

# **BIURO PROJEKTOWE I USŁUG TECHNICZNYCH**

**mgr inż. Tadeusz Pabin**

97-300 Piotrków Trybunalski, ul. Korczaka 9

tel. 601-722-871 e-mail: bp.ut.tp@onet.eu

NIP: 771-190-14-97

REGON 592206065

---

## **AUDYT ENERGETYCZNY**

**WRAZ Z WYLICZENIEM EFEKTU EKOLOGICZNEGO  
DLA MODERNIZACJI OŚWIETLENIA ULICZNEGO UL. WOJSKA  
POLSKIEGO NA ODCINKU OD UL. ARMII KRAJOWEJ DO WIADUKTU  
KOLEJOWEGO W PIOTRKOWIE TRYB.**

**MIEJSCE LOKALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA:**

**PIOTRKÓW TRYBUNALSKI**

**ul. Wojska Polskiego**

**DANE PODMIOTU REALIZUJĄCEGO PRZEDSIĘWZIĘCIE:**

**MIASTO PIOTRKÓW TRYB.**

**97-300 Piotrków Tryb.**

**ul. Pasaż Rudowskiego 10**

**DANE SPORZĄDZAJĄCEGO AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ:**

**mgr inż. Tadeusz Pabin**

**Upr. Nr UAN.V 8388/24/87 z \$4 ust.2, \$7 i \$13 ust.1 pkt. 4 lit. d**

## **SPIS TREŚCI**

1. Karta audytu efektywności energetycznej
2. Dane identyfikacyjne przedsięwzięcia przewidzianego do realizacji
3. Wykaz dokumentów źródłowych
4. Charakterystyka ogólna przedsięwzięcia
5. Metoda badań
6. Ocena stanu technicznego przed modernizacją
7. Ocena stanu technicznego po modernizacji
8. Wyliczenie średniorocznego efektu energetycznego
9. Wyliczenie średniorocznego efektu ekologicznego

## **1. Karta audytu efektywności energetycznej**

**Data wykonania: 17 grudzień 2018r**

**Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**

Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej: **Modernizacja oświetlenia zewnętrznego**

Opis przedsięwzięcia służący poprawie efektywności energetycznej:

**Modernizacja oświetlenia zewnętrznego polegająca na przebudowie oświetlenia ulicznego ul. Wojska Polskiego w Piotrkowie Tryb. /Odc. od ul. Armii Krajowej do wiaduktu kolejowego/**

Dane podmiotu u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:

**Miasto Piotrków Tryb.  
z siedzibą ul. Pasaż Rudowskiego 10  
97-300 Piotrków Tryb.**

Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia: ----

Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej: ----

Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej: ----

Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii: **10 lat**

**Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej /na podstawie audytu efektywności energetycznej/:**

Średnioroczna oszczędność energii finalnej – **18 654 [kWh/rok] 1,60 [toe/rok]**

Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej – **46 635 [kWh/rok] 4,01 [toe/rok]**

Szacowana wielkość redukcji emisji CO<sub>2</sub> – **14,57 [ton/rok]**

Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej: **mgr inż. Tadeusz Pabin**

Nr uprawnienia – **nie dotyczy**

Nr telefonu – **601 722 871**

Podpis

## **2. Dane identyfikacyjne przedsięwzięcia przewidzianego do realizacji**

a) *Inwestor: Miasto Piotrków Tryb.  
ul. Pasaż Rudowskiego 10  
97-300 Piotrków Tryb.*

b) *Adres przedsięwzięcia:  
ul. Wojska Polskiego  
Piotrków Tryb.*

c) *Data opracowania:  
17 grudzień 2018r*

## **3. Wykaz dokumentów i danych źródłowych**

a) dane uzyskane z inwentaryzacji istniejącego oświetlenia

b) projekt budowlano-wykonawczy

c) wykaz norm i rozporządzeń zastosowanych przy sporządzaniu audytu:

- Ustawa z dnia 20.05. 2016r o efektywności energetycznej
- Rozporządzenie Min. Gospodarki z dn. 5.10.2017r w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii
- Rozporządzenie Min. Infrastruktury z dn. 17.03.2009r (z późniejszymi zmianami z dn. 3.09.2015r) w sprawie szczegółowego zakresu i form audytu energetycznego oraz części audytu remontowego, wzorów kart audytu a także algorytmu oceny opłacalności przedsięwzięcia termomodernizacyjnego.

## **4. Charakterystyka ogólna przedsięwzięcia**

Przedmiotem audytu jest modernizacja polegająca na przebudowie oświetlenia ulicznego ulicy Wojska Polskiego na odcinku od ul. Armii Krajowej do wiaduktu kolejowego. Zostanie wybudowane nowe oświetlenie z zastosowaniem opraw oświetleniowych ze źródłami światła typu LED, zamontowanymi na słupach stalowych oświetleniowych zasilanych kablem ziemnym.

### **Rys.1 Lokalizacja przedsięwzięcia.**

## 5. Metoda badań

Zgodnie z Rozporządzeniem Min. Gospodarki w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii i zapisem par.4 pkt.2. Audyt dla przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej, określonego w załączniku Nr 1 do rozporządzenia może być sporządzony w sposób uproszczony.

Modernizacja opraw oświetleniowych lub źródeł światła znajduje się w Załączniku Nr 1 Rozporządzenia wśród przedsięwzięć, dla których audyt może być wykonany w sposób uproszczony wg metodologii określonej w rozporządzeniu w par.6 pkt.1. Do sporządzenia audytu w sposób uproszczony wykorzystuje się dane i metody określania ilości energii zaoszczędzonej, określone w Załączniku Nr 2 do Rozporządzenia.

Modernizacja opraw oświetleniowych:

$$Q = T (M - M') / 1000$$

Q - ilość zaoszczędzonej energii finalnej, wyrażone w [kWh/rok]

T - czas użytkowania źródła światła, określony na podstawie danych tabeli nr 6, wrazoney w [h/rok],

M - łączna moc znamionowa istniejących (starych) opraw o oświetl. wyrażonych w [W]

M' - łączna moc znamionowa nowych opraw o oświetleniowych po modernizacji wyrażonych w [W]

Opisana powyżej metodologia została zastosowana do wyliczeń oszczędności uzyskanych przy modernizacji obiektów, gdzie nie zastosowano dodatkowych rozwiązań podnoszących sprawność systemu.

Audyt bilansowy umożliwiający wykonanie pełnego bilansu energetycznego dla przedsięwzięcia związanego z modernizacją oświetlenia wykonuje się zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dn. 27.02.2015r w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną część techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania i świadectw ich charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2015 poz. 376).

Dopuszczone przez Rozporządzenie usprawnienia umożliwiające uzyskanie oszczędności energii, które należy brać pod uwagę to: zastosowanie bardziej energooszczędnych źródeł światła lub opraw oświetleniowych, systemów automatycznego sterowania wydajnością i parametrami oświetlenia, optymalizację czasu załączania oświetlenia oraz wprowadzenie sekcji oświetleniowych w zależności od przeznaczenia oświetlanych stref i pomieszczeń.

Zapotrzebowanie na energię końcową na potrzeby oświetlenia wybudowanego oblicza się według wzoru:

$$E = E_{\text{sc}} \times A \quad [\text{kWh/rok}]$$

gdzie:

E - roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię do oświetlenia j-tego pomieszczenia, straty na sieci rozpraszającej i na przekładnikach w budynku są pomijane [kWh/m<sup>2</sup>rok]

A - powierzchnia użytkowa [m<sup>2</sup>]

$$E = F \times \text{-----} \times [(t \times F \times F) + (t \times F)] \quad [\text{kWh/m}^2\text{rok}]$$

gdzie:

P - moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego wbudowanego w danym wnętrzu lub użyteczności publicznej przyjmowane na podstawie projektu oświetlenia budynku lub na podstawie par.180a przepisów techniczno-budowlanych

t - czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia

t - czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy

F - współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, obliczany wg. podanego niżej wzoru. W przypadku braku regulacji prowadzącej do utrzymania natężenia oświetlenia na poziomie wymaganym wartość współczynnika FC wynosi 1

F - współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z Tabelą 8 Rozporządzenia

F - współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu zgodnie z Tabelą 7 Rozporządzenia

$$F_c = (1 + MF) / 2$$

gdzie:

MF - współczynnik utrzymania poziomu natężenia oświetlenia, przyjmowany na podstawie projektu, gdy stosowana jest regulacja natężenia oświetlenia, w praktyce jego wartość wynosi przeważnie 0,8-0,9; przy braku regulacji przyjmuje się 1,0.

$$P = [(P \times A)] / A \quad [\text{W/m}^2]$$

gdzie:

P - moc jednostkowa opraw oświetlenia podstawowego zainstalowana w j-tym pomieszczeniu [W/m<sup>2</sup>]

A - powierzchnia użytkowa j-tego pomieszczenia [m<sup>2</sup>]

$$E = [(E \times A)] / A \quad [\text{kWh/(m}^2\text{rok)}]$$

gdzie:

E - roczne jednostkowe zapotrzebowanie na energię do oświetlenia j-tego pomieszczenia, straty na sieci rozpraszającej i na przekładnikach w budynku są pomijane [kWh/m<sup>2</sup>rok]

Tabele zawierające szacunkowe czasy użytkowania oraz odpowiednie współczynniki zawarte zostały w rozporządzeniu (oświel. uliczne). Zestawienie danych potrzebnych do wyliczeń uzyskanego efektu z określeniem czasu użytkowania odpowiednich opraw oraz ich ilości przedstawiono w tabeli poniżej:

**Tabela 1. Zestawienie danych do obliczeń.**

Lokalizacja	Czas użytkowania [h/rok]	Ilość punktów świetl. przed moderniz. [szt.]	Ilość punktów świetl. po moderniz [szt.]
Oświel. Uliczne	4150	26	23

Źródło: Inwentaryzacja istniejącego oświetlenia i Projekt budowlano-Wykonawczy

## 6. Ocena stanu technicznego przed modernizacją.

Istniejące oświetlenie uliczne wykonano oprawami typu OUS 250W zamontowanymi na wysięgnikach na słupach linii energetycznej napowietrznej NN oraz na wysięgnikach masztu oświetleniowego. Tego typu rozwiązanie ma wadę polegającą na konieczności wyłączania linii energetycznej napowietrznej na czas usuwania awarii oświetlenia. Istniejące oprawy sodowe o mocy nominalnej 250W faktycznie pobierają całkowitą moc 275W /źródło i układ zasilający/. Wadą obecnego rozwiązania jest również charakterystyczna żółta barwa światła oraz stosunkowo duża moc jednostkowa opraw , powodująca niejednokrotnie duże straty wynikające z nieliniowego charakteru pracy.

Nowe oświetlenie zostało zaprojektowane jako dwustronne na odcinku od ul. Armii Krajowej do ul. Niecałej oraz jako jednostronne na odcinku od ul. Niecałej do wiaduktu kolejowego. Zasilanie projektowanego oświetlenia z istniejącej skrzynki oświetleniowej SO przy stacji trafo. Nr 1-0319 /od strony wymienianych słupów oświetleniowych przy ul. Armii Krajowej/ oraz ze słupa Nr 3 linii napowietrznej przy ul. Niecałej – istniejąca skrzynka oświetleniowa SO przy stacji trafo. Nr 1-0757. W projektowanym zakresie oświetlenia wszystkie kable zasilające nowe.

Zestawienie zużycia energii elektrycznej modernizowanego odcinka ulicy Wojska Polskiego przedstawiono w tabeli poniżej. Dane zawarte w tabeli wynikają z przeprowadzonej inwentaryzacji i są podstawą dalszych obliczeń niniejszego audytu.

**Tabela 2. Zestawienie danych do obliczeń przed modernizacją.**

Lokalizacja	Nr punktu pomiarowego	Zużycie [kWh/rok]
ul. Wojska Polskiego	1-0319	5 665
ul. Wojska Polskiego	1-0757	5 353
Razem		11 018

## 7. Ocena stanu technicznego po modernizacji.

Budowę nowego oświetlenia zaprojektowano nowoczesnymi oprawami oświetleniowymi w technologii typu LED zamontowanymi na wysięgnikach nowych słupów oświetleniowych stalowych zasilanych kablami ziemnymi. Projektowane rozwiązanie eliminuje energochłonny system startowy wbudowany w oprawę oraz ukierunkowuje strumień świetlny. Wartości strumienia świetlnego podano w tabeli poniżej.

**Tabela 3. Zestawienie danych do obliczeń po modernizacji.**

Typ A	Typ B
15550lm/13080lm	19540lm/16440lm

Przyjęte do modernizacji moce źródeł światła:

**Tabela 4. Zestawienie mocy nowych opraw.**

Typ A	Typ B
105W	145W

Przyjęte rozwiązanie ma większą sprawność przekraczającą 120lm/W oraz mniejszą moc zainstalowaną niż była przed modernizacją. Producent opraw deklaruje utrzymanie strumienia świetlnego na poziomie 80% po 100 000h eksploatacji co pozwala określić czas uzyskanego efektu dla założonych godzin użytkowania powyżej 10 lat.

**Tabela 5. Zestawienie danych do obliczeń po modernizacji.**

Typ oprawy	Moc jednostkowa [W]	Ilość [szt.]	Łączna moc [W]
Typ A	105	17	1785
Typ B	145	6	870
		23	2655

Zaletami opraw oświetleniowych typu LED są: większy strumień świetlny, szeroka gama barw światła białego przy jednorodnie wysokiej jasności i natężeniu, zużycie energii niższe nawet o 70%, łatwość sterowania i kształtowania charakterystyki fotometrycznej, szybki zapłon, mała wrażliwość na częste włączenia i wyłączenia zasilania oraz drgania i wstrząsy, długa trwałość bardzo istotna dla prac konserwacyjnych i remontowych.

## 8. Wyliczenie średniorocznego efektu energetycznego.

Przeprowadzona analiza wykazuje uzyskanie w oświetleniu oszczędności energii. W Tabeli 6 zamieszczono wyliczone oszczędności energii dla modernizowanego odcinka ulicy.



**Tabela 6. Wyliczenie zużycia energii przez system oświetleniowy.**

	Stan przed modernizacją	Stan po modernizacji
Ilość modernizowanych opraw [szt.]	26	23
Czas świecenia [h/rok]	4150	
Roczne zużycie energii [kWh/rok]	29 672	11 018

**Tabela 7. Łączny średnioroczny efekt energetyczny.**

Roczna oszczędność energii finalnej	18 654	kWh
Roczna oszczędność energii finalnej	1,60	toe
Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla energii elektrycznej	2,5	-
Wielkość energii pierwotnej	46 635	kWh
Wielkość energii pierwotnej	4,01	toe
Wielkość redukcji emisji CO <sub>2</sub> (0,781 Mg/MWh)	14,57	MgCO <sub>2</sub> /rok

(Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej stosownie do wykorzystywanego paliwa wg. Rozporządzenia Ministra Energii z dn. 5.10.2017r)

## **9. Wyliczenie średniorocznego efektu ekologicznego.**

Wskaźniki emisyjności dla poszczególnych substancji na podstawie informacji wg. Krajowej bazy o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2016r dla końcowych odbiorców energii elektrycznej.

**Tabela 8. Średnioroczny efekt ekologiczny.**

Roczna oszczędność energii finalnej	18 654	kWh
Wielkość redukcji emisji CO <sub>2</sub> (0,781 Mg/MWh)	14 569	kgCO <sub>2</sub> /rok
Wielkość redukcji emisji SO <sub>2</sub> (0,818 kg/MWh)	15,26	kgCO <sub>2</sub> /rok
Wielkość redukcji emisji NO <sub>x</sub> (0,8 kg/MWh)	14,92	kgCO <sub>2</sub> /rok
Wielkość redukcji emisji CO (0,252 kg/MWh)	4,70	kgCO <sub>2</sub> /rok
Wielkość redukcji emisji pyłu całkowitego (0,053 kg/MWh)	0,99	kgCO <sub>2</sub> /rok

**Tabela 9. Emisja zanieczyszczeń do atmosfery.**

Rodzaj wskaźnika	Stan przed realiz. zadania [Mg/rok]	Stan po realiz. zadania [Mg/rok]	Efekt ekologiczny [Mg/rok]	Redukcja %
1	2	3	4=2-3	5=4/2x100
pył	0,0015726	0,0005839	0,0009887	62,87
SO <sub>2</sub>	0,0242717	0,0090127	0,0152590	62,87
NO <sub>x</sub>	0,0237376	0,0088144	0,0149232	62,87
CO	0,0074773	0,0027765	0,0047008	62,87
CO <sub>2</sub>	23,173832	8,605058	14,568774	62,87
PM <sub>2,5</sub>	0,0076910	0,0028560	0,0048350	62,87
PM <sub>10</sub>	0,0081182	0,0030145	0,0051037	62,87

## **Spis tabel**

Tabela 1. Zestawienie danych do obliczeń.

Tabela 2. Zestawienie danych do obliczeń przed modernizacją.

Tabela 3. Zestawienie danych do obliczeń po modernizacji.

Tabela 4. Zestawienie mocy nowych opraw.

Tabela 5. Zestawienie danych do obliczeń po modernizacji.

Tabela 6. Wyliczenie zużycia energii przez system oświetleniowy.

Tabela 7. Łączny średnioroczny efekt energetyczny.

Tabela 8. Średnioroczny efekt ekologiczny.

Tabela 9. Emisja zanieczyszczeń do atmosfery.

## **Spis rysunków**

Rys.1 Lokalizacja przedsięwzięcia.