



**DELTA**

**Biuro Audytora Energetycznego**

75-411 Koszalin, ul. Partyzantów 17, tel./fax: 094 342 54 64 [biurodelta@wp.pl](mailto:biurodelta@wp.pl)

# **AUDYT ENERGETYCZNY**

## **MODERNIZACJA OŚWIETLENIA**

### **WEWNĘTRZNEGO**

**OBIEKT:** Budynek użyteczności publicznej  
ul. Szpitalna 4, 74-320 Barlinek

**INWESTOR:** Barlineckie Towarzystwo Budownictwa  
Społecznego Sp. z o.o.  
ul. Szpitalna 4, 74-320 Barlinek

<b>Adres budynku:</b>	ul. Szpitalna 4 74-320 BARLINEK
<b>Wykonawca audytu :</b>	Biuro Audytora Energetycznego <b>DELTA</b> ul. Partyzantów 17, 75-411 Koszalin mgr inż. Andrzej Majkowski
<b>Data opracowania :</b>	10/2016

## KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO PRZEDSIĘWZIĘCIA EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Data wykonania:		25.10.2016 r.
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia.		
Przedsięwzięcie:		Modernizacja instalacji oświetlenia wewnętrznego w budynku użyteczności publicznej
Opis przedsięwzięcia.		Wymiana opraw oświetleniowych z opraw ze źródłami żarowymi, na oprawy energooszczędne ze źródłami typu LED
Dane podmiotu u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie:		Barlineckie Towarzystwo Budownictwa Społecznego Spółka z o.o. ul. Szpitalna 4, 74-320 Barlinek
Parametry przedsięwzięcia (na podstawie audytu energetycznego)		
Średnioroczna oszczędność energii finalnej	5 654	kWh/rok
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	16 962	kWh/rok
Planowane koszty całkowite	39 100	zł
Efekt ekonomiczny	3 200	zł/rok
SPBT	12,3	lat
Dane sporządzającego audyt odnawialnego źródła energii elektrycznej:		
Imię i nazwisko:	Andrzej Majkowski	
Nr uprawnień:	Upr. bud. nr 57/W/58	
Nr telefonu:	94 342 54 64, kom. 602 595 202	
Podpis:		

## **SPIS TREŚCI :**

1. Dokumenty i dane źródłowe wykorzystane przy opracowaniu koncepcji oraz wytyczne i uwagi inwestora.
2. Opis stanu istniejącego wewnętrznych instalacji oświetlenia ogólnego budynku użyteczności publicznej przy ul. Szpitalnej 4 w Barlinku.
3. Koncepcja rozwiązań technicznych
4. Obliczenie zapotrzebowania na energię elektryczną wewnętrznych instalacji oświetlenia ogólnego budynków przed i po modernizacji.
5. Obliczenie oszczędności energii elektrycznej oraz kosztów inwestycyjnych.

## **1. DOKUMENTY I DANE ŹRÓDŁOWE WYKORZYSTANE PRZY OPRACOWANIU KONCEPCJI ORAZ WYTYCZNE I UWAGI INWESTORA**

### **1.1 Dokumentacja projektowa :**

- Dokumentacja architektoniczno – budowlana budynku .
- Inwentaryzacja techniczna wykonana na potrzeby opracowania koncepcji.

### **1.2 Inne dokumenty :**

- Normy i rozporządzenia:
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 marca 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej.
  - Rozporządzenie Ministra Infrastruktury dnia 12 kwietnia 2002 r. (wraz z późniejszymi zmianami) w sprawie warunków technicznych , jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690); dalej zwane Warunkami Technicznymi.
  - Polska Norma PN-EN 12464-1 listopad 2004 r. „Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy.”
  - Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska - Aneks nr 1 do instrukcji dla wnioskodawców w sprawie sporządzania dokumentacji określającej sposób obliczenia rocznego zużycia energii do oświetlenia.

### **1.3 Wytyczne, sugestie, ograniczenia i uwagi inwestora :**

- zmniejszenie zużycie energii elektrycznej w budynkach
- modernizacja instalacji oświetlenia ogólnego budynków.

## 2. OPIS STANU ISTNIEJĄCEGO WEWNĘTRZNYCH INSTALACJI OŚWIETLENIA OGÓLNEGO BUDYNKU.

Istniejąca instalacja oświetlenia ogólnego została wykonana w latach 80-tych ubiegłego wieku. Charakteryzuje się znacznym zużyciem technicznym i dużą awaryjnością. Zastosowane źródła światła, częściowo żarowe o dużej mocy oraz oprawy świetlówkowe z zapłonnikami elektromagnetycznymi skutkują dużą energochłonnością. W celu zmniejszenia zużycia energii na potrzeby oświetlenia wewnętrznego budynku należy przeprowadzić kompleksową modernizację oświetlenia przy zastosowaniu wysokosprawnych opraw i energooszczędnych źródeł światła. Zastosowanie automatyki sterującej oświetleniem pozwoli dodatkowo obniżyć zużycie, a tym samym koszty energii elektrycznej zużywanej na oświetlenie budynku.

## 3. KONCEPCJA ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH.

Koncepcja obejmuje wykonanie robót w zakresie:

3.1. Wymiana w istniejących oprawach żarowych źródeł światła (żarówki głównego szeregu) na zintegrowane źródła światła LED o parametrach świetlnych równoważnych. Oszczędność energii rzędu 70%.

3.2. Zastąpienie opraw ze świetlówkami typu TLD na oprawy LED o parametrach świetlnych równoważnych. Oszczędność energii rzędu 40%.

Koncepcja nie obejmuje:

- modernizacji instalacji elektrycznej zasilającej oprawy - ilość punktów świetlnych ani ich rozmieszczenie nie ulega zmianie,

## 4. OBLICZENIE ZAPOTRZEBOWANIA NA ENERGIĘ ELEKTRYCZNĄ WEWNĘTRZNYCH INSTALACJI OŚWIETLENIA OGÓLNEGO BUDYNKÓW PRZY UL. SZPITALNEJ 4 W BARLINKU W STANIE PRZED I PO MODERNIZACJI.

Roczne zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku  $E_L$  oblicza się według wzoru:

$$E_L = LENI \cdot A_f \quad [kWh / a] \quad (.1.)$$

gdzie:

$LENI$	roczne jednostkowe zużycie energii do oświetlenia ocenianego budynku obliczane na podstawie zależności (.2.)	$kWh / (m^2 a)$
$A_f$	powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń	$m^2$

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

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

gdzie:

$P_N$	jednostkowa moc opraw oświetlenia podstawowego w budynku obliczana na podstawie wzoru (.4.)	$W / m^2$
$t_D$	czas użytkowania oświetlenia w ciągu dnia, zgodnie z Tab. 1.	$h / a$
$t_N$	czas użytkowania oświetlenia w ciągu nocy, zgodnie z Tab. .1	$h / a$
$t_O$	czas użytkowania oświetlenia będący sumą czasów $t_D$ i $t_N$ , zgodnie z Tab. .1.	$h / a$
$t_y$	liczba godzin w roku, □8760 h	$h$
$F_D$	współczynnik uwzględniający wykorzystanie światła dziennego w oświetleniu, zgodnie z Tab. .2.	–
$F_O$	współczynnik uwzględniający nieobecność użytkowników w miejscu pracy, zgodnie z Tab. .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 $n=0$	–

Tab.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	Szpitalne	3000	2000	5000
4	Restauracje	1250	1250	2500
5	Sportowo-rekreacyjne	2000	2000	4000
6	Handlowo-usługowe	3000	2000	5000

Tab.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	Restauracje, handlowo-usługowe	Ręczna	1.0
4	Szkoły, szpitale	Ręczna	1.0
5	Szkoły, szpitale	Regulacja światła z uwzględnieniem światła dziennego	0.8

Tab.3. Uwzględnienie wpływu obecności pracowników w miejscu pracy.

Lp.	Typ budynku	Rodzaj regulacji <sup>1)</sup>	F <sub>o</sub>
1	Biura, szkoły	Ręczna	1.0
2		Automatyczna	0.9
3	Handlowo-usługowe, sportowo-rekreacyjne, restauracje	Ręczna	1.0
4	Szpitalne	Ręczna (częściowo automat.)	0.8

<sup>1)</sup> 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:

<i>MF</i>	współczynnik utrzymania, przyjmowany na podstawie projektu, gdy stosowana jest regulacja utrzymująca natężenie oświetlenia na wymaganym poziomie	–
-----------	--	---

Przy braku regulacji utrzymującej natężenie oświetlenia na poziomie wymaganym to wartość współczynnika F<sub>c</sub> wynosi 1.

Jednostkową moc opraw oświetlenia ocenianego budynku P<sub>N</sub> oblicza się na podstawie danych i wzoru:

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

gdzie:

<i>P<sub>rzecz</sub></i>	moc instalowana opraw oświetlenia podstawowego w poszczególnych pomieszczeniach	W
<i>A<sub>f</sub></i>	powierzchnia użytkowa poszczególnych pomieszczeń	m <sup>2</sup>

W oparciu o współczynniki zapotrzebowania mocy do oświetlenia m<sup>2</sup> powierzchni budynku oraz w podziale na funkcje pomieszczeń ustalono wielkość zużywanej energii elektrycznej na oświetlenie ogólne pomieszczeń w stanie istniejącym i po modernizacji. Inwestor przedstawił dane dotyczące istniejących opraw oświetleniowych oraz dane dotyczące zużycia i kosztów energii elektrycznej.

Analizę sporządzono przy następujących założeniach:

- tryb pracy budynku - biura,
- źródło żarowe – żarówka głównego szeregu o mocy 60 W,
- oprawa świetlówkowa 44 W – oprawa ze świetlówką TLD 1x36W lub TLD2x18W , moc pobierana oprawy 44 W,
- oprawa świetlówkowa 88 W – oprawa ze świetlówką TLD 2x36W lub TLD 4x18W, moc pobierana oprawy 88 W,
- żarówka LED 10W – zintegrowane źródło światła LED o mocy pobieranej 10W równoważne żarowce głównego szeregu o mocy 60W
- oprawa LED 25W – oprawa ze źródłami LED równoważna oprawie świetlówkowej o mocy 44W,
- oprawa LED 50W – oprawa ze źródłami LED równoważna oprawie świetlówkowej o mocy 88W,
- cena energii elektrycznej 0,46 zł/kWh netto (0,56 zł/kWh z VAT) uwzględnia wszystkie składniki (energia, dystrybucja).

Parter:

Funkcja pomieszczeń	Powierzchnia	Wymagane natężenie oświetlenia	Ilość i rodzaj istniejących punktów świetlnych	Ilość i rodzaj zmodernizowanych punktów świetlnych	Moc elektryczna oświetlenia przed modernizacją	Moc elektryczna oświetlenia po modernizacji
	m <sup>2</sup>	lx	szt	szt	W	W
Komunikacja	34,07	100	4xżar 60W 1xśw 44W	4xżar LED 10W 1xLED 25W	284	65
Pom. socjalne	24,07	200	2xśw 44W 3xśw 88W	2xLED 25W 3xLED 50W	352	200
WC	22,44	200	8xśw 44W	8xLED 25W	352	200
Biura	89,62	500	14xśw 88W	14xLED 50W	1.232	700
Sala audytoryjna	53,83	500	4xśw 88W	4xLED 50W	352	200
<b>RAZEM:</b>	<b>224,03</b>		<b>36</b>	<b>36</b>	<b>2.574</b>	<b>1.365</b>

**Audyt energetyczny – modernizacja instalacji oświetlenia ogólnego budynku przy ul. Szpitalnej 4 w Barlinku**

I piętro:

Funkcja pomieszczeń	Powierzchnia	Wymagane natężenie oświetlenia	Ilość i rodzaj istniejących punktów świetlnych	Ilość i rodzaj zmodernizowanych punktów świetlnych	Moc elektryczna oświetlenia przed modernizacją	Moc elektryczna oświetlenia po modernizacji
	m <sup>2</sup>	lx	szt	szt	W	W
Komunikacja	35,66	100	4xżar 60W 1xśw 44W	4xżar LED 10W 1xLED 25W	284	65
WC	7,35	200	2xśw 44W	2xLED 25W	88	50
Biura	120,46	500	21xśw 88W	21xLED 50W	1.848	1.050
<b>RAZEM:</b>	<b>163,47</b>	-	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>2.220</b>	<b>1.165</b>

Cały budynek

Funkcja pomieszczeń	Powierzchnia	Ilość i rodzaj istniejących punktów świetlnych	Ilość i rodzaj zmodernizowanych punktów świetlnych	Moc elektryczna oświetlenia przed modernizacją	Moc elektryczna oświetlenia po modernizacji
	m <sup>2</sup>	szt	szt	W	W
Komunikacja	69,73	8xżar 60W 2xśw 44W	8xżarLED 10W 2xLED 25W	568	130
Pomieszczenia socjalne	24,07	2xśw 44W 3xśw 88W	2xLED 25W 3xLED 50W	352	200
Biura	210,08	35xśw 88W	35xLED 50W	3.080	1.750
Sala audytoryjna	53,83	4xśw 88W	4xLED 50W	352	200
WC	29,79	10xśw 44W	10xLED 25W	440	250
<b>RAZEM:</b>	<b>387,50</b>	64	64	<b>4.792</b>	<b>2.530</b>



## 5. OBLICZENIE OSZCZĘDNOŚCI ENERGII ELEKTRYCZNEJ ORAZ KOSZTÓW INWESTYCYJNYCH.

### 5.1. Przed modernizacją :

$$P_{N1} = 4.792\text{W} / 387,50 \text{ m}^2 \approx 12,34 \text{ W/m}^2$$

$$A_f = 387,50 \text{ m}^2$$

$$\text{LENI}_1 = (1 \times 12,34 / 1000) \times [(2250 \times 1 \times 1) + (250 \times 1)] + 0 + 0 \times (5 / 8760 \times [8760 - (2250 + 250)])$$

$$\text{LENI}_1 = 30,92 \text{ [kWh/(m}^2\text{a)]}$$

$$E_{L1} = 30,92 \times 387,50 \approx \mathbf{11.982 \text{ kWh/a}}$$

### 5.2. Po modernizacji :

$$P_{N2} = 2.530 \text{ W} / 387,50 \text{ m}^2 \approx 6,53 \text{ W/m}^2$$

$$A_f = 387,50 \text{ m}^2.$$

$$\text{LENI}_2 = (1 \times 6,53 / 1000) \times [(2250 \times 1 \times 1) + (250 \times 1)] + 0 + 0 \times (5 / 8760 \times [8760 - (2250 + 250)])$$

$$\text{LENI}_2 = 16,33 \text{ [kWh/(m}^2\text{a)]}$$

$$E_{L2} = 16,33 \times 387,50 \approx \mathbf{6.328 \text{ kWh/a}}$$

Roczne oszczędności energii elektrycznej zużytej na oświetlenie:

$$E_K = E_{L1} - E_{L2} = \mathbf{11.982 - 6.328 = 5.654 \text{ kWh/a}}$$

Na podstawie analizy danych zakupu energii elektrycznej podanych przez inwestora wyznaczono średnią cenę energii elektrycznej w I kwartale 2016 r. :

$$0,46 \text{ zł/kWh} + 23\% \text{ VAT} = \mathbf{0,5658 \text{ zł/kWh}}$$

Wartość oszczędności energii elektrycznej po modernizacji :

$$\mathbf{5.654 \text{ kWh/a} \times 0,5658 \text{ zł/kWh} \approx 3.200 \text{ zł/a}}$$

Wartość nakładów inwestycyjnych przyjęto na podstawie składników kosztorysowych wykonania robót oraz średnich cen Sekocenbud.

Szacowany koszt inwestycji modernizacyjnej instalacji oświetlenia ogólnego budynków (z uwzględnieniem 23% VAT) obejmuje:

1. Demontaż starych opraw i utylizacja: 56 szt.	=	1.500 zł
2. Montaż nowych opraw: 56 szt.	=	6.000 zł
3. Koszt zakupu opraw LED 25W: 14 szt.	=	5.600 zł
4. Koszt zakupu opraw LED 50W: 42 szt.	=	25.200 zł
5. Koszt zakupu źródeł LED 10W: 8 szt.	=	400 zł
9. Sprawdzenie i pomiary:	=	400 zł
<b>Łącznie :</b>	<b>=</b>	<b>39.100 zł</b>

**Okres zwrotu nakładów inwestycyjnych wynosi:**

**39.100 zł : 3.200 zł/a ≈ 147 miesięcy ≈ 12 lat i 3 miesiące**

Działania dalsze obejmują:

1. Opracowanie szczegółowej dokumentacji projektowej i kosztorysowej robót.
2. Zawarcie umowy z wykonawcą robót.
3. Realizacja robót i odbiór techniczny.
4. Ocena rezultatów przedsięwzięcia.

Opracował:  
Andrzej Majkowski

≈