

AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

RODZAJ PRZEDSIĘWZIĘCIA SŁUŻĄCEGO POPRAWIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Modernizacja oświetlenia w budynku sali gimnastycznej.

OPIS PRZEDSIĘWZIĘCIA SŁUŻĄCEGO POPRAWIE EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Przedsięwzięcie polega na wymianie starego oświetlenia na nowe energooszczędne oświetlenie typu LED.

PODMIOT, U KTÓREGO ZOSTANIE ZREALIZOWANE PRZEDSIĘWZIĘCIE

Miasto Kraśnik

Ul. Lubelska 84

23-200 Kraśnik

Lokalizacja inwestycji: ul. Urzędowska 10, 23-200 Kraśnik

WYKONAWCA AUDYTU

ARMADA PRO Michał Kondracki

ul. Z. Krasieńskiego 23/14, 23-204 Kraśnik

AUDYT OPRACOWAŁ

Wojciech Matuszewski

DATA SPORZĄDZENIA AUDYTU

20.03.2025 r.

Spis treści

1	WSTĘP	5
1.1	CEL I ZAKRES AUDYTU	5
2	DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU.	6
2.1	DOKUMENTACJA PROJEKTOWA.....	6
2.2	INNE DOKUMENTY I ŹRÓDŁA	6
2.3	WYKAZ WYKORZYSTANYCH PROGRAMÓW KOMPUTEROWYCH.....	6
3	WYMAGANIA, ZALECENIA I ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO AUDYTU	7
3.1	ZAŁOŻENIA AUDYTU	7
4	OPIS I OCENA STANU OBECNEGO OŚWIETLENIA.....	7
4.1	WPROWADZENIE.....	7
4.2	METODYKA OBLICZEŃ.....	7
4.3	ANALIZA ZUŻYCIA ENERGII	8
4.4	ANALIZA EKOLOGICZNA.....	8
5	OPIS I PRZEGLĄD WARIANTÓW	9
5.1	WPROWADZENIE.....	9
5.2	WARIANTY TECHNOLOGICZNE ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA	9
5.2.1	<i>Wariant z zastosowaniem źródeł światła – wysokoprężnych lamp metalohalogenkowych</i>	<i>9</i>
5.2.2	<i>Wariant z zastosowaniem źródeł światła – Diody elektroluminescencyjne LED.....</i>	<i>9</i>
5.2.3	<i>Wybór najlepszego wariantu technologicznego.....</i>	<i>9</i>
5.3	KONCEPCJA MODERNIZACJI OŚWIETLENIA	10
5.3.1	<i>Charakterystyka.....</i>	<i>10</i>
5.3.2	<i>Średnioroczne zużycie energii finalnej</i>	<i>10</i>
5.3.3	<i>Kosztorys.....</i>	<i>11</i>
5.3.4	<i>Ocena efektów, które zostaną uzyskane w wyniku realizacji</i>	<i>11</i>
6	PODSUMOWANIE	14
7	SPIS TABEL	15
8	SPIS RYSUNKÓW	15

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ			Data wykonania	
			20.03.2025	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Modernizacja oświetlenia w budynku sali gimnastycznej		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		Przedsięwzięcie polega na wymianie starego oświetlenia na nowe energooszczędne oświetlenie typu LED		
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/zostało zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):		Miasto Kraśnik Ul. Lubelska 84 23-200 Kraśnik Lokalizacja inwestycji: ul. Urzędowska 10, 23-200 Kraśnik		
Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:**		Data zakończenia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:***		Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:
2025		-		10
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia: **	5204,00	kWh/rok	0,447	toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia: **	13010,00	kWh/rok	1,119	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej: ***	-	kWh/rok	-	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej: ***	-	kWh/rok	-	toe/rok
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej				
Imię i nazwisko:	Wojciech Matuszewski			
Nr telefonu:	723 417 022			
Podpis:				

1 Wstęp

1.1 Cel i zakres audytu

Celem audytu jest określenie możliwości zmniejszenia kosztów eksploatacji oświetlenia oraz wskazanie i uzasadnienie wyboru najlepszego wariantu planowanego przedsięwzięcia, służącego poprawie efektywności energetycznej, polegającego na modernizacji oświetlenia w budynku. Przed audytorem zostało postawione zadanie przeprowadzenia badania stanu oświetlenia oraz zaproponowanie wariantów dla planowanego przedsięwzięcia modernizacji oświetlenia.

Audyt przeprowadzony został zgodnie z metodyką i zasadami wskazanymi w Rozporządzeniu Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r., w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii. Wykonanie audytu poprzedzono wizją lokalną.

Podczas wizji zidentyfikowano typy oraz moce poszczególnych opraw. Raport obrazuje, aktualny na dzień wizji lokalnej, stan oświetlenia, wskazuje również obliczenia zużycia energii końcowej dla zaproponowanych wariantów, oszczędność energii końcowej i pierwotnej, efekt ekologiczny i ekonomiczny oraz okres zwrotu planowanej inwestycji.

2 Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu.

2.1 Dokumentacja projektowa

- Faktury za energię.
- Projekt branży elektrycznej.
- Kosztorys.

2.2 Inne dokumenty i źródła

- Informacja od Inwestora.
- Wizja lokalna i wykonanie inwentaryzacji.
- Normy i rozporządzenia:
 - Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej
 - Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej, wzoru karty audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.
 - PN-EN 12464-1:2012 Światło i Oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy — Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach,
 - Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2023 rok opublikowane w grudniu 2024 roku.
 - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowania (Dz.U.2016 poz.124).

2.3 Wykaz wykorzystanych programów komputerowych

- Analizy przeprowadzone z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego MS Excel w oparciu o informacje przekazane przez inwestora.

3 Wymagania, zalecenia i założenia przyjęte do audytu

3.1 Założenia audytu

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

- Spadek opłat za zużycie energii elektrycznej i wzrost efektywności energetycznej o przynajmniej 30%;
- Zwiększenie jakości widzenia i komfortu wizualnego pracowników;
- Zmniejszenie emisji CO₂ i uzyskanie znacznego efektu ekologicznego.

W analizie porównano oświetlenie przed i po modernizacji. Do analizy przyjęto:

- Koszt energii: 1222,01 zł brutto za MWh;
- Zastosowano wskaźnik emisji CO₂ wynoszący WE = 597 kg CO₂/MWh;
- Zastosowano wskaźnik emisji SO₂ wynoszący WE = 0,363 kg SO₂/MWh;
- Zastosowano wskaźnik emisji NO_x wynoszący WE = 0,392 kg NO_x/MWh;
- Zastosowano wskaźnik emisji CO wynoszący WE = 0,222 kg CO/MWh;
- Zastosowano wskaźnik emisji pyłu zawieszonego wynoszący WE = 0,014 kg pyłu/MWh.

4 Opis i ocena stanu obecnego oświetlenia

4.1 Wprowadzenie

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

4.2 Metodyka obliczeń

Średni czas użytkowania źródeł światła został przyjęty na poziomie 2000 h w roku.

4.3 Analiza zużycia energii

Poniżej w tabeli 1 przedstawiono zestawienie oświetlenia w budynku.

Tabela 1. Charakterystyka zainstalowanych obecnie opraw oświetleniowych

Źródło światła	Ilość	Moc znamionowa	Czas świecenia opraw	Łączna moc znamionowa	Średnioroczne zużycie energii finalnej
Oprawa sodowa 150W	20 sztuk	150,0 W	2000 h	3000,00 W	6000,00 kWh
Oprawa świetlówkowa	16 sztuk	72,0 W	2000 h	1152,00 W	2304,00 kWh
Oprawa żarowa	8 sztuk	60,0 W	2000 h	480,00 W	960,00 kWh

Całkowite średnioroczne zużycie energii przez obecnie zainstalowane oprawy wynosi: **9264,00 kWh**.

4.4 Analiza ekologiczna

Do wykonania analizy ekologicznej wykorzystano Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2023 rok.

Tabela 2. Średnioroczna emisja CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego przed modernizacją.

	Wskaźnik emisji	Średnioroczna emisja przez obecnie zainstalowane oświetlenie
CO ₂	597 kg/MWh	5,5306 Mg/rok
SO ₂	0,363 kg/MWh	0,0034 Mg/rok
NO _x	0,392 kg/MWh	0,0036 Mg/rok
CO	0,222 kg/MWh	0,0021 Mg/rok
Pył zawieszony	0,014 kg/MWh	0,0001 Mg/rok

5 Opis i przegląd wariantów

5.1 Wprowadzenie

Zaproponowane warianty mają na celu przedstawienie opcji technologicznych źródeł światła oraz koncepcji zaproponowanych przez Audytora w porozumieniu z inwestorem.

5.2 Warianty technologiczne źródeł światła

5.2.1 Wariant z zastosowaniem źródeł światła – wysokoprężnych lamp metalohalogenkowych

Oprawy metalohalogenkowe świecą światłem białym o temperaturze barwowej od 3000K do 20000k oraz charakteryzują się bardzo dobrym współczynnikiem oddawania barw (CRI wynosi nawet do 95). Charakteryzują się niską skutecznością świetlną. Światło w wysokoprężnej oprawie metalohalogenkowej powstaje dzięki wyładowaniu elektrycznemu w mieszaninie par rtęci, argonu oraz halogenków metali w kwarcowym lub ceramicznym jarzniku.

5.2.2 Wariant z zastosowaniem źródeł światła – Diody elektroluminescencyjne LED

Światło w diodzie półprzewodnikowej LED powstaje poprzez obieg prądu na złączu p-n. Jest to obecnie najbardziej innowacyjna technologia świetlna. Oprawy LED charakteryzują się bardzo długą żywotnością, która wynosi nawet ponad 100000h - co znacząco zmniejsza koszty eksploatacji oświetlenia. Oprawy z zastosowaniem diod LED charakteryzują się wysoką skutecznością świetlną, przy jednoczesnym niskim poborze energii elektrycznej.

5.2.3 Wybór najlepszego wariantu technologicznego

Po analizie dostępnych technologii oświetlenia najbardziej energooszczędnymi oprawami przy jednocześnie wysokiej skuteczności świetlnej są oprawy LED. Pozwalają one również na dokładniejsze oddawanie barw niż oprawy metalohalogenkowe.

Dodatkowym atutem w wykorzystaniu technologii LED jest brak szkodliwych dla środowiska związków rtęci, które są podstawowym składnikiem opraw metalohalogenkowych. Oprawy z wykorzystaniem diod LED są dużo trwalsze od opraw metalohalogenkowych. Czas pracy opraw LED jest minimum 3 razy dłuższy niż opraw metalohalogenkowych, co znacząco zmniejsza

koszty eksploatacji. Na podstawie powyższych argumentów audytor rekomenduje realizację wariantu z zastosowaniem opraw w technologii LED.

5.3 Koncepcja modernizacji oświetlenia

5.3.1 Charakterystyka

Koncepcja modernizacji oświetlenia została w pełni oparta na wariantcie z zastosowaniem diod elektroluminescencyjnych LED i polega na znaczącym zredukowaniu ich mocy.

5.3.2 Średnioroczne zużycie energii finalnej

Aktualny czas pracy oświetlenia został przedstawiony wraz z zaproponowanym oświetleniem poniżej w tabeli.

Tabela 3. Analiza średniorocznego zużycia energii finalnej przez oprawy LED

Źródło światła	Ilość	Moc znamionowa	Czas świecenia opraw	Łączna moc znamionowa	Średnioroczne zużycie energii finalnej
LED	9 sztuk	24,0 W	2000 h	216,00 W	432,00 kWh
LED	8 sztuk	23,0 W	2000 h	184,00 W	368,00 kWh
LED	15 sztuk	74,0 W	2000 h	1110,00 W	2220,00 kWh
LED	11 sztuk	17,0 W	2000 h	187,00 W	374,00 kWh
LED	8 sztuk	23,0 W	2000 h	184,00 W	368,00 kWh
LED	5 sztuk	19,0 W	2000 h	95,00 W	190,00 kWh
LED	3 sztuk	18,0 W	2000 h	54,00 W	108,00 kWh

Całkowite średnioroczne zużycie energii finalnej przez zaproponowany Wariant wynosi: **4060,00 kWh.**

5.3.3 Kosztorys

5.3.3.1 Wariant 1

Poniżej został zamieszczony kosztorys modernizacji oświetlenia zgodnie z kosztorysem. Ceny określone zostały na podstawie kosztorysu. Całkowita wartość z wariantu 1 została wykorzystana do dalszych obliczeń w celu porównania stopy zwrotu SPBT.

Tabela 4. Szacowany kosztorys inwestycji planowanej – Wariant 1.

Netto	VAT (%)	VAT	Brutto
139 502,31 zł	23%	32 085,53 zł	171 587,84 zł

5.3.3.1 Wariant 2

Poniżej został zamieszczony kolejny kosztorys modernizacji oświetlenia innego producenta oświetlenia. Ceny określone zostały na podstawie rozeznania rynku. Całkowita wartość z wariantu 2 została wykorzystana do dalszych obliczeń w celu porównania stopy zwrotu SPBT.

Tabela 5. Szacowany kosztorys inwestycji planowanej – Wariant 2.

	Netto	VAT (%)	VAT	Brutto
Razem:	152 057,52 zł	23%	34 973,23 zł	187 030,75 zł

5.3.4 Ocena efektów, które zostaną uzyskane w wyniku realizacji

5.3.4.1 Oszczędność energii końcowej

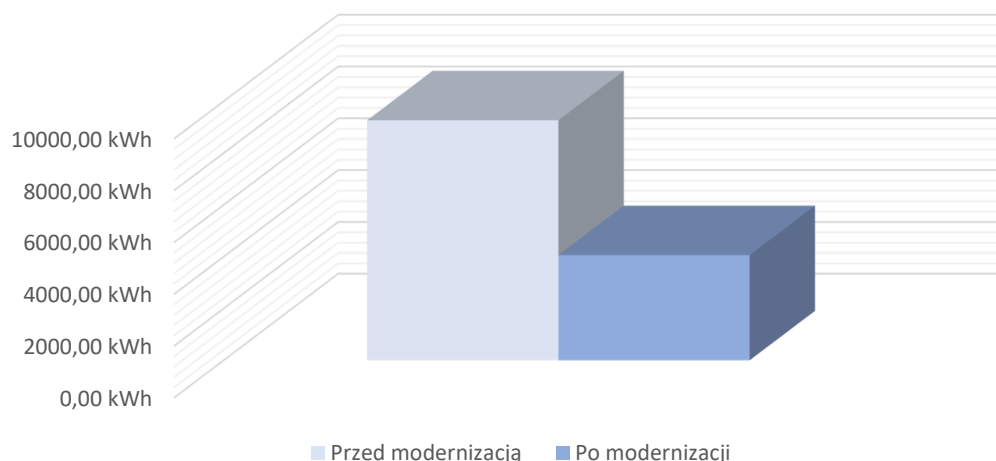
Oszczędność energii końcowej dla inwestycji określona została jako średnioroczna różnica zużycia energii finalnej przez oświetlenie zainstalowane przed modernizacją, a stanem po modernizacji. Wyniki zostały zaprezentowane w Tabeli 6.

Tabela 6. Średnioroczna oszczędność energii finalnej.

Średnioroczne zużycie energii finalnej przed modernizacją	Średnioroczne zużycie energii finalnej po planowanej modernizacji	Średnioroczna oszczędność energii finalnej		Spadek zużycia energii
9264,00 kWh	4060,00 kWh	5204,00 kWh	0,447 Toe	56,17%

Wariant charakteryzuje się wysokim spadkiem zużycia energii elektrycznej. Z obliczeń wynika, że spadek zużycia energii finalnej wyniesie **56,17%**, co przyczyni się do zmniejszenia zużycia energii o **5 204,00 kWh** rocznie.

Rysunek 1. Graficzne przedstawienie różnicy w zużyciu energii finalnej przed modernizacją i po modernizacji.



5.3.4.2 Oszczędność energii pierwotnej

W celu obliczenia średniorocznej oszczędności energii pierwotnej wykorzystaliśmy współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej dla produkcji mieszanej energii elektrycznej zgodnie z wytycznymi Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 05 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii.

Tabela 7. Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej.

Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej [wi]	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	
2,5	13010,00 kWh	1,119 Toe

5.3.4.3 Efekt ekonomiczny

Poniżej w Tabeli 8 został zaprezentowany szacowany koszt całkowity planowanej inwestycji. Na jego podstawie została obliczona stopa zwrotu inwestycji SPBT.

Tabela 8. Porównanie średniorocznego efektu ekonomicznego.

Wariant	Wartość inwestycji	Średnioważona cena energii z dystrybucją	Średnioroczna oszczędność finansowa	Stopa zwrotu inwestycji SPBT
Wariant 1	139 502,31 zł	1222,01 zł/MWh	6 359,34 zł	21,94 lat
Wariant 2	152 057,52 zł			23,91 lat

Wariant 1 wykazał się szybszym zwrotem inwestycji SPBT, dlatego zalecamy wybór tańszego wariantu.

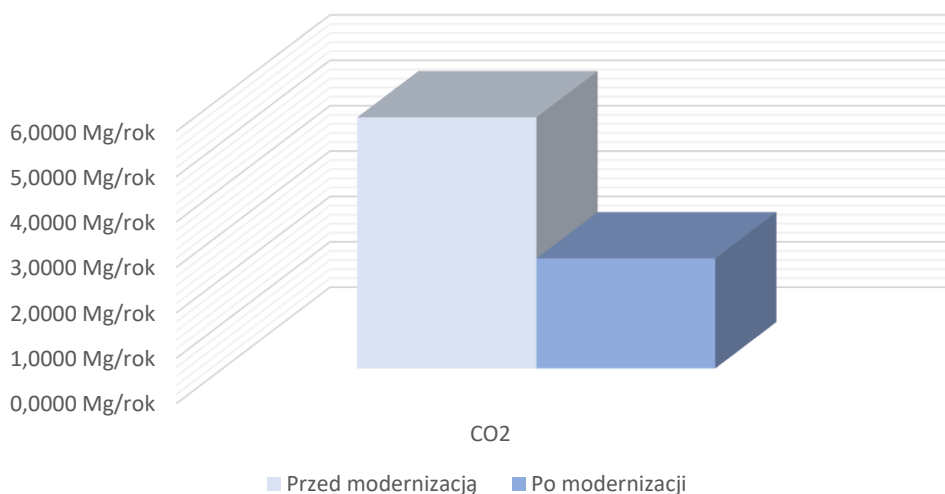
5.3.4.4 Efekt ekologiczny

Planowana modernizacja przyczyni się w równym stopniu do oszczędności energii, jak i do redukcji emisji gazów cieplarnianych. Szczegóły zostały przedstawione w Tabeli 9.

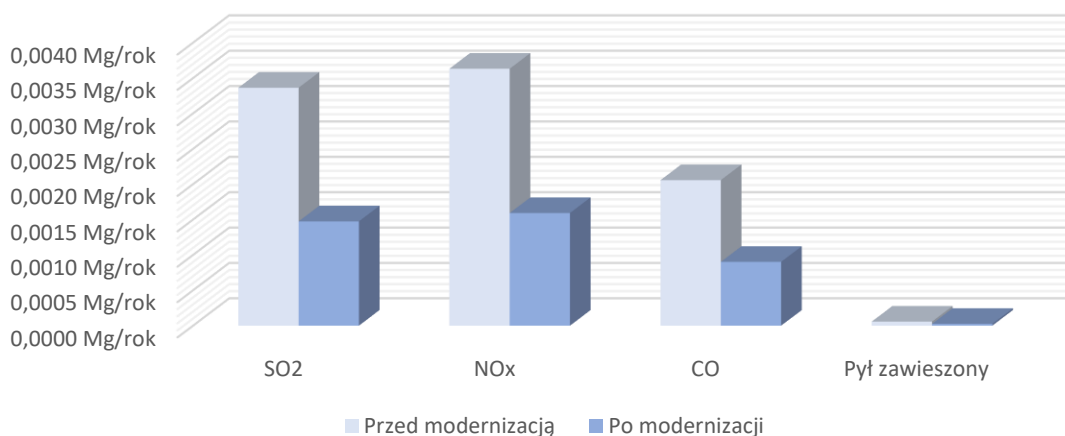
Tabela 9. Średnioroczny redukcja emisji CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego.

	Wskaźnik emisji	Średnioroczna emisja przed modernizacją	Średnioroczna emisja po modernizacji	Średnioroczna redukcja emisji
CO₂	597 kg/MWh	5,53061 Mg/rok	2,42382 Mg/rok	3,10679 Mg/rok
SO₂	0,363 kg/MWh	0,00336 Mg/rok	0,00147 Mg/rok	0,00189 Mg/rok
NO_x	0,392 kg/MWh	0,00363 Mg/rok	0,00159 Mg/rok	0,00204 Mg/rok
CO	0,222 kg/MWh	0,00206 Mg/rok	0,00090 Mg/rok	0,00116 Mg/rok
Pył zawieszony	0,014 kg/MWh	0,00006 Mg/rok	0,00002 Mg/rok	0,00003 Mg/rok

Rysunek 2. Graficzne przedstawienie różnicy w średniej emisji CO₂.



Rysunek 3. Graficzne przedstawienie różnicy w średniej emisji SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego.



6 Podsumowanie

Modernizacja obecnego oświetlenia na nowoczesne oprawy typu LED zgodnie z zalecanym wariantem jest najlepszym rozwiązaniem spełniającym założenia projektowe w porozumieniu z Inwestorem. Zaproponowane rozwiązanie spełnia oczekiwania i potrzeby inwestora oraz zwiększa bezpieczeństwo i komfort użytkowników.

Dodatkowo, modernizacja przyczynia się do uzyskania oszczędności w zakresie kosztów energii elektrycznej oraz kosztów ponoszonych na konserwację i eksploatację oświetlenia. Wymiana oświetlenia przyczyni się również do redukcji emisji CO₂ i pozostałych gazów cieplarnianych.

Tabela 10. Podsumowanie najkorzystniejszego wariantu

Wartość inwestycji	139 502,31 zł
Średnioroczna oszczędność energii końcowej	5204,00 kWh
	0,447 Toe
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	13010,00 kWh
	1,119 Toe
Spadek zużycia energii	56,17%
Średnioroczna oszczędność finansowa	6 359,34 zł
Stopa zwrotu inwestycji SPBT	21,94 lat
Średnioroczna redukcja emisji CO ₂	3,10679 Mg/rok
Średnioroczna redukcja emisji SO ₂	0,00189 Mg/rok
Średnioroczna redukcja emisji Nox	0,00204 Mg/rok
Średnioroczna redukcja emisji CO	0,00116 Mg/rok
Średnioroczna redukcja emisji Pyłu zawieszonego	0,00003 Mg/rok

7 Spis tabel

TABELA 1. CHARAKTERYSTYKA ZAINSTALOWANYCH OBECNIE OPRAW OŚWIETLENIOWYCH.....	8
TABELA 2. ŚREDNIOROCZNA EMISJA CO ₂ , SO ₂ , NO _x , CO I PYŁU CAŁKOWITEGO PRZED MODERNIZACJĄ.	8
TABELA 3. ANALIZA ŚREDNIOROCZNEGO ZUŻYCIA ENERGII FINALNEJ PRZEZ OPRAWY LED	10
TABELA 4. SZACOWANY KOSZTORYS INWESTYCJI PLANOWANEJ – WARIANT 1.....	11
TABELA 5. SZACOWANY KOSZTORYS INWESTYCJI PLANOWANEJ – WARIANT 2.....	11
TABELA 6. ŚREDNIOROCZNA OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII FINALNEJ.	11
TABELA 7. ŚREDNIOROCZNA OSZCZĘDNOŚĆ ENERGII PIERWOTNEJ.....	12
TABELA 8. PORÓWNANIE ŚREDNIOROCZNEGO EFEKTU EKONOMICZNEGO.	12
TABELA 9. ŚREDNIOROCZNY REDUKCJA EMISJI CO ₂ , SO ₂ , NO _x , CO I PYŁU CAŁKOWITEGO.	13
TABELA 10. PODSUMOWANIE NAJKORZYSTNIEJSZEGO WARIANTU	14

8 Spis rysunków

RYSUNEK 1. GRAFICZNE PRZEDSTAWIENIE RÓŻNICY W ZUŻYCIU ENERGII FINALNEJ PRZED MODERNIZACJĄ I PO MODERNIZACJI.	12
RYSUNEK 3. GRAFICZNE PRZEDSTAWIENIE RÓŻNICY W ŚREDNIEJ EMISJI CO ₂	13
RYSUNEK 4. GRAFICZNE PRZEDSTAWIENIE RÓŻNICY W ŚREDNIEJ EMISJI SO ₂ , NO _x , CO I PYŁU CAŁKOWITEGO.	13