

# **Audyt oświetleniowy**

Budynek szkolny, ul. Bielska 34, 43-430 Skoczów

# Audyt Energetyczny Budynku

Budynek Szkolny  
ul. Bielska 34  
43-430 Skoczów  
Powiat: Cieszyński  
województwo: małopolskie

Inwestor:	Gmina Skoczów ul. Rynek 1 43-430 Skoczów tel. 33 853 38 54 fax. 33 853 91 52
Wykonawca audytu:	SOLARSYSTEM s.c. ul. Słowackiego 42 32-400 Myślenice
Uprawnienia wykonawcy:	Wpisany na listę Zrzeszenia Audytorów Energetycznych
Data wykonania audytu:	Styczeń 2019 r.
Numer opracowania:	
Podpis wykonawcy:	

1. DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU			
1.1 Rodzaj budynku	Budynek użyteczności publicznej	1.2 Rok budowy	Lata 60-te
1.3 Inwestor (nazwa lub imię i nazwisko, adres do korespondencji, PESEL*)  (*w przypadku cudzoziemca nazwa i numer dokumentu tożsamości)	Gmina Skoczów ul. Rynek 1 43-430 Skoczów	1.4 Adres budynku  ul.: Bielska, nr: 34  kod: 43-430 miejscowość: Skoczów  powiat: Cieszyński województwo: małopolskie	
2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:			
SOLARSYSTEM s.c., ul. Słowackiego 42, 32-440 Myślenice, REGON 120437965			
3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, podpis:			
mgr inż. Wojciech Olesek, SOLARSYSTEM s.c. Łapa M., Olesek W., Skorut-Nawara E., ul. Słowackiego 42, 32-440 Myślenice			
4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakresy prac:			
L.p.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego lub audytu remontowego	
1	mgr inż. Michał Łapa	wizja lokalna na obiekcie	
5. Miejscowość: Myślenice		data wykonania opracowania:	Styczeń 2019 r.
6. Spis treści			
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. Uzyskany efekt ekologiczny			str. 7

## KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO BUDYNKU

1. Dane ogólne		Stan przed termomodernizacją	Stan po termomodernizacji
1	Konstrukcja/technologia budynku	konstrukcja tradycyjna murowana	konstrukcja tradycyjna murowana
2	Liczba kondygnacji	3/1	3/1
3	Powierzchnia netto budynku [m <sup>2</sup> ]	2 192,00	2 192,00
4	Oświetlenie wbudowane	światłówki indukcyjne, oprawy żarowe	oświetlenie typu LED
2. Charakterystyka energetyczna oświetlenia wbudowanego budynku			
1	Moc elektryczna oświetlenia [kW]	25,31	12,15
2	Teoretyczne zapotrzebowanie roczne energii elektrycznej dla potrzeb oświetlenia [kWh/rok]	52 812,00	26 489,40
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 [%]	49,84
Planowane koszty całkowite [zł]	229 833,20	Premia termomodernizacyjna [zł]	183 866,56
5. Wskaźniki efektywności – po przeprowadzonej modernizacji			
Udział OZE w rocznym zapotrzebowaniu na energię końcową [%]		-	0,00%
Ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia [MWh/rok]		26,32	49,84%
Zmniejszenie zużycia energii pierwotnej [MWh/rok]		78,96	49,84%
Zmniejszenie zużycie energii końcowej [MWh/rok]		26,32	49,84%

### 3. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU AUDYTU ORAZ WYTTCZNE 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 oparte jest o przestarzałe już oprawy ze świetłówkami liniowymi oraz oprawy z żarówkami jarzeniowymi.

Zestawienie mocy oświetlenia w stanie istniejącym		
rodzaj źródła	ilość [szt.]	moc sumaryczna [W]
żarówka	273	25 010,00
Lampa świetłówkowa z dwoma świetłówkami	5	300,00
<b>RAZEM</b>		<b>25 310,00</b>

### 5. METODOLOGIA OBLICZEŃ

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

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

gdzie:

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

Roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia  $LENI$  oblicza się na podstawie wzoru: (2)

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

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.	$\text{h} / \text{rok}$
$t_O$	czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów $t_D$ i $t_N$ , zgodnie z tabelą	$\text{h} / \text{rok}$

1.		
$t_y$	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	Szpitala	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	Szpitala	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	5	300,00	żarówka	162	3 467,20
świetlówka liniowa	273	25 010,00	świetlówka liniowa	201	8 681,50
<b>RAZEM</b>		<b>25 310,00</b>	<b>RAZEM</b>		<b>12 148,70</b>

Powierzchnia użytkowa budynku  $A_f$  2 192,00  $m^2$

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

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

symbol	objaśnienie	stan istniejący	stan po termomodernizacji
$P_N$	jednostkowa moc opraw, $W/m^2$	11,55	5,54
$t_D$	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/ $m^2$	24,09	12,08
$E_L$	roczne zużycie energii do oświetlenia, kWh	52 812,00	26 489,40

- roczna oszczędność energii elektrycznej wynosi: 26 322,6 [kWh/rok]
- cena energii wg obowiązującej taryfy: 0,62 [zł/kWh]

- oszczędność wynikająca z uzyskanej energii: 16 320,01 [zł/rok]
- koszt wymiany oświetlenia na energooszczędne typu LED: 229 833,20 [zł]
- czas zwrotu inwestycji: 14,08 [lat]

## 7. UZYSKANY EFEKT EKOLOGICZNY

### UZYSKANY EFEKT EKOLOGICZNY:

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 2016 rok (grudzień 2017 r.)”.

Wskaźniki emisyjności wyprodukowanej energii elektrycznej w roku 2016 wynoszą odpowiednio dla odbiorców końcowych energii elektrycznej:

Wskaźnik dla:	Wartość wskaźnika [kg/MWh]
CO <sub>2</sub>	781
SO <sub>2</sub>	0,818
NO <sub>x</sub>	0,824
CO	0,252
TSP	0,053

### Obliczenie emisji przed modernizacją:

Ilość energii elektrycznej zużywanej dla potrzeb oświetlenia przed modernizacją:

$$Q_{el1} = 52\,812 \text{ [kWh/rok]} = 52,812 \text{ [MWh/rok]}$$

Obliczenie emisji:

$$CO_2 = Q_{el1} * w_{CO_2} \text{ [kg/MWh]} = 52,812 \text{ [MWh/rok]} * 781 \text{ [kg/MWh]} = \mathbf{41\,246,172 \text{ [kg/rok]}}$$

$$SO_2 = Q_{el1} * w_{SO_2} \text{ [kg/MWh]} = 52,812 \text{ [MWh/rok]} * 0,818 \text{ [kg/MWh]} = \mathbf{43,200 \text{ [kg/rok]}}$$

$$NO_x = Q_{el1} * w_{NO_x} \text{ [kg/MWh]} = 52,812 \text{ [MWh/rok]} * 0,824 \text{ [kg/MWh]} = \mathbf{43,517 \text{ [kg/rok]}}$$

$$CO = Q_{el1} * w_{CO} \text{ [kg/MWh]} = 52,812 \text{ [MWh/rok]} * 0,252 \text{ [kg/MWh]} = \mathbf{13,309 \text{ [kg/rok]}}$$

$$TSP = Q_{el1} * w_{TSP} \text{ [kg/MWh]} = 52,812 \text{ [MWh/rok]} * 0,053 \text{ [kg/MWh]} = \mathbf{2,799 \text{ [kg/rok]}}$$

$$Pył_{PM10} = TSP * 73,56\% = 2,799 \text{ [kg/rok]} * 73,56\% = \mathbf{2,059 \text{ [kg/rok]}}$$

### Obliczenie emisji po modernizacji:

Ilość energii elektrycznej zużywanej dla potrzeb oświetlenia po modernizacji:

$$Q_{el1} = 26\,489,40 \text{ [kWh/rok]} = 26,489 \text{ [MWh/rok]}$$

Obliczenie emisji:

$$CO_2 = Q_{el1} * w_{CO_2} \text{ [kg/MWh]} = 26,489 \text{ [MWh/rok]} * 781 \text{ [kg/MWh]} = \mathbf{20\,687,909 \text{ [kg/rok]}}$$

$$SO_2 = Q_{el1} * w_{SO_2} \text{ [kg/MWh]} = 26,489 \text{ [MWh/rok]} * 0,818 \text{ [kg/MWh]} = \mathbf{21,668 \text{ [kg/rok]}}$$

$$NO_x = Q_{el1} * w_{NO_x} \text{ [kg/MWh]} = 26,489 \text{ [MWh/rok]} * 0,824 \text{ [kg/MWh]} = \mathbf{21,827 \text{ [kg/rok]}}$$



$$\text{CO} = Q_{\text{el1}} * w_{\text{CO}} [\text{kg/MWh}] = 26,489 [\text{MWh/rok}] * 0,252 [\text{kg/MWh}] = \mathbf{6,675 [\text{kg/rok}]}$$

$$\text{TSP} = Q_{\text{el1}} * w_{\text{TSP}} [\text{kg/MWh}] = 26,489 [\text{MWh/rok}] * 0,053 [\text{kg/MWh}] = \mathbf{1,404 [\text{kg/rok}]}$$

$$\text{Pył}_{\text{PM10}} = \text{TSP} * 73,56\% = 1,404 [\text{kg/rok}] * 73,56\% = \mathbf{1,033 [\text{kg/rok}]}$$

#### 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>	41 246,172	20 687,909	<b>20 558,26</b>	<b>49,84</b>
SO <sub>2</sub>	43,200	21,668	<b>21,532</b>	<b>49,84</b>
NO <sub>x</sub>	43,517	21,827	<b>21,69</b>	<b>49,84</b>
CO	13,309	6,675	<b>6,634</b>	<b>49,84</b>
TSP	2,799	1,404	<b>1,395</b>	<b>49,84</b>
Pył <sub>PM10</sub>	2,059	1,033	<b>1,026</b>	<b>49,84</b>

## **OBLICZENIE ENERGII KOŃCOWEJ I PIERWOTNEJ:**

### **ENERGIA KOŃCOWA I PIERWOTNA PRZED MODERNIZACJĄ**

Zapotrzebowanie na energię końcową:

- oświetlenie 52 812,00 [kWh/rok]

Zapotrzebowanie na energię pierwotną:

- oświetlenie 52 812,00 [kWh/rok] \* 3,0 = 158 436,00 [kWh/rok]

### **ENERGIA KOŃCOWA I PIERWOTNA PO MODERNIZACJI**

Zapotrzebowanie na energię końcową:

- oświetlenie 26 489,40 [kWh/rok]

Zapotrzebowanie na energię pierwotną:

- oświetlenie 26 489,40 [GJ/rok] \* 3,0 = 79 468,20 [kWh/rok]