



**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**

**ZADANIE:** Wykonanie instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanej na dachu Szkoły Podstawowej Nr 6 im. Zdobywców Wału Pomorskiego, ul. Kopernika 18, Szczecinek

**INWESTOR:** Miasto Szczecinek  
Plac Wolności 13, 78-400 Szczecinek

<b>Obiekt:</b>	Szkoła Podstawowa Nr 6 im. Zdobywców Wału Pomorskiego ul. Kopernika 18, 78-400 Szczecinek
<b>Wykonawca audytu :</b>	Biuro Audytora Energetycznego <b>DELTA</b> ul. Partyzantów 17, 75-411 Koszalin inż. Ewa Horków
<b>Data opracowania :</b>	08/2014

## 1. STRONA TYTUŁOWA AUDYTU ENERGETYCZNEGO LOKALNEGO ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ.

1. DANE IDENTYFIKACYJNE			
1.1. Nazwa źródła energii elektrycznej	<b>Instalacja fotowoltaiczna do przetwarzania energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną</b>		1.2. Rok rozpoczęcia budowy
			<b>2014/2015 r.</b>
1.3. Właściciel lub zarządca (nazwa lub imię i nazwisko, adres)	<b>Miasto Szczecinek Plac Wolności 13 78-400 Szczecinek</b>	1.4. Adres budynku	<b>Szkoła Podstawowa Nr 6 im. Zdobywców Wału Pomorskiego ul. Kopernika 18 78-400 Szczecinek</b>
2. Nazwa nr Regon i adres firmy wykonującej audyt :			
<b>Biuro Audytora Energetycznego DELTA Regon: 330901199 75-411 Koszalin, ul. Partyzantów 17</b>			
3. Imię i nazwisko, nr PESEL oraz adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje:			
<b>inż. Ewa Horków, Pesel: 58072804785 75-411 Koszalin, ul. Partyzantów 17</b>			
4. Współautorzy audytu : imiona, nazwiska, zakresy prac, posiadane kwalifikacje :			
Lp.	Imię i nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu energetycznego	Posiadane kwalifikacje (w tym ew. uprawnienia)
1.	-	-	-
5. Miejscowość : <b>Koszalin</b> , data wykonania opracowania : <b>sierpień 2014 r.</b>			
6. Spis treści :			
1.	Strony tytułowe		str. 1
2.	Karta audytu energetycznego		str. 2
3.	Materiały i dane do audytu		str. 3
4.	Analiza rynku energii		str. 4
5.	Zasada działania paneli fotowoltaicznych		str. 5
6.	Właściwości paneli fotowoltaicznych		str. 6
7.	Optymalizacja rozwiązań technologicznych		str. 7
8.	Planowany zakres robót		str. 8
9.	Zestawienie kosztów modernizacji		str. 9
10.	Bilans energii instalacji fotowoltaicznej		str. 10
11.	Określenie efektów energetycznych		str. 11
12.	Efekty ekonomiczne modernizacji		str. 11
13.	Ocena ekonomiczna modernizacji		str. 12
14.	Opis robót		str. 12
15.	Obliczenie planowanego efektu ekologicznego		str. 13

## 2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO ODNAWIALNEGO ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Data wykonania:	4.08.2014r.	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia.		
Przedsięwzięcie:	Wykonanie instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanej na dachu Szkoły Podstawowej Nr 6 im. Zdobywców Wału Pomorskiego w Szczecinku	
Opis przedsięwzięcia.	Budowa kompletnej instalacji fotowoltaicznej o mocy 19,00 kW, składającej się z 76 szt. modułów PV o wymiarach 1654x989x40 mm i powierzchni całkowitej 124,3 m <sup>2</sup> .	
Dane podmiotu u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie:	Szkoła Podstawowa Nr 6 im. Zdobywców Wału Pomorskiego ul. Kopernika 18, 78-400 Szczecinek	
Parametry przedsięwzięcia (na podstawie audytu energetycznego)		
Średnioroczna oszczędność energii finalnej	16 967	kWh/rok
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	50 901	kWh/rok
Planowane koszty całkowite	219 700	zł
Efekt ekonomiczny	9 951	zł/rok
SPBT	22,1	lat
Dane sporządzającego audyt odnawialnego źródła energii elektrycznej:		
Imię i nazwisko:	Ewa Horków	
Nr uprawnień:	Upr. bud. nr ZPNB-U 73427/22/98, autoryzacja audytora KAPE nr 48	
Nr telefonu:	94 342 54 64, kom. 606 924 862	
Podpis:		

### 3. MATERIAŁY I DANE DO AUDYTU.

#### 1. Inwentaryzacja techniczno-technologiczna kotłowni.

#### 2. Poza inwentaryzacją audytor korzystał z następujących źródeł danych informacji :

- dokumentacja projektowa :

- inwentaryzacja własna na potrzeby wykonania audytu.

- inne dokumenty :

- dostarczone przez Inwestora informacje dot. kosztów zakupu energii elektrycznej,
- faktury miesięczne Energa operator,
- taryfa dla energii elektrycznej obowiązująca w II kw. 2014r.
- normy i przepisy eksploatacyjne,
- wytyczne projektowania instalacji fotowoltaicznych,
- warunki techniczne, przepisy budowlane i normy branżowe.

#### 3. Osoby udzielające informacji:

- Pan Marcin Wilk – Urząd Miasta Szczecinek

- wizja lokalna :

w miesiącu lipcu 2014r.

#### 4. W audycie uwzględniono także :

- wytyczne i życzenia Inwestora :

- zmniejszenie kosztów wytwarzania energii elektrycznej,
- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii do produkcji energii elektrycznej,
- określenie planowanego do osiągnięcia efektu ekologicznego.

#### Uwagi ogólne dotyczące danych do audytu :

Audyt opracowano na potrzeby uzyskania dofinansowania ze środków szwajcarskiego programu współpracy z nowymi krajami członkowskimi Unii Europejskiej SWISS CONTRIBUTION

#### 4. ANALIZA RYNKU ENERGII.

Szkoła Podstawowa Nr 6 położona jest na ulicy Kopernika 18 w Szczecinku.

Zapotrzebowanie na moc elektroenergetyczną obiektu, wg umowy z dostawcą energii elektrycznej wynosi 28 kW.

Planowana do wybudowania instalacja fotowoltaiczna stanowi zespół prądowórczy, klasyfikowany jako mikroźródło, wykorzystujące energię odnawialną. Instalacja wytwarzać będzie energię elektryczną na potrzeby własne budynku. Występujący okresowo nadmiar energii, w przypadku braku chwilowego zapotrzebowania, oddawany będzie do publicznej sieci elektroenergetycznej. Ilość energii oddanej do sieci elektroenergetycznej nie będzie przekraczać 30% całkowitej ilości energii wytworzonej w instalacji PV i bilansowana będzie z ilością energii pobieranej z sieci.

Realizacja zadania wymaga wystąpienia Inwestora do operatora systemu o wydanie warunków technicznych przyłączenia do sieci elektroenergetycznej. Wg wstępnych ustaleń, istnieje możliwość przyłączenia do sieci elektroenergetycznej planowanej do wybudowania instalacji PV wg następujących założeń:

- moc przyłączeniowa 19,0 kW,
- przyłączenie do sieci nastąpi w istniejącym złączu kablowo-pomiarowym, w którym zainstalowany zostanie licznik energii elektrycznej dedykowany instalacji fotowoltaicznej,
- złącze oznakowane będzie według wymagań szczegółowych operatora i zabezpieczone zgodnie z IRiESD i procedurą określoną w trybie postępowania przy przyłączeniu mikroźródeł do sieci nn.
- jednostki wytwórcze wyposażone będą w zabezpieczenie od pracy wyspowej w oparciu o kryterium  $df/dt$ ,

Inwestor zobowiązany jest do opracowania i uzgodnienia z operatorem Instrukcji współpracy paneli fotowoltaicznych z siecią elektroenergetyczną.

Podstawowe zalety instalacji fotowoltaicznych:

- zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną z sieci elektroenergetycznej,
- zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska,
- ograniczenie kosztów zakupu energii elektrycznej,
- łatwa zabudowa na konstrukcji wsporczej,
- automatyczne, nie wymagające obsługi sterowanie pracą systemu.

## 5. ZASADA DZIAŁANIA PANELI FOTOWOLTAICZNYCH.

Podstawą działania ogniw fotowoltaicznych jest zjawisko przetwarzania promieniowania optycznego (słonecznego) w energię elektryczną.

Promieniowanie optyczne to strumień fotonów rozchodzący się z pewną częstotliwością, z których każdy niesie energię. Podstawowym materiałem z którego wykonuje się półprzewodniki jest krzem. Atomy krzemu składają się z jądra zbudowanego z protonów (posiadających ładunek dodatni) i neutronów oraz elektronów (posiadających ładunek ujemny), które krążą wokół jądra po różnych orbitach. Fotony zderzając się z elektronami przekazują im całą niesioną przez siebie energię i jeżeli jest ona wystarczająco duża, dochodzi do fotoemisji, czyli wybicia elektronów walencyjnych – położonych na orbicie najdalej usytuowanej od jądra (posiadających najwyższy poziom energii). Atom półprzewodnika pozbawiony elektronu zyskuje ładunek dodatni, a miejsce w którym brakuje elektronu nazywa się dziurą. Atom krzemu posiada 14 elektronów, wśród których 4 to elektrony walencyjne. Wiąże się to z możliwością oddania lub przejęcia 4 elektronów. W sieci krystalicznej elektrony sąsiednich atomów tworzą wiązania.

Pierwiastki czwartej grupy, takie jak krzem są półprzewodnikami samoistnymi, a przewodność jaką osiągają jest niewystarczająca do praktycznego ich wykorzystania. W celu poprawienia ich właściwości wprowadza się do struktury krystalicznej domieszki odpowiednich atomów. W zależności od wprowadzonego pierwiastka uzyskuje się półprzewodniki zawierające nadmiar lub niedobór elektronów w strukturze krystalicznej:

- półprzewodniki typu n uzyskuje się przez dodanie w procesie wzrostu kryształu domieszek pięciowartościowych, posiadających 1 elektron walencyjny więcej od krzemu (np. fosfor, arsen, antymon). Ten piąty elektron będzie słabo związany z jądrem i niewielka ilość energii będzie potrzebna aby zerwać to wiązanie,
- półprzewodniki typu p uzyskuje się analogicznie poprzez dodanie do kryształu pierwiastków trójwartościowych (np. bor, glin, ind), co spowoduje zdekompilowanie jednego z wiązań i powstanie dziur elektronowych.

Po zetknięciu ze sobą obu półprzewodników, w pobliżu płaszczyzny złącza istnieją gradienty koncentracji dziur i elektronów, co powoduje ich dyfuzję. Elektrony z obszaru n przemieszczają się do obszaru p, przez co nowe dziury powstają w obszarze n. Wymusza to ciągły przepływ elektronów, a przemieszczanie elektronów powoduje pojawienie się różnicy potencjałów, czyli napięcia elektrycznego i przepływ prądu.

## 6. WŁAŚCIWOŚCI PANELI FOTOWOLTAICZNYCH.

Pojedyncze ogniwo fotowoltaiczne składa się z płytki krzemowej. Na górnej powierzchni płytki umieszczona jest elektroda w postaci siatki zbierająca elektrony, a na dolnej nanoszona jest elektroda dolna w postaci warstwy metalicznej.

Moc pojedynczego ogniwa przy napięciu 0,5-0,6 V i prądzie 2,5 A kształtuje się w granicach 1-2 W. Pojedyncze ogniwa łączy się w większe struktury nazywane panelami fotowoltaicznymi. Przy połączeniu równoległym całkowity prąd wygenerowany z modułu, będzie iloczynem natężenia pojedynczego ogniwa i ilości ogniw. Połączenie szeregowe daje możliwość zwiększenia napięcia i napięcie końcowe będzie iloczynem napięcia pojedynczego ogniwa i ilości ogniw.

Na pracę ogniwa wpływ mają zmiany temperatury pracy ogniwa. Wraz ze wzrostem temperatury:

- maleje napięcie układu,
- wzrasta prąd zwarcia,
- maleje moc i sprawność ogniwa.

Ogniwa fotowoltaiczne pracują przez cały dzień, od wschodu do zachodu słońca, przy czym natężenie promieniowania w ciągu dnia jest nieustannie zmienne, co wpływa w istotny sposób na charakterystykę modułów.

W charakterystyce modułów wyróżnia się trzy punkty:

- punkt optymalnego działania, który odpowiada mocy maksymalnej - punkt ten określa wartości napięcia i natężenia,
- punkt, w którym napięcie jest równe zero i wartość produkcji prądu jest maksymalna,
- punkt, który odpowiada zerowej wartości prądu i maksymalnej wartości napięcia.

Sprawność paneli krystalicznych na dzień dzisiejszy dochodzi do 20% i zależy głównie od materiału z jakich są wykonane oraz od temperatury, przy czym zależność temperaturowa jest również zdeterminowana przez materiał.

W skład systemu fotowoltaicznego wchodzi następujące elementy:

- 1) panele fotowoltaiczne,
- 2) odbiornik generowanej energii
- 3) urządzenia pomocnicze (regulator ładowania, inwerter, przetwornik, aparatura pomiarowa, sterowanie, software).

Panele fotowoltaiczne dostarczają prąd stały o niewielkim napięciu, którego praktyczne wykorzystanie wymaga zastosowania inwertera, przekształcającego prąd stały na prąd zmienny, o charakterystyce zgodnej ze standardem sieci elektroenergetycznej.

## 7. OPTYMALIZACJA ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNYCH.

W celu wykorzystania energii słonecznej do wytwarzania energii elektrycznej, przewiduje się budowę instalacji fotowoltaicznej, która zlokalizowana zostanie na dachu płaskim budynku Szkoły Podstawowej Nr 6 przy ul. Kopernika 18 w Szczecinku.

Dobór wielkości i typu instalacji fotowoltaicznej jest wynikiem optymalizacji uwzględniającej następujące uwarunkowania:

- miejsce usytuowania instalacji,
- charakterystykę odbiornika energii elektrycznej,
- ilość dostępnego miejsca,
- typ systemu fotowoltaicznego,
- lokalne warunki meteorologiczne,
- ograniczenie ilości energii oddawanej do sieci do max. 30% całkowitej produkcji energii w instalacji PV,
- nie przewiduje się magazynowania energii w akumulatorach.

Maksymalny chwilowy pobór energii przez wszystkie urządzenia i odbiorniki energii elektrycznej w budynku Szkoły Podstawowej nr 6 wynosi 28 kW.

Wielkość planowanej do realizacji instalacji fotowoltaicznej wynosi 185,5m<sup>2</sup> i uwarunkowana jest ilością dostępnego miejsca na dachu budynku.

Lokalizacja instalacji PV planowana jest na dachu płaskim budynku dwukondygnacyjnego. Nie przewiduje się montażu paneli na dachu sali gimnastycznej i dachach budynków jednokondygnacyjnych (zgodnie z opinią użytkownika, łatwy dostęp do instalacji z poziomu terenu, stwarza zagrożenie dla jej trwałości).

Biorąc pod uwagę wymagane odległości montażowe pomiędzy kolejnymi rzędami paneli, przy kącie nachylenia paneli 25° (ze względu na możliwość zacierania sąsiadujących pól) optymalną wielkością instalacji jest instalacja o powierzchni 124,3 m<sup>2</sup>, składająca się z 76 szt. paneli o wymiarach 1654 x 989 mm, ustawionych na konstrukcji wsporczej, skierowanej w kierunku południowym.

Instalacja zostanie rozdzielona na 2 inwertery (2 x 10 kW). Inwertery i rozdzielnica AC z licznikiem zamontowane zostaną w pobliżu rozdzielnicy głównej. Połączenie z instalacją będzie miało miejsce w rozdzielni głównej za pośrednictwem rozdzielni R-EKO.



## 8. PLANOWANY ZAKRES ROBÓT.

Budowa kompletnej instalacji fotowoltaicznej wg następujących założeń:

- obliczenia instalacji wykonano w oparciu o dane techniczne modułów Vitovolt 300, typ P250 PSEB,
- generator fotowoltaiczny składający się 76 szt. modułów PV montowanych na dachu budynku dwukondygnacyjnego o wymiarach 1654x989x40 mm i powierzchni całkowitej 124,3 m<sup>2</sup>, o parametrach technicznych:
  - sprawność modułów min. 15,97%
  - moc przy STC min. 250 Wp
- inwerter sieciowy 3-fazowe, szt. 2 o parametrach:
  - maksymalna moc wejściowa 10200 W
  - maksymalne napięcie wejściowe 1000 V
  - sprawność maksymalna 98,1-97,7%
- zabezpieczenie zwarciove i przetężeniowe DC – bezpieczniki topikowe
- zabezpieczenie zwarciove i przetężeniowe AC – łączniki instalacyjne nadprądowe,
- zabezpieczenie przeciwprzebieciowe – ograniczniki przepięć SPD ,
- rozłączniki - rozłączniki izolacyjne do rozłączania biegunów po stronie DC i AC,
- licznik pomiarowy energii wytworzonej przez system PV,
- rozdzielnia R-EKO gdzie znajdować się będą zabezpieczenia obwodów inwerterów, licznik energii wytworzonej przez minielektrownię, główny wyłącznik instalacji fotowoltaicznej (rozłącznik izolacyjny). ogranicznik przepięć SPD.

Bieżąca obserwacja pracy wszystkich elementów systemu oraz nadzór nad pracą inwerterów i generatorów fotowoltaicznych, prowadzona będzie przez centrum komunikacyjne, którego zadaniem będzie monitoring, diagnostyka, przechowywanie danych oraz wizualizacja pracy instalacji fotowoltaicznej.

Uwaga: moc inwerterów należy zweryfikować na etapie opracowania szczegółowego projektu budowlanego.

## 9. ZESTAWIENIE KOSZTÓW MODERNIZACJI.

TABELA Nr 1

Lp.	Nazwa urządzenia	Koszt [zł]
	Montaż modułów fotowoltaicznych	
1.	1.1 Montaż modułów fotowoltaicznych składających się z 76 szt. paneli o łącznej mocy 19,00 kW na gotowych konstrukcjach wsporczych	79 800
	1.2 Montaż konstrukcji wsporczej	25 300
2.	Układanie przewodów łączących instalację fotowoltaiczną z siecią energetyczną.	6 000
3.	Urządzenia sterownicze i rozdzielcze z wyposażeniem	50 000
4.	Urządzenia zabezpieczające: ograniczniki przepięć, rozłączniki, styczniki, wyłączniki nadprądowe, licznik energii elektrycznej instalacji fotowoltaicznej	15 000
5.	Instalacja wyrównawcza i uziemiająca	1 000
6.	Badania i pomiary powykonawcze	1 500
7.	Razem instalacja fotowoltaiczna	178 600
8.	Podatek VAT 23 %	41 100
9.	<b>OGÓŁEM z podatkiem VAT</b>	<b>219 700</b>

Uwaga: koszt robót na podstawie kalkulacji uproszczonej wykonania robót.

Poziom cen II kw. 2014 r.

## 10. BILANS ENERGII INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ.

Obliczenie produkcji energii elektrycznej z analizowanej instalacji fotowoltaicznej przeprowadzono za pomocą symulacji komputerowej.

Program uwzględnia następujące czynniki, mające wpływ na efektywność instalacji fotowoltaicznej:

- szerokość geograficzną i natężenie promieniowania słonecznego,
- kąt nachylenia paneli fotowoltaicznych,
- ścieżkę słońca w okresie dzień/rok,
- horyzont i elementy zacinające instalację,
- typ paneli i ich sprawność,
- zmniejszenie promieniowania na powierzchnię paneli, spowodowane zabrudzeniami i ich starzeniem się.

Zużycie energii elektrycznej w budynku szkolnym określono na podstawie analizy faktur miesięcznych zakupu energii elektrycznej w 2013 r.

Dokonano porównania ilości energii wyprodukowanej w ciągu miesiąca w instalacji PV oraz energii zużytej na potrzeby własne. Na tej podstawie określono ilość energii oddawanej do sieci w okresach braku zapotrzebowania na energię.

Bilans energii przedstawiono w tabeli nr 2.

**TABELA Nr 2**

Okres rozliczeniowy	Zużycie energii w okresie rozliczeniowym	Miesiąc	Zużycie energii w miesiącu	Produkcja energii w instalacji PV	Energia oddana do sieci
-	kWh	-	kWh/m-c	kWh/m-c	kWh/m-c
01.02.2013-04.12.2012	7500	1	<b>4009</b>	478.80	
02.02.2013-01.04-2013	6053	2	<b>2873</b>	839.80	
02.02.2013-01.04-2013	6053	3	<b>3180</b>	1436.40	
01.04.2013-22.04.2013	994	4	<b>1651</b>	1865.80	214.80
23.04.2013-04.06.2013	3529	5	<b>2544</b>	2337.00	
23.04.2013-04.06.2013	3529	6	<b>1580</b>	2071.00	491.00
05.06.2013-02.08.2013	2841	7	<b>1493</b>	2280.00	787.00
05.06.2013-02.08.2013	2841	8	<b>1820</b>	2071.00	251.00
03.08.2013-01.10.2013	3566	9	<b>1783</b>	1495.30	
03.08.2013-01.10.2013	3566	10	<b>3899</b>	1168.50	
02.10.2013-5.12.2013	8318	11	<b>3839</b>	560.50	
02.10.2013-5.12.2013	8318	12	<b>4271</b>	362.90	
<b>Razem:</b>			<b>32 942</b>	<b>16 967</b>	<b>1 744</b>
<b>%</b>			<b>100</b>	<b>51,5</b>	<b>10,3</b>

## 11. OKREŚLENIE EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH.

Oszczędność energii elektrycznej pochodzącej z sieci elektroenergetycznej, wynikającą z zastosowanie odnawialnej energii słonecznej przedstawiono w tabeli 3.

**TABELA 3**

<b>TABELA 3. BILANS CIEPLNY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ</b>			
<b>Lp.</b>	<b>Wyszczególnienie</b>		<b>Wartość</b>
1	2		3
1.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej	kWh/rok	<b>16 967</b>
2.	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej (energia elektryczna pochodząca w sieci elektroenergetycznej)	-	<b>3,0</b>
3.	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	kWh/rok	<b>50 901</b>

## 12. EFEKTY EKONOMICZNE MODERNIZACJI.

W wyniku budowy instalacji fotowoltaicznej, w związku ze zmniejszeniem zużycia energii pobieranej z sieci elektroenergetycznej na rzecz energii odnawialnej, nastąpi zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych budynku.

Założenia:

- średnioroczna oszczędność energii finalnej 16 967 kWh/rok
- średnia cena 1 kWh energii elektrycznej na podstawie cennika ENERGA – taryfa C 11:
  - energia elektryczna czynna 0,21280 zł/kWh
  - składnik zmienny stawki sieciowej 0,25320 zł/kWh
  - składnik jakościowy stawki systemowej 0,01080 zł/kWh
  - razem:  $0,4768 \times 1,23 = 0,5865$  zł/kWh brutto
- roczne zmniejszenie kosztów zakupu energii elektrycznej:  
 $16\ 967\ \text{kWh/rok} \times 0,5865\ \text{zł/kWh} = 9\ 951\ \text{zł/rok}$

### 13. OCENA EKONOMICZNA MODERNIZACJI.

Dla projektowanej modernizacji zestawiono wielkości nakładów inwestycyjnych, przewidywane oszczędności w kosztach zakupu energii elektrycznej oraz prosty czas zwrotu nakładów inwestycyjnych.

**TABELA Nr 4**

Lp.	WARIANT	Nakłady inwestycyjne	Roczne oszczędności kosztów energii	Przewidywany czas zwrotu nakładów SPBT
		(zł)	(zł/rok)	(lat)
1.	Budowa instalacji fotowoltaicznej	219 700	9 951	22,1

Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej jest inwestycją charakteryzującą się stosunkowo odległym czasem zwrotu nakładów inwestycyjnych, wyrażonych współczynnikiem SPBT = 22,1 lata.

Poprawa wskaźnika czasu zwrotu nakładów inwestycyjnych nastąpić może w przypadku:

- realizacji inwestycji przy udziale dotacji przeznaczonych na odnawialne źródła energii,
- wejścia w życie Ustawy o odnawialnych źródłach energii, w ramach której udzielane będą dopłaty do produkcji energii z instalacji fotowoltaicznych.

### 14. OPIS ROBÓT.

Zakres modernizacji obejmuje następujące elementy robót:

- Budowę kompletnej instalacji fotowoltaicznej wg założeń opisanych w pkt. 8. wraz z powiązaniem instalacji z istniejącą w budynku instalacją elektroenergetyczną.

W związku z występującym w wyniku modernizacji efektem ekologicznym z zakresie ochrony powietrza, polegającym na zmniejszeniu emisji zanieczyszczeń, możliwe jest wystąpienie do instytucji finansujących instalowanie odnawialnych źródeł energii z wnioskiem o pomoc finansową w realizacji zadania.

## 15. OBLICZENIE PLANOWANEGO EFEKTU EKOLOGICZNEGO.

### ZAŁOŻENIA:

W wyniku budowy instalacji fotowoltaicznej planuje się osiągnięcie następującego efektu energetycznego:

- |  |                |
|--|----------------|
| - średnioroczna oszczędność energii finalnej   | 16 967 kWh/rok |
| - średnioroczna oszczędność energii pierwotnej | 50 901 kWh/rok |

Wytworzona energia pochodzić będzie z odnawialnych źródeł energii (energia słoneczna). Odpowiednio zmniejszeniu ulegnie ilość energii elektrycznej wytworzonej w elektrociepłowni i dostarczonej z sieci elektroenergetycznej.

Ilość energii pierwotnej z systemu elektroenergetycznego obliczono z uwzględnieniem współczynnika nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej, zgodnie z metodologią określoną w Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącego samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania świadectw charakterystyki energetycznej.

Spalanie paliw do celów energetycznych wiąże się z emisją do atmosfery znacznych ilości zanieczyszczeń gazowych oraz powstawaniem odpadów stałych takich jak pył, żużel i sadza. Zanieczyszczenia gazowe obejmują związki chemiczne takie jak pył, tlenek węgla (CO), dwutlenek węgla (CO<sub>2</sub>), dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>) oraz związki azotu (NO<sub>x</sub>).

Do obliczenia wielkości emisji unikniętej w wyniku realizacji przedsięwzięcia przyjęto następujące założenia:

- wartość opałową węgla spalanego w elektrociepłowniach zawodowych przyjęto na podstawie danych KOBIZE do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za rok 2014. w wysokości 21,22 MJ/kg,
- jednostkowe wskaźniki emisji zanieczyszczeń tlenku węgla (CO), dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>), dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>), pyłów oraz związków azotu (NO<sub>x</sub>) ustalono na podstawie materiałów informacyjno-instruktażowych MOSZNiL „Wskaźniki emisji substancji zanieczyszczających wprowadzanych do powietrza z procesów energetycznego spalania paliw”. Zastosowano Załącznik 1 „Wskaźniki unosu substancji zanieczyszczających powstających przy energetycznym spalaniu węgla kamiennego” – palenisko z rusztem mechanicznym, wydajność ciepła  $\geq 12 \text{ MW}_t$ .

Efekt ekologiczny modernizacji obliczono jako ilość emisji unikniętej w elektrociepłowni, wynikającej z w wyniku zastosowania odnawialnych źródeł energii:

- ograniczenie zużycia energii pierwotnej	50 901 kWh/rok
- wartość opałowa węgla wg KOBIZE 2014	21,22 MJ/kg
- parametry węgla energetycznego klasy miał 21	Ar=18%; s=0,6
- sprawność urządzeń odpylających	95%
- sprawność urządzeń odsiarczających	85%
- zużycie węgla $50\,901\text{kWh} \times 3,6 / 21,22\text{ MJ/kg} = 8\,635\text{ kg}$	8,6 t

### **JEDNOSTKOWE WSKAŹNIKI EMISJI ZANIECZYSZCZEŃ.**

CO <sub>2</sub>	2200 kg/Mg
SO <sub>2</sub>	$17 \times 0,6 \times (1-0,85) = 1,53\text{ kg/Mg}$
NO <sub>x</sub>	4,00 kg/Mg
CO	5,00 kg/Mg
Pył	$3 \times 18 \times (1-0,95) = 2,7\text{ kg/Mg}$

Jednostkową produkcję zanieczyszczeń powstającą ze spalania węgla w elektrociepłowni przedstawiono w tabeli nr 4 zamieszczonej poniżej:

Jednostkowa produkcja zanieczyszczeń [kg/Mg],

**TABELA NR 4**

<b>Paliwo</b>	<b>Pył [kg/Mg]</b>	<b>NO<sub>x</sub> [kg/Mg]</b>	<b>SO<sub>2</sub> [kg/Mg]</b>	<b>CO [kg/Mg]</b>	<b>CO<sub>2</sub> [kg/Mg]</b>
<b>Węgiel kamienny (energia elektryczna)</b>	<b>2,70</b>	<b>4,00</b>	<b>1,53</b>	<b>5,00</b>	<b>2200</b>

### **CAŁKOWITY EFEKT EKOLOGICZNY MODERNIZACJI [KG]**

Wielkość emisji unikniętej w wyniku zastosowania energii odnawialnej ilustruje tabela nr 5.

**TABELA NR 5**

<b>Wyszczególnienie</b>	<b>Miało węglowy [Mg/rok]</b>
<b>Zużycie</b>	<b>8,6</b>
<b>Emisja zanieczyszczeń [kg/rok]</b>	
<b>Pył</b>	<b>23,22</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>34,40</b>
<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>13,16</b>
<b>CO</b>	<b>43,00</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>18 920,00</b>

W wyniku planowanej budowy instalacji fotowoltaicznej nastąpi redukcja zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery, powstających w procesie spalania paliw dla celów energetycznych i osiągnięty zostanie wymierny efekt ekologiczny.