


# **Audyt oświetleniowy**


Przedszkole Miejskie nr 8, ul. Kamienna 6, 22-400 Zamość

# Audyt Energetyczny Budynku



Przedszkole Miejskie nr 8  
ul. Kamienna 6  
22-400 Zamość  
Powiat: miasto na prawach powiatu  
województwo: Lubelskie

Inwestor:	Miasto Zamość Rynek Wielki 13 22-400 Zamość
Wykonawca audytu:	mgr inż. Wojciech Olesek SOLARSYSTEM s.c. ul. Słowackiego 42 32-400 Myślenice
Uprawnienia wykonawcy:	wpisany na liście Zrzeszenia Audytorów Energetycznych
Data wykonania audytu:	14.03.2019
Numer opracowania:	
Podpis wykonawcy:	

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	Lata 80-te XX w.
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)  (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Miasto Zamość Rynek wielki 13 22-400 Zamość	1.4 Adres budynku	
		ul.: Kamienna, nr: 6 kod: 22-400 miejscowość: Zamość powiat: Zamość - miasto na prawach powiatu województwo: Lubelskie	
<b>2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:</b>			
SOLARSYSTEM s.c., ul. Słowackiego 42, 32-440 Myślenice, REGON 120437965			
<b>3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, podpis:</b>			
mgr inż. Wojciech Olesek, SOLARSYSTEM s.c. Łapa M., Olesek W., Skorut-Nawara E., ul. Słowackiego 42, 32-440 Myślenice			
			
<b>4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac:</b>			
L.p.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego	
1	mgr inż. Ewa Skorut-Nawara	wizja lokalna na obiekcie	
2	mgr inż. Michał Łapa	wizja lokalna na obiekcie	
<b>5. Miejscowość: Myślenice                      data wykonania opracowania: 2019-03-14</b>			
<b>6. Spis treści</b>			
Okładka			str. 1
Strona informacyjna			str. 2
1. Strona tytułowa			str. 3
2. Karta audytu energetycznego budynku			str. 4
3. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu audytu oraz wytyczne i uwagi inwestora			str. 5
4. Inwentaryzacja istniejącego oświetlenia wbudowanego			str. 5
5. Metodologia obliczeń			str. 5
6. Obliczenia dotyczące zastosowania oświetlenia energooszczędnego w budynku			str. 7
7. Obliczenia dotyczące zastosowania instalacji fotowoltaicznej			str. 8
8. Uzyskany efekt ekologiczny			str. 9

## KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja/technologia budynku	konstrukcja prefabrykowana	konstrukcja prefabrykowana
2	Liczba kondygnacji	2/częściowe podpiwniczenie	2/częściowe podpiwniczenie
3	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	939,00	939,00
4	Oświetlenie wbudowane	światłówki indukcyjne, oprawy żarowe, oświetlenia LED	oświetlenie typu LED
2. Charakterystyka energetyczna oświetlenia wbudowanego budynku			
1	Moc elektryczna oświetlenia [kW]	9,92	5,45
2	Teoretyczne zapotrzebowanie roczne energii elektrycznej dla potrzeb oświetlenia z uwzględnieniem instalacji fotowoltaicznej [kWh/rok]	20 779,00	7 558,06
3 . Opłaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzenia audytu)			
1	Opłata za 1 [kWh] energii elektrycznej	0,62	0,62
4. Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego			
Planowana kwota kredytu [zł]	0,00	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną dla potrzeb oświetlenia [%]	63,63
Planowane koszty całkowite [zł]	236 269,10	Premia termomodernizacyjna [zł]	---
Roczna oszczędność kosztów energii elektrycznej [zł/rok]			8 196,98

### 3. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA

#### 3.1 Dokumenty i dane źródłowe

##### - Inwentaryzacja budynku

Inwentaryzacja budynku wykonana dla potrzeb projektowych.

##### - Dokumentacja fotograficzna

Dokumentacja fotograficzna budynku wykonana podczas wizji lokalnej na obiekcie.

#### 3.2 Wytyczne i uwagi inwestora

- obniżenie kosztów energii elektrycznej,
- redukcja emisji szkodliwych substancji do atmosfery.

### 4. INWENTARYZACJA ISTNIEJĄCEGO OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO

Istniejące oświetlenie wewnętrzne w budynku w większości oparte jest o przestarzałe już oprawy ze świetłówkami liniowymi oraz oprawy z żarówkami jarzeniowymi. Część oświetlenia poddana została w ostatnim okresie wymianie na nowe oparte o świetłówki LED.

Zestawienie mocy oświetlenia w stanie istniejącym		
rodzaj źródła	ilość [szt.]	moc sumaryczna [W]
żarówka	63	3 780,00
świetlówka liniowa	116	4 640,00
oświetlenie LED	60	1 500,00
<b>RAZEM</b>		<b>9 920,00</b>

### 5. METODOLOGIA OBLICZEŃ

Roczne zapotrzebowanie na energię do oświetlenia ocenianego budynku  $E_L$  oblicza się według wzoru:

$$E_L = LENI \cdot A_f \quad [\text{kWh/rok}] \quad (1)$$

gdzie:

$LENI$  roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku  $\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})$   
obliczane na podstawie zależności 2

$A_f$  powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń  $\text{m}^2$

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia  $LENI$  oblicza się na podstawie wzoru:

$$LENI = \{F_C \cdot P_N / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)]\} + m + n \cdot \{5 / t_y \cdot [t_y - (t_D + t_N)]\} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})] \quad (2)$$

gdzie:

$P_N$  jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana na podstawie wzoru  $\text{W} / \text{m}^2$

$t_D$  czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z tabelą 1.  $\text{h} / \text{rok}$

$t_N$	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z tabelą 1.	h / rok
$t_o$	czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów $t_D$ i $t_N$ , zgodnie z tabelą 1.	h / rok
$t_y$	liczba godzin w roku, 8760 h	h
$F_D$	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z tabelą 2.	–
$F_o$	współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z tabelą 3.	–
$F_c$	współczynnik uwzględniający obniżenie natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego, obliczany na podstawie wzoru 3	–
$m = 1$	gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne; w przeciwnym razie $m=0$	–
$n = 1$	gdy stosowane jest sterowanie opraw; w przeciwnym razie $n=0$	–

**Tabela 1.** Roczne odniesieniowe czasy użytkowania oświetlenia w budynkach

Lp.	Typ budynku	Czas użytkowania oświetlenia w ciągu roku, h/a		
		$t_D$	$t_N$	$t_o$
1	Biura	2250	250	2500
2	Szkoły	1800	200	2000
3	Szpitale	3000	2000	5000
4	Sportowo-rekreacyjne	2000	2000	4000

**Tabela 2.** Uwzględnienie wpływu światła dziennego w budynkach

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji	$F_D$
1	Biura, budynki sportowo-rekreacyjne	Ręczna	1.0
2		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.9
3	Szkoły, szpitale	Ręczna	1.0
4		Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.8

Uwaga – Założono, że co najmniej 60 % instalowanej mocy elektrycznej jest sterowane.

**Tabela 3.** Uwzględnienie wpływu obecności pracowników w miejscu pracy

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji <sup>1)</sup>	$F_o$
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
2		Automatyczna	0.9
3	Budynki sportowo-rekreacyjne,	Ręczna	1.0
4	Szpitale	Ręczna (częściowo automat.)	0.8

1) W przypadku automatycznej regulacji, co najmniej jeden czujnik obecności powinien być zainstalowany w pomieszczeniu a w pomieszczeniach dużych, co najmniej jednym czujnik obecności na 30 m<sup>2</sup>. Założono, że w przypadku automatycznej regulacji, co najmniej 60 % instalowanej mocy elektrycznej jest sterowane.

Współczynnik uwzględniający obniżenie poziomu natężenia oświetlenia do poziomu wymaganego oblicza się według wzoru:

$$F_c = (1 + MF) / 2 \quad (3)$$

gdzie:

$MF$  współczynnik utrzymania, przyjmowany na podstawie projektu, gdy stosowana jest regulacja utrzymująca natężenie oświetlenia na wymaganym poziomie –

Gdy nie ma regulacji utrzymującej natężenie oświetlenia na poziomie wymaganym to wartość współczynnika  $F_C$  wynosi 1.

Jednostkową moc opraw oświetlenia ocenianego budynku  $P_N$  oblicza się na podstawie wzoru:

$$P_N = \frac{\sum P_{rzecz}}{\sum A_f} \quad [W / m^2] \quad (4)$$

gdzie:

$P_{rzecz}$  moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach

$A_f$  powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń  $m^2$

## 6. OBLICZENIA DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA OŚWIETLENIA ENERGOOSZCZĘDNEGO W BUDYNKU

Zamierzone przedsięwzięcie polega na wymianie istniejącego oświetlenia wewnętrznego na nowoczesny energooszczędny system oświetleniowy. Tradycyjne żarówki i świetlówki zostaną zastąpione światłami typu LED.

Zestawienie źródeł światła w budynku w stanie istniejącym i po modernizacji.

Stan istniejący			Stan po modernizacji		
rodzaj źródła	ilość [szt.]	moc sumaryczna [W]	rodzaj źródła	ilość [szt.]	moc sumaryczna [W]
żarówka	63	3 780,00	Oświetlenie LED projektowane	199	3 953,00
świetlówka liniowa	116	4 640,00			
oświetlenie LED	60	1 500,00	Oświetlenie LED istniejące	60	1 500,00
<b>RAZEM</b>		<b>9 920,00</b>	<b>RAZEM</b>		<b>5 453,00</b>

Powierzchnia użytkowa budynku  $A_f$  939,00  $m^2$

Roczne jednostkowe zużycie energii [kWh/ $m^2$ ]

$$LENI = \{F_C \cdot P_N / 1000 \cdot [(t_D \cdot F_O \cdot F_D) + (t_N \cdot F_O)]\} + m + n \cdot \{5 / t_y \cdot [t_y - (t_D + t_N)]\} \quad [kWh / (m^2 \text{rok})]$$

symbol	objaśnienie	stan istniejący	stan po termomodernizacji
$P_N$	jednostkowa moc opraw, $W/m^2$	10,56	5,81
$t_D$	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, h/a	1800	1800
$t_N$	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, h/a	200	200
$t_O$	suma czasów $t_D$ i $t_N$ , h/a	2000	2000
$t_y$	liczba godzin w roku, h	8760	8760
$F_D$	współczynnik uwzględn. wykorzystanie światła dziennego	1	1
$F_O$	współczynnik uwzględn. nieobecność użytkowników	1	1
$F_C$	współczynnik uwzględn. obniżenie natężenia	1	1
$m=1$	gdy stosowane jest oświetlenie awaryjne, jeśli nie $m=0$	1	1

N=1	gdy stosowane jest sterowanie opraw, jeśli nie n=0	0	0
LENI	roczne jednostkowe zużycie energii, kWh/m <sup>2</sup>	22,13	12,61
E <sub>L</sub>	roczne zużycie energii do oświetlenia, kWh	20 779,00	11 845,00

- roczna oszczędność energii elektrycznej wynosi: 8 934,00 [kWh/rok]
- cena energii wg obowiązującej taryfy: 0,62 [zł/kWh]
- oszczędność wynikająca z uzyskanej energii: 5 539,08 [zł/rok]
- koszt wymiany oświetlenia na energooszczędne typu LED: 170,663,00 [zł]
- czas zwrotu inwestycji: 30,81 [lat]

## 7. OBLICZENIA DOTYCZĄCE ZASTOSOWANIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Usprawnienie obejmuje produkcję energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych poprzez zastosowanie ogniw fotowoltaicznych. System będzie pracował na potrzeby instalacji zasilającej urządzenia techniczne i oświetlenie.

Tabela przedstawiająca zyski energetyczne dla proponowanych ogniw fotowoltaicznych.

miesiąc	nasłonecznienie	Sprawność ogniw	Sprawność przetwornicy	Powierzchnia modułów	Ilość energii pozyskanej z modułów
Styczeń	23,30	16%	81%	30,40	91,80
Luty	38,20	16%	81%	30,40	150,50
Marzec	82,60	16%	81%	30,40	325,43
Kwiecień	119,30	16%	81%	30,40	470,02
Maj	134,90	16%	81%	30,40	531,48
Czerwiec	171,00	16%	81%	30,40	673,71
Lipiec	166,30	16%	81%	30,40	655,20
Sierpień	144,20	16%	81%	30,40	568,12
Wrzesień	103,50	16%	81%	30,40	407,77
Październik	62,80	16%	81%	30,40	247,42
Listopad	24,50	16%	81%	30,40	96,53
Grudzień	17,50	16%	81%	30,40	68,95
<b>SUMA</b>					<b>4 286,94</b>

Kompletny zestaw składa się z:

1. paneli fotowoltaicznych.
2. regulatora prądu ładowania.
3. przetwornicy prądu stałego na zmienny.
4. licznika energii
4. okablowania - przewód solarny.

Sprawność konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną przyjęto na poziomie - 16%.

Sprawność przetwornicy przyjęto na poziomie - 81%.

### Obliczenie prostego czasu zwrotu

- Szacowana ilość energii możliwa do uzyskania z instalacji fotowoltaicznej wynosi: **4 286,94 [kWh/rok]**
- Cena energii wg taryfy - **0,62 [zł/kWh]**
- Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii – **2 657,90 [zł/rok]**



- Koszt wykonania instalacji – **65 606,10 [zł]**
- Czas zwrotu inwestycji – **24,68 [lata]**

## 8. UZYSKANY EFEKT EKOLOGICZNY

### OBLICZENIE ENEGII KOŃCOWEJ I PIERWOTNEJ:

#### ENERGIA KOŃCOWA I PIERWOTNA PRZED MODERNIZACJĄ

Zapotrzebowanie na energię końcową:

- oświetlenie 20 779,00 [kWh/rok]

Zapotrzebowanie na energię pierwotną:

- oświetlenie 20 779,00 [kWh/rok] \* 3,0 = 62 337,00 [kWh/rok]

#### ENERGIA KOŃCOWA I PIERWOTNA PO MODERNIZACJI

Zapotrzebowanie na energię końcową:

- oświetlenie 7 558,06 [kWh/rok]

Zapotrzebowanie na energię pierwotną:

- oświetlenie 7 558,06 [GJ/rok] \* 3,0 = 22 674,18 [kWh/rok]

### OBLICZENIE EFEKTU EKOLOGICZNEGO:

Obliczenie efektu ekologicznego dokonano na podstawie danych KOBiZE „Wskaźniki emisyjności CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO i TSP dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2017 rok”.

Wskaźniki emisyjności wyprodukowanej energii elektrycznej w roku 2015 wynoszą odpowiednio dla odbiorców końcowych energii elektrycznej:

Wskaźnik dla:	Wartość wskaźnika [kg/MWh]
CO <sub>2</sub>	778
TSP	0,044

#### Obliczenie emisji przed modernizacją:

Ilość energii elektrycznej zużywanej dla potrzeb oświetlenia przed modernizacją:

$$Q_{el1} = 20\,779,00 \text{ [kWh/rok]} = 20,78 \text{ [MWh/rok]}$$

Obliczenie emisji przed modernizacją:

$$\text{CO}_2 = Q_{\text{el1}} * w_{\text{CO}_2} [\text{kg/MWh}] = 20,78 [\text{MWh/rok}] * 778 [\text{kg/MWh}] = \mathbf{16\ 166,84 [\text{kg/rok}]}$$

$$\text{Pył}_{\text{PM}_{10}} = Q_{\text{el1}} * \text{TSP} * 69,60\% * w_{\text{TSP}} = 20,78 [\text{MWh/rok}] * 69,60\% * 0,044 = \mathbf{0,64 [\text{kg/rok}]}$$

### Obliczenie emisji po modernizacji:

Ilość energii elektrycznej zużywanej dla potrzeb oświetlenia przed modernizacją:

$$Q_{\text{el1}} = 7\ 558,06 [\text{kWh/rok}] = 7,56 [\text{MWh/rok}]$$

$$\text{CO}_2 = Q_{\text{el1}} * w_{\text{CO}_2} [\text{kg/MWh}] = 7,56 [\text{MWh/rok}] * 778 [\text{kg/MWh}] = \mathbf{5\ 881,68 [\text{kg/rok}]}$$

$$\text{Pył}_{\text{PM}_{10}} = Q_{\text{el1}} * \text{TSP} * 69,60\% * w_{\text{TSP}} = 7,56 [\text{MWh/rok}] * 69,60\% * 0,044 = \mathbf{0,23 [\text{kg/}]}$$

### Zestawienie wyników:

Nazwa substancji	Emisja przed modernizacją [kg/rok]	Emisja po modernizacji [kg/rok]	Uzyskany efekt [kg/rok]	Procentowa redukcja emisji [%]
CO <sub>2</sub>	16 166,48	5 881,68	<b>10 284,80</b>	<b>63,62</b>
Pył <sub>PM10</sub>	0,64	0,23	<b>0,41</b>	<b>64,06</b>