

**AUDYT ELEKTRYCZNY OŚWIETLENIA WBUDOWANEGO
URZĘDU MARSZAŁKOWSKIEGO WOJEWÓDZTWA LUBUSKIEGO W ZIELONEJ GÓRZE**

INWESTOR

**URZĄD MARSZAŁKOWSKI WOJEWÓDZTWA
LUBUSKIEGO**

ADRES BUDYNKU

Ul. Podgórna 7

Zielona Góra

AUTOR OPRACOWANIA

Dr inż. Ewa Teślak

**Audytora energetycznego z listy ministerialnej nr 1288,
uprawnienia do wystawiania świadectw
charakterystyki energetycznej budynku nr 1608,
audytora certyfikowanego w programie PolSeff2 nr 068**

JEDNOSTKA OPRACOWUJĄCA

SABA-SUN ABDRAHMAN ALSABRY

WAZÓW 78B lok. 8, 65-191 Zielona Góra

1.	Strona tytułowa audytu elektrycznego budynku			
1.1	Dane identyfikacyjne budynku :			
1.	Rodzaj budynku	administracyjno-biurowy	2.	Rok ukończenia budowy
				1958
3.	Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	Urząd Marszałkowski Województwa Lubuskiego ul. Podgórna 7 kod 65-057 Zielona Góra	4.	Adres budynku
				ul. Podgórna 7 kod 65-057 Zielona Góra powiat : zielonogórski województwo: lubuskie
1.2	Dane firmy wykonującej audyt :			
1.	Nazwa	SABA-SUN ABDRAHMAN ALSABRY		
2.	Nr REGON	081170153		
3.	Adres	WAZÓW 78B lok. 8, 65-191 Zielona Góra		
1.3	Dane audytora koordynującego wykonanie audytu :			
1.	Imię i nazwisko	Ewa Teślak		
2.	Nr PESEL	78062617883		
3.	Adres	ul. Sienkiewicza 9/3, 64-000 Kościan		
4.	Posiadane kwalifikacje	kurs audytingu termomodernizacyjnego Kurs nr KAPE/2007/231 świadectwo nr Kovex/2007/9039, uprawnienia do sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej nr MI/ŚE/890/2009, audytor certyfikowany programu PolSeff2 nr 068		
5.	Podpis			
1.4	Spis treści :			
1.	Strony tytułowe			
2.	Karta audytu energetycznego			
3.	Definicje oraz dokumenty i dane źródłowe wykorzystywane przy opracowaniu audytu			
4.	Inwentaryzacja stanu istniejącego			
5.	Obliczenia mocy i energii - stan istniejący			
6.	Obliczenia mocy i energii - stan projektowany			
7.	Określenie optymalnego wariantu przedsięwzięcia			
8.	Wybór wariantu optymalnego			

2.	Karta audytu elektrycznego budynku ¹⁾		
2.1	Dane ogólne		
1.	Konstrukcja / technologia budynku	tradycyjna	tradycyjna
2.	Liczba kondygnacji	4	4
3.	Kubatura części ogrzewanej [m ³]	28 084	28 084
4.	Powierzchnia netto budynku [m ²]	8 146	8 146
5.	Powierzchnia użytkowa [m ²]	8 146	8 146
6.	Powierzchnia użytkowa lokali mieszkalnych [m ²]	0	0
7.	Liczba mieszkań	0	0
8.	Liczba osób użytkujących budynek	401	401
9.	Sposób przygotowania ciepłej wody użytkowej	wraz z c.o./ podgrzewacze elektryczne	wraz z c.o./ podgrzewacze elektryczne
10.	Rodzaj systemu ogrzewania budynku	węzeł cieplny	węzeł cieplny
11.	Współczynnik kształtu A / V [1/m]	0,31	0,31

2.2	Charakterystyka elektryczna budynku		
1.	Moc przyłączeniowa [kW]	179	179
2.	Obliczeniowa moc elektryczna na potrzeby oświetlenia [kW]	123,93	66,51
3.	Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia z sieci [kWh/rok]	309822	92282,5
4.	Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną na potrzeby oświetlenia - fotowoltaika [kWh/rok]	0	74000
5.	Udział OZE	0,00	44,5%
2.6	Oplaty jednostkowe (obowiązujące w dniu sporządzania audytu)		
1.	Przyjęta grupa taryfowa - zgodnie z umową dostawcy [zł]	C21	C21
2.	Średnia opłata jednostkowa [zł]	0,45	0,45
2.7	Charakterystyka ekonomiczna optymalnego wariantu przedsięwzięcia termomodernizacyjnego		
1.	Planowane koszty całkowite [zł]	1 737 360	Roczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię [%]
2.	Roczna oszczędność kosztów (oświetlenie + fotowoltaika) [zł]	103 103	Roczna oszczędność kosztów (kompensacja mocy biernej)
			70,2%
			83 380

3. Definicje oraz dokumenty i dane źródłowe

Celem opracowania jest wykazanie zasadności wykonania modernizacji oświetlenia wbudowanego w budynek Urzędu Marszałkowskiego przy ul. Piłsudskiego 7 w Zielonej Górze oraz możliwości zastąpienia instalacji fotowoltaicznej wytwarzania energii elektrycznej na potrzeby Urzędu.

Definicje

W [kWh]	całkowita energia roczna
W_L [kWh]	energia zużyta do oświetlenia
W_P [kWh]	energia pasożytnicza zużyta przez oprawę
P_n [W]	całkowita moc na oświetlenie w pomieszczeniu lub strefie
P_{pc} [W]	całkowita moc pasożytnicza urządzeń sterujących w oprawach w pomieszczeniu lub strefie, gdy oprawy nie działają
P_{em} [W]	całkowita zainstalowana moc ładowania akumulatorów do opraw oświetlenia awaryjnego w pom. lub strefie
P_{pi} [W]	moc pasożytnicza oprawy oświetleniowej
F_c	czynnik stałego natężenia oświetlenia
F_O	czynnik zależności od obecności
F_D	czynnik wykorzystania światła dziennego
F_A	czynnik nieobecności
t_y [h]	standardowy czas roczny (8760 h)
t_D [h]	czas używania światła dziennego
t_N [h]	czas nieużywania światła dziennego
t_o [h]	roczny czas działania
t_{em} [h]	czas ładowania akumulatorów do ośw. awar.
A [m ²]	powierzchnia użytkowa
$LENI$ [kWh / (m ² x rok)]	liczbowy wskaźnik energii oświetlenia
PN [W/m ²]	gęstość mocy oświetlenia zainstalowanego w budynku

Dokumenty i dane źródłowe

- zlecenie Inwestora
- zestawienie kosztów planowanych na energię elektryczną
- obowiązujące normy i rozporządzenia

4. Inwentaryzacja stanu istniejącego

W budynku wykonano pomiary natężenia światła sztucznego (pomiary wykonane przez firmę Amtel Wojciech Tokarczuk Marek Mejnartowicz oraz p. Jarosława Górskiego i Zbigniewa Wróblewskiego Anny i Zdzisława Sychańskiego) i zweryfikowano je z normatywnymi wymogami natężenia światła stawianymi w pomieszczeniach ze względu na ich funkcje użytkowe. W większości pomieszczeń stwierdzono wystarczające parametry balansu światła. Z danych przekazanych przez Urząd wyznaczono i sprofilowano źródła w budynku. Dane zebrane w tabeli poniżej.

TYP OPRAWY	Liczba źródeł w oprawie	Moc źródła światła [W]	Moc zainstalowanych opraw	Liczba opraw w budynku
światłówki 36 W (2 rurki)	2	36	72	374
światłówki 18 W (2 rurki)	2	18	36	44
światłówki 18 W (1 rurka)	1	18	18	20
oprawa rastrowa 2 światłówek 36 W	2	36	72	393
oprawa rastrowa 4 światłówek 18 W	4	18	72	168
światłówka hermetyczna 36 W	2	36	72	186
żarówka 40W	1	40	40	636
żarówka 60W	1	60	60	21
światłówka kompaktowa 11W	1	11	11	207
światłówka pinowa 18 W	1	18	18	81
światłówka pinowa 36 W	1	36	36	120
Halogenowa 50 W	1	50	50	96
Halogenowa eco 230 W	1	230	230	4
Halogenowa eco 42 W	1	42	42	19

5. Obliczenia mocy i energii na potrzeby oświetlenia - stan istniejący

W trakcie przeprowadzonej inwentaryzacji oświetlenia stwierdzono, że większość opraw oświetleniowych w budynku posiada źródła żarowe lub świetlówki jarzeniowe. Dla istniejącego oświetlenia o znanej mocy wyznaczono roczne zapotrzebowanie energii na cele oświetlenia przyjmując czas użytkowania oświetlenia $t = 2500$ h w ciągu roku. W tabeli poniżej zebrano wyniki przeprowadzonej inwentaryzacji i zapotrzebowania energii na cele oświetlenia:

TYP OPRAWY	Liczba źródeł w porawie	Moc źródła światła [W]	Moc zainstalowanych opraw	Liczba opraw w budynku	Całkowita moc zainstalowanych opraw	Czas pracy w ciągu roku [h]	Energia zużyta w ciągu roku [kWh/rok]
światłówki 36 W (2 rurowe)	2	36	72	374	26928	2500	67320
światłówki 18 W (2 rurowe)	2	18	36	44	1584	2500	3960
światłówki 18 W (1 rurowe)	1	18	18	20	360	2500	900
oprawa rastrowa 2 świetlówki 36 W	2	36	72	393	28296	2500	70740
oprawa rastrowa 4 świetlówki 18 W	4	18	72	168	12096	2500	30240
światłówka hermetyczna 36 W	2	36	72	186	13392	2500	33480
żarówka 40W	1	40	40	636	25440	2500	63600
żarówka 60W	1	60	60	21	1260	2500	3150
światłówka kompaktowa 11W	1	11	11	207	2277	2500	5692,5
światłówka pinowa 18 W	1	18	18	81	1458	2500	3645
światłówka pinowa 36 W	1	36	36	120	4320	2500	10800
Halogenowa 50 W	1	50	50	96	4800	2500	12000
Halogenowa eco 230 W	1	230	230	4	920	2500	2300
Halogenowa eco 42 W	1	42	42	19	798	2500	1995

łącznie dla budynku:

Powierzchnia [m ²]	Całkowita moc zainstalowana [W]	Energia zużyta w ciągu roku [kWh/rok]
8 146	123 929	309 822,5

Strefa	A [m ²]	P _n [W]	P _{pc} [W]	P _{em} [W]	t _D [h]	t _N [h]	t _o [h]	t _y [h]	t _{em} [h]	W _L [kWh/rok]	W [kWh/rok]
Cały budynek	8146	123929	0	0	2000	500	2500	8760	8760	309822,5	309822,5

SUMA: 309 822,5

F_C=1
F_O=1
F_D=1

LENI 38,03	kWh/(m ² x rok)
PN 15,21	W/m ²

6. Modernizacja oświetlenia

Proponowane rozwiązanie przewiduje zastąpienie źródeł światła LED w całym budynku za wyjątkiem lamp halogenowych.

Dla proponowanej modernizacji wyznaczono roczne zapotrzebowanie energii na cele oświetlenia przy założeniu czasu użytkowania t=2500 h/rok. Wyniki przedstawiono w tabeli poniżej.

TYP OPRAWY	Liczba źródeł w porawie	Moc źródła światła [W]	Moc zainstalowanych opraw	Liczba opraw w budynku	Całkowita moc zainstalowanych opraw	Czas pracy w ciągu roku [h]	Energia zużyta w ciągu roku [kWh/rok]
oprawa LED 40W	1	40	40	374	14960	2500	37400
oprawa LED 19W	1	19	19	44	836	2500	2090
oprawa LED 9W	1	9	9	20	180	2500	450
oprawa LED 40W	1	40	40	393	15720	2500	39300
oprawa LED 40W	1	40	40	168	6720	2500	16800
oprawa LED 44 W hermetyczna	1	44	44	186	8184	2500	20460

LED 12W	1	8	8	636	5088	2500	12720
LED 8W	1	12	12	21	252	2500	630
oprawa LED 11W	1	11	11	207	2277	2500	5692,5
oprawa LED18 W	1	18	18	81	1458	2500	3645
oprawa LED 36 W	1	36	36	120	4320	2500	10800
Halogenowa 50 W	1	50	50	96	4800	2500	12000
Halogenowa eco 230 W	1	230	230	4	920	2500	2300
Halogenowa eco 42 W	1	42	42	19	798	2500	1995

łącznie dla budynku:

Powierzchnia [m ²]	Całkowita moc zainstalowana [W]	Energia zużyta w ciągu roku [kWh/rok]
8146	66513	166282,5

Strefa	A [m ²]	P _n [W]	P _{pc} [W]	P _{em} [W]	t _D [h]	t _N [h]	t _o [h]	t _y [h]	t _{em} [h]	W _L [kWh/rok]	W [kWh/rok]
Cały budynek	8146	8146	0	0	2000	500	2500	8760	8760	166282,5	166282,5

SUMA: 166282,5

F_C=1
F_O=1
F_D=1

LENI	20,41	kWh/(m ² x rok)
PN	8,17	W/m ²

7. Zastosowanie paneli fotowoltaicznych

Założenia przyjęte w analizie zasadności wytwarzania energii elektrycznej w odnawialnych źródłach energii – modułach fotowoltaicznych.

Analizowanym rozwiązaniem alternatywnym jest system dostarczania energii elektrycznej oparty na sieci energetycznej, wspomagany instalacją fotowoltaiczną zlokalizowaną na dachu budynku. Panele fotowoltaiczne zostaną zamontowane na konstrukcjach metalowych, przeznaczonych do montażu w płaskich nachyleniu 5,5° (5,5%) (w takim przypadku konstrukcje są stawiane na dachu ze specjalnymi podkładnikami). Moc przyłączeniowa wynosi 179 kW

Rozpatruje się trzy warianty wykonania instalacji fotowoltaicznej o mocy 40 kW, 80 kW i 120 kW.

Parametr	Jednostka	Wartość			
		przed modernizacją	po modernizacji		
			Wariant I	Wariant II	Wariant III
Moc przyłączeniowa [kW]	kW	179			
Moc instalacji fotowoltaicznej [kW]			40	80	120
Energia elektryczna (sieć elektroenergetyczna)	kWh/rok	430839	394839	356839	316839
Energia elektryczna (produkcja OZE)	kWh/rok	0	36000	74000	114000
Koszt jednostkowy wytworzenia 1 kWh energii	zł	0,45	0,45	0,45	0,45
Koszt energii roczny [zł/rok]	zł/rok	193877,55	177677,55	160577,55	142577,55
Koszty modernizacji	zł		301350	600240	1020000
Oszczędność kosztów energii	zł/rok		16200	33300	51300
Czas zwrotu [SPBT]	lata		18,60	18,03	19,88

Dla realizacji wskazuje się Wariant II charakteryzujący się najkrótszym czasem zwrotu kosztów.

Zgodnie z danymi producentów paneli fotowoltaicznych, powierzchnia paneli dla takiego zestawu wynosi 560 m².

Wytwarzana energia elektryczna będzie wykorzystywana na potrzeby własne Urzędu. W związku z brakiem możliwości sprzedaży energii do sieci systemowej zakłada się zastosowanie układu z blokadą zabezpieczającą przed przesyłem energii.

8. Kompensacja mocy biernej pojemnościowej

W budynku Urzędu Marszałkowskiego w Zielonej Górze, na podstawie analizy faktur za zużytą energię elektryczną stwierdzono ponadnormatywne pobory energii biernej pojemnościowej. Uziąskalanie biernej prądu w prądzie całkowitym, określona za pomocą współczynnika mocy cos φ, może kształtować się w granicach 0,1-1. Należy dążyć do tego, aby jego wartość była jak najbliższa lub równa 1. Praca inżynierów przy małym cos φ powoduje m.in.:

- zwiększony pobór prądu roboczych przez urządzenia w porównaniu do pracy przy tej samej mocy czynnej i ze współczynnikiem mocy cos φ=1;
- grzanie przewodów zasilających i ich zabezpieczeń, co stwarza zagrożenie pożarowe;
- zwiększenie grzania urządzeń zasilających takich jak transformatory;
- wzrost spadków napięć.

W celu ograniczenia poboru mocy biernej należy zastosować tzw. „naturalną” kompensację, polegającą na usprawnieniu eksploatacji urządzeń i inżynierów, a w szczególności:

- pasowania mocy silników i transformatorów wartości rzeczywiście niezbędnych;
- wyłączaniu nieobciążonych silników i transformatorów (jeśli pozwalają na to inne warunki);
- nieopuszczeniu długotrwałych obciążonych chyleo napięcia zasilającego.

Przy wysokim poziomie mocy biernej oprócz kompensacji naturalnej należy zastosować specjalistyczne układy kompensacyjne.

Koszt energii biernej pojemnościowej wynosi 83 380 zł/rok.

Koszt plan za przekroczenie mocy wynosi 45 600 zł/rok

Działania naprawcze:

1. należy zwiększyć moc zamocowaną na przyłączy 150 kW. Działanie spowoduje zmniejszenie kosztów na moc 33000 zł/rok
2. Należy zastąpić układ kompensacyjny baterii kondensatorów kompensacji mocy biernej pojemnościowej. Działanie spowoduje zmniejszenie kosztów 83380 zł/rok

Koszt zakupu i montażu baterii kondensatorów oszacowano na 70 000 zł

Koszt zwrotu inwestycji wynosi 0,84 roku.

9. Zestawienie efektu ekologicznego i ekonomicznego wybranych usprawnień

Przewiduje się dwa warianty wymiany oświetlenia:

Wariant I – wymiana istniejących źródeł na LEDowe oraz zasilanie z sieci elektroenergetycznej

Wariant II – wymiana źródeł na LEDowe oraz częściowe wytwarzanie energii elektrycznej z paneli fotowoltaicznych

L.p.	Opis	Jedn.	Stan istniejący	Po modernizacji	
				oświetlenia ogólnego	Po modernizacji
				Wariant I	Wariant II
1	Oświetlenie pomieszczeń – całkowita moc zainstalowana	W	123 929	66 513	66 513
2	Moc instalacji fotowoltaicznej	W	-	-	80000
3	Przewidywany czas użytkowania oświetlenia	h / rok	2 500	2 500	2500
4	Energia elektryczna na potrzeby oświetlenia	kWh / rok	309 822,5	166 282,5	166 282,5
4a	Energia elektryczna wytwarzana z paneli fotowoltaicznych/ energia z sieci	kWh / rok	-	-	74 000,0
					92 282,5

5	Koszt energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia	zł / rok	139 420	74 827	41527
6	Koszt wymiany źródeł	zł/rok	8 460	1 250	1250
6a	Koszt eksploatacji instalacji fotowoltaicznej (czyszczenie paneli)	zł/rok	-	-	2000
7	Roczna oszczędność energii	kWh / rok	-	143 540	217 540
8	Czas życia	h	8 000	60 000	60 000
9	Roczna oszczędność kosztów użytkowania oświetlenia uwzględniająca wymianę źródeł	zł / rok	-	71 803	103 103
10	Koszt inwestycji (wymiany opraw oświetleniowych) z uwzględnieniem dostawy i montażu opraw	zł	-	1 067 120	1 667 360
11	Oszczędność energii	%	46%		70,2%
12	Oszczędność energii	GJ/rok	516,70		783,08
13	Czas zwrotu inwestycji	lata	-	14,9	16,17

Koszty inwestycji brutto :

- koszt źródeł światła wraz z prawami – 533 560 zł
- koszt demontażu i montażu nowych źródeł – 320 136 zł
- wymiana instalacji elektrycznej - 213 424 zł
- instalacja fotowoltaiczna - 600 240 zł

UWAGA:

- część wyposażenia w czujniki ruchu i system włącz/wyłącz (łazienki, wc)

10. Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonej analizy stwierdzono, że straty energii z tytułu wymiany oświetlenia wyniosły 46% w stosunku do stanu istniejącego, a dodatkowo, z zastosowaniem paneli fotowoltaicznych straty energii sięgną 70,9 % energii traconej na oświetlenie. Nowe oświetlenie zapewni spełnienie warunków przewidzianych w Normie dotyczących wymaganego natężenia oświetlenia. Najkrótszym czasem zwrotu kosztów SPBT charakteryzuje się Wariant 1, jednak niewielka różnica w SPBT pomiędzy wariantem 1 i 2 sprawia, że w realizacji rekomenduje się wariant 2 – zakładający wymianę oświetlenia i montaż instalacji fotowoltaicznej. Dodatkowo należy wykonać układ kompensacji mocy biernej.

Całkowity koszt inwestycji wynosi 1 737 360 zł

Efekt ekologiczny

	Przed modernizacją kg CO ₂ /rok	Po modernizacji kg CO ₂ /rok	Redukcja CO ₂	
			kg CO ₂ /rok	%
1	2	3	4 = (2-3)	5 = (4 / 2)x100
Roczne zużycie energii elektrycznej MWh/rok	309,82	92,28		
Wskaźnik emisji (WE) kg/MWh **	812,00	812,00		
emisja CO ₂ kg/rok	251575,87	74933,39	176642,48	70,21%