

Audyt energetyczny budynku

Budynek Szkoły Podstawowej, Laliki 365, 34-373 Zwardoń

OŚWIETLENIE WEWNĘTRZNE, INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

Audyt Energetyczny Budynku

Szkoła Podstawowa
Laliki 365
34-373 Zwardoń
Powiat Żywiecki
województwo: śląskie



Inwestor:	Gmina Milówka ul. Jana Kazimierza 123 34-360 Milówka
Wykonawca audytu:	SOLARSYSTEM s.c. Ul. Słowackiego 42 32-400 Myślenice
Uprawnienia wykonawcy:	
Data wykonania audytu:	20.08.2015
Numer opracowania:	
Podpis wykonawcy:	

1. Przedmiot opracowania:

Przedmiotem opracowania jest wyliczenie uzysku energetycznego wynikającego z wymiany istniejącego oświetlenia wewnętrznego na oświetlenie energooszczędne oraz budowy instalacji ogniw fotowoltaicznych w budynku Szkoły Podstawowej w Lalikach.

2. Podstawa opracowania:

Podstawę opracowania stanowią:

- Inwentaryzacja istniejącego oświetlenia,
- Projekt budowlano-wykonawczy wymiany oświetlenia,
- Wytyczne NFOŚiGW dotyczące obliczenia uzysku energetycznego,
- Obowiązujące normy i przepisy.

3. Oświetlenie wbudowane

3.1 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 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	W / m^2
t_D	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z tabelą 1.	h / 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	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 ¹⁾	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 m². 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	W
A_f	– powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń	m^2

3.2 Wyniki obliczeń

nr pom.	rodzaj pomieszczenia	pow. [m ²]	P _N – istniejące [W/m ²]	P _N – projektowane [W/m ²]	t _D [h/rok]	t _N [h/rok]	t _o [h/rok]	t _y [h]	F _D	F _O	F _C	m	n	LENi istn. [KWh/m ² *rok]	LENi proj. [KWh/m ² *rok]	E _L istniejące [KWh/rok]	E _L projektowane [KWh/rok]
-01	klatka schodowa	23,52	5,10	2,34	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	11,20	5,68	263,52	133,52
-02	magazyn	5,20	11,54	6,15	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	24,08	13,31	125,20	69,20
-03	wiatrołap	4,76	12,61	8,82	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	26,21	18,65	124,76	88,76
-04	szatnia	166,24	4,93	3,06	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	10,87	7,11	1806,24	1182,24
-05	rozdzielnia NN	12,38	9,69	5,49	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	20,39	11,99	252,38	148,38
-06	gabinet lekarski	14,42	11,10	9,71	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	23,19	20,42	334,42	294,42
-07	magazyn	9,00	6,67	3,56	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	14,33	8,11	129,00	73,00
-08	kotłownia	38,51	4,67	3,58	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	10,35	8,17	398,51	314,51
-09	pomieszczenie techniczne	36,98	6,49	3,65	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	13,98	8,30	516,98	306,98
-010	żużłownia	3,52	17,05	9,09	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	35,09	19,18	123,52	67,52
-011	skład paliwa	10,83	11,08	5,91	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	23,16	12,82	250,83	138,83
01	pomieszczenie woźniej	14,61	8,21	4,79	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	17,43	10,58	254,61	154,61
02	gabinet dyrekcji	15,68	11,48	9,76	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	23,96	20,52	375,68	321,68
03	sala lekcyjna	62,60	10,86	6,17	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	22,73	13,33	1422,60	834,60
04	toaleta	16,48	18,20	9,89	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	37,41	20,78	616,48	342,48
05	toaleta	3,92	40,82	22,96	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	82,63	46,92	323,92	183,92
06	toaleta	15,30	11,76	11,70	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	24,53	24,40	375,30	373,30
07	klatka schodowa	16,80	7,14	6,25	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	15,29	13,50	256,80	226,80
08	korytarz	259,89	5,08	3,28	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	11,16	7,56	2899,89	1963,89
09	sala lekcyjna	53,36	15,74	7,23	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	32,48	15,47	1733,36	825,36
010	sala lekcyjna	50,91	16,50	7,58	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	34,00	16,16	1730,91	822,91
011	sala lekcyjna	50,94	16,49	7,58	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	33,98	16,16	1730,94	822,94
012	magazyn	13,98	8,58	2,29	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	18,17	5,58	253,98	77,98

1.1	biblioteka	14,55	12,37	7,22	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	25,74	15,43	374,55	224,55
1.2	pokój nauczycielski	14,28	12,61	7,14	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	26,21	15,29	374,28	218,28
1.3	sala lekcyjna	56,82	14,78	6,79	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	30,57	14,59	1736,82	828,82
1.4	toaleta	9,78	24,54	13,19	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	50,08	27,38	489,78	267,78
1.5	toaleta	9,78	24,54	13,19	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	50,08	27,38	489,78	267,78
1.6	klatka schodowa	16,80	7,14	6,25	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	15,29	13,50	256,80	226,80
1.7	korytarz	259,88	3,23	2,71	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	7,46	6,43	1939,88	1669,88
1.8	sala lekcyjna	54,00	15,56	7,15	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	32,11	15,30	1734,00	826,00
1.9	sala lekcyjna	50,91	16,50	7,58	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	34,00	16,16	1730,91	822,91
1.10	sala lekcyjna	50,65	16,58	7,62	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	34,17	16,24	1730,65	822,65
1.11	magazyn	13,84	8,67	2,53	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	18,34	6,06	253,84	83,84
1.12	biblioteka	19,80	8,08	5,30	1800	200	2000	8760	1	1	1	1	0	17,16	11,61	339,80	229,80
SUMA														907,81	530,03	27750,92	16256,92

3.3 Podsumowanie wyników:

LENI istn. [KWh/m ² *rok]	LENI proj. [KWh/m ² *rok]	E _L istniejące [KWh/rok]	E _L projektowane [KWh/rok]	Roczny zysk energii [KWh/rok]
907,81	530,03	27 750,92	16 256,92	11 494,00

3.4 Prosty czas zwrotu

Przy obliczaniu planowanego czasu zwrotu inwestycji przyjęto koszt 1 kWh energii elektrycznej na poziomie 0,68 gr.

Koszt energii elektrycznej dla potrzeb oświetlenia przed modernizacją:

$$K_1 = 27\,750,92 \cdot 0,68 = \mathbf{18\,870,63 \text{ zł/rok}}$$

Koszt energii elektrycznej dla potrzeb oświetlenia po modernizacją:

$$K_2 = 16\,256,92 \cdot 0,68 = \mathbf{11\,054,71 \text{ zł/rok}}$$

Roczna oszczędność kosztów:

$$K = K_2 - K_1 = 18\,870,63 - 11\,054,71 = \mathbf{7\,815,92 \text{ zł/rok}}$$

Prosty czas zwrotu obliczono na podstawie wzoru:

$$SPBT = K_{\text{inv}} / K$$

gdzie:

K_{inv} – koszt inwestycji na podstawie kosztorysu inwestorskiego – 130 426,17 zł brutto

zatem:

$$SPBT = 130\,426,17 / 7\,815,92 = \mathbf{16,68 \text{ [lata]}}$$

4. Instalacja fotowoltaiczna

4.1 Obliczenie ilości energii dla ogniw fotowoltaicznych

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	24,40	16%	81%	13,90	43,96
Luty	37,20	16%	81%	13,90	67,01
Marzec	77,90	16%	81%	13,90	140,33
Kwiecień	119,00	16%	81%	13,90	214,37
Maj	152,00	16%	81%	13,90	273,82
Czerwiec	165,00	16%	81%	13,90	297,24
Lipiec	168,00	16%	81%	13,90	302,64
Sierpień	144,00	16%	81%	13,90	259,41
Wrzesień	100,00	16%	81%	13,90	180,14
Październik	61,60	16%	81%	13,90	110,97
Listopad	25,60	16%	81%	13,90	46,12
Grudzień	17,40	16%	81%	13,90	31,35
SUMA					1 967,35

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%.

4.2 Obliczenie prostego czasu zwrotu

- szacowana ilość energii możliwa do uzyskania z instalacji fotowoltaicznej wynosi:
1 967,35 [kWh/rok]
- Cena energii wg taryfy - **0,68 [zł/kWh]**
- Oszczędność wynikająca z uzyskanej energii – **1 337,80 [zł/rok]**
- Koszt wykonania instalacji – **24 367,60 [zł]**
- Czas zwrotu inwestycji – **18,21 [lata]**