawo dysponowania nieruchomością na cele budowlane w rozumieniu art. 32 ust. 4 p. 2 ustawy Prawo Budowlane.

### 9.1 Przepisy z zakresu prawa ochrony środowiska

Nie stwierdzono przeszkód w realizacji inwestycji ze strony przepisów dotyczących ochrony środowiska. Inwestycja nie stwarza szczególnych warunków obciążenia środowiska ani szczególnych zagrożeń dla niego.

**Nie zidentyfikowano żadnych potencjalnych przeszkód prawnych, które mogłyby zablokować realizację inwestycji lub zakłócić jej przebieg. INWESTYCJA JEST WYKONALNA POD WZGLĘDEM PRAWNYM.**

## 10 Analiza oddziaływania na środowisko

Modernizacja oświetlenia ma na celu oszczędność zużycia energii elektrycznej. W wyniku tych oszczędności zmniejszają się wielkości emisji do atmosfery i ilości popiołów produkowanych przez elektrownie węglowe. Do wyprodukowania 1 MWh energii elektrycznej zużywa się ok. **500 kg** węgla. W związku z tym do atmosfery wyemitowane zostają następujące ilości związków chemicznych i pyłów lotnych (na podstawie publikacji zawartych w „Emitorach”. **CO<sub>2</sub> – 1130 kg, CO – 4 kg, SO<sub>x</sub> – 9,3 kg, NO<sub>x</sub> – 3,5 kg, pyły lotne – 2,2 kg.** Emitowane pyły lotne zawierają nie wymienione wyżej pierwiastki promieniotwórcze oraz ołów, kadm i arsen. W skali roku, do atmosfery zostaną wyemitowane następujące ilości zanieczyszczeń:

1	Moc przed modernizacją [kW]	462,47	
2	Moc po modernizacji [kW]	125,83	- 336,65
3	Czas świecenia [ h ]	4 024,00	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	1 354,66	
Lp	Zanieczyszczenia [kg]	Zanieczyszczenia [kg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO <sub>2</sub>	1 530 766	1 130,00
2	Tlenek węgla CO	5 419	4,00
3	Tlenki siarki Sox	12 598	9,30
4	Tlenko azotu Nox	4 741	3,50
5	Pyły lotne	2 980	2,20
	RAZEM [ kg ]:	1 556 504	1 149

**Modernizacja systemu oświetlenia w gminie Miasto Czeladź przyczyni się do zmniejszenia emisji szkodliwych pyłów o 1 556,5 tony rocznie.**

Wartość	Zainstalowana moc MW			Zużycie energii elektrycznej MWh/rok				Obliczenia wielkości emisji CO <sub>2</sub>			
	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA	WSKAŹNIK EMISJI	EMISJA PRZED MODERNIZ. Mg/rok	EMISJA PO MODERNIZ. Mg/rok	KOŃCOWY EFEKT ograniczenia/uniknięcia emisji Mg CO <sub>2</sub> /rok	PROCENT REDUKCJI
			(kol. 2–kol.3)			(kol. 5–kol. 6)					
	0,46	0,15	0,31	1 861,00	549,99	1 311,00	0,812	1 511	447	1 065	0,70

**Wskaźnik ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> wyniesie 0,70 (wyliczony zgodnie z obowiązującymi przepisami)**

Dodatkowo:

Koncepcja kompleksowej modernizacji oświetlenia drogowego na terenie gminy Miasto Czeladź zakłada zastąpienie istniejącego wyeksploatowanego oświetlenia na oświetlenie lampami ledowymi, o mniejszej mocy i trwałości użytkowej min. 50 000 h. Zatem wymiana i utylizacja źródeł będzie zachodziła trzy razy rzadziej niż obecnie.

## 11 Analiza finansowa

Według dokumentu Regionalnego Programu Operacyjnego dla Województwa Śląskiego „Wytyczne dotyczące przygotowywania Studiów Wykonalności w ramach RPO – WSL 2007 - 2013” w rozdziale „Analiza finansowa” należy przedstawić dla inwestycji szczegółowy harmonogram rzeczowo-finansowych nakładów na budowę. Należy również określić źródła szacunków (np. kosztorys inwestorski, przetarg, oferty potencjalnych wykonawców, doświadczenia inwestora).

**Takie dane mogą być wstawione do studium w trybie aktualizacji dopiero po powstaniu projektu budowlanego lub wyborze wykonawcy. Obecnie można przedstawić tylko szacunkowy harmonogram rzeczowo-finansowy wg zaleceń autora studium. Kosztorysy szacunkowe załączone są do Studium, jako oddzielne dokumenty.**

Koszty finansowe do poniesienia natychmiast, to koszt sporządzenia dokumentacji przed-inwestycyjnej i koszty realizacji inwestycji: wykonawstwa, nadzoru, opłat wymaganych prawem itp. koszty odroczone, to dodatkowe (w stosunku do stanu sprzed realizacji projektu) koszty utrzymania powstałej infrastruktury.

**Koszt oświetlenia ulic i dróg można wyrazić za pomocą równia regresji jak poniżej:**

$$Ke = \sum_{i=1}^n (Pz * St + Pu * St) * ti + Kk + H$$

gdzie:

Ke - koszt energii

Pz - moc zainstalowana

Pu - moc umowna

ti – czas świecenia i-tego obwodu

St - stawka taryfowa

i – ilość obwodów oświetleniowych od 1 do n

Kk - koszt konserwacji

H - pozostałe stawki taryfowe jak np. opłata handlowa

## **12 Analiza kosztów dostawy energii elektrycznej oraz mocy umownych**

Obecnie moce umowne, są wyliczone na podstawie wielkości zabezpieczeń poszczególnych obwodów oświetleniowych. Posiadają one obecnie właściwe parametry. Mając na uwadze, iż po wykonaniu modernizacji oświetlenia moc systemu oświetlenia spadnie o ok. 70%, w związku z powyższym zaleca się po wykonaniu modernizacji przeanalizować właściwe pobory energii na poszczególnych obwodach i wyliczyć właściwe moce umowne.

**Weryfikacja mocy umownych po modernizacji przyczyni się do następujących oszczędności w budżecie miasta, ponieważ wysokość mocy umownych znacznie wpływa na parametry stałe faktur za energię elektryczną, bowiem abonament, opłaty dystrybucyjne, przesyłowe są liczone od wartości mocy umownej.**

Kwoty jakie można zaoszczędzić negocjując nowe umowy dostawy energii do zmodernizowanego już systemu oświetlenia dróg przedstawiono na str. 33 i 34 opracowania.



## 13 Wnioski ostateczne

1. Wskazany w opracowaniu sposób modernizacji oświetlenia przedstawia drogę do obniżania kosztów i zwiększenia efektywności wydawanych środków finansowych. Uwzględnia również możliwości i plany budżetowe Miasta.
2. Zalecanym rozwiązaniem przeprowadzenia modernizacji oświetlenia drogowego na terenie Gminy Miasto Czeladź jest wykonanie kompleksowej wymiany zakwalifikowanych opraw z uwagi na zdecydowaną poprawę parametrów oświetleniowych modernizowanych ciągów komunikacyjnych.
3. **Powyższy audyt jest pewną propozycją zastosowania posunięć zmierzających do powstania znacznych oszczędności w energii i budżecie miasta. Oczywiście Miasto może rozważyć również inne rozwiązania, np.:**
  - modernizacja z zastosowaniem stałej redukcji mocy
  - modernizacja z zastosowaniem inteligentnego systemu sterowania
  - autor niniejszej dokumentacji deklaruje chęć współpracy z gminą Miasto Czeladź w zakresie dalszych opracowań zadań modernizacyjnych, które na podstawie niniejszego audytu będą dedykowane do ew. realizacji przez odpowiednie jednostki Samorządu.

### 13.1 Zestawienie obliczeń

1.	Ilość opraw całkowita	3 393
2.	Ilość opraw do modernizacji	3 393
3.	Moc systemu przed modernizacją	462,47
4.	Moc systemu po modernizacji	125,83
5.	Planowana oszczędność w %	70,45%
6.	Koszt energii przed modern.	580 822,85
7.	Koszt energii po modern.	174 674,73
8.	Oszczędność w budżecie	406 148,12
9.	Oszczędność w emisji CO2	1 530 765,67
10.	Wskaźnik % redukcji emisji / program SOWA NFOŚiGW	0,70
11.	Wartość inwestycji modernizacji brutto	

W załączeniu przedstawiamy karty katalogowe zaprojektowanego sprzętu oświetleniowego do modernizacji. W zadaniu przetargowym dopuszcza się stosowanie sprzętu równoważnego spełniającego warunki opisane w dokumentacji, ale nie gorsze od sprzętu użytego w projekcie.

Załącznikami do niniejszej dokumentacji są:

1. Karty katalogowe proponowanego osprzętu
2. Obliczenia fotometryczne proponowanej modernizacji
3. Inwentaryzacja tabelaryczna systemu oświetlenia miasta
4. Licencja na oprogramowanie Viewer2 (aplikacja elektronicznej inwentaryzacji z elementami systemu GIS).
5. Instrukcja obsługi oprogramowania Viewer2.
6. Program Funkcjonalno Użytkowy proponowanej modernizacji.
7. Protokół z pomiarów parametrów oświetlenia wybranych odcinków dróg.

Opracowanie:

*AVC Polska Sp. z o.o.*

*02-284 Warszawa, Al. Krakowska 4/6*

*Jakub Suchecki – Director Energy Saving*

*Mariusz Tabęcki – Project Lighting Manager*

*Andrzej Jurek – Lighting Development Manager*

*Maciej Suchecki – Prezes AVC Polska sp. z o.o.*

Warszawa dn. 25.04.2016. r.