



DELTA

Biuro Audytora Energetycznego

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

AUDYT ENERGETYCZNY

ZADANIE: Wykonanie instalacji fotowoltaicznej o mocy 5 kW
na dachu budynku użyteczności publicznej

INWESTOR: Barlineckie Towarzystwo Budownictwa Społecznego
ul. Szpitalna 4, 74-320 Barlinek

Obiekt:	ul. Szpitalna 4 74-320 BARLINEK
Wykonawca audytu :	Biuro Audytora Energetycznego DELTA ul. Partyzantów 17, 75-411 Koszalin inż. Ewa Horków
Data opracowania :	10/2016

2. KARTA AUDYTU ENERGETYCZNEGO ODNAWIALNEGO ŹRÓDŁA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Data wykonania:		14.11.2016r.	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia.			
Przedsięwzięcie:		Wykonanie instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanej na dachu budynku przy ul. Szpitalnej 4 w Barlinku	
Opis przedsięwzięcia.		Budowa kompletnej instalacji fotowoltaicznej o mocy 5 kWp, składającej się 18 szt. modułów PV o mocy jednostkowej 275 Wp	
Dane podmioty u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie:		Barlineckie Towarzystwo Budownictwa Społecznego Spółka z o.o. Barlinek, ul. Szpitalna 4	
Parametry przedsięwzięcia (na podstawie audytu energetycznego)			
Średnioroczna oszczędność energii finalnej	5 076	kWh/rok	
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	15 228	kWh/rok	
Planowane koszty całkowite	50 500	zł	
Efekt ekonomiczny	2 484	zł/rok	
SPBT	20,3	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 budowlana dostarczona przez Inwestora,

- inne dokumenty :

- informacje dot. kosztów zakupu energii elektrycznej,
- taryfa dla energii elektrycznej obowiązująca w IV kw. 2016r.
- normy i przepisy eksploatacyjne
- warunki techniczne, normy branżowe i wytyczne projektowe.

3. Osoby udzielające informacji:

- Pan Edward Hołowczak – Kierownik Działu Administrowania Nieruchomościami BTBS
- Pani Katarzyna Czarnecka – Księgowa BTBS

- wizja lokalna :

w miesiącu październiku 2016r.

4. W audycie uwzględniono także :

- wytyczne i życzenia Inwestora :

- zmniejszenie kosztów wytwarzania energii elektrycznej,
- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii do produkcji energii elektrycznej.

Uwagi ogólne dotyczące danych do audytu :

Audyty opracowano na potrzeby uzyskania dofinansowania z funduszy przeznaczonych na poprawę efektywności energetycznej budynków.

4. 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 zdekompletowanie 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.

5. 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.

6. OPTIMALIZACJA ROZWIĄZAŃ TECHNOLOGICZNYCH.

W celu wykorzystania energii słonecznej do wytwarzania energii elektrycznej, przewiduje się budowę instalacji fotowoltaicznej, która zlokalizowana zostanie na dachu budynku użyteczności publicznej przy ul. szpitalnej 4 – siedziby BTBS Spółka z o.o. w Barlinku.

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

- miejsce usytuowania instalacji,
- charakterystykę odbiorników energii elektrycznej,
- warunki przyłączenia określone przez operatora sieci elektroenergetycznej,
- ilość dostępnego miejsca,
- typ systemu fotowoltaicznego,
- lokalne warunki meteorologiczne.

Planowane do wybudowania instalacje fotowoltaiczne stanowią zespół prądowórczy, klasyfikowany jako mikroźródło (do 40 kW), wykorzystujące energię odnawialną. Instalacja wytwarzać będzie energię elektryczną na potrzeby własne budynków.

Występujący okresowo nadmiar energii, w przypadku braku chwilowego zapotrzebowania, zagospodarowany zostanie z postanowieniami Ustawy o Odnawialnych Źródłach Energii, w następujący sposób:

- 1) oddawany będzie do publicznej sieci elektroenergetycznej. Ilość energii oddanej do sieci elektroenergetycznej nie będzie przekraczać ilości energii pobranej i bilansowana będzie z ilością energii pobieranej z sieci w okresie 6 miesięcznym,
- 2) nie przewiduje się magazynowania energii w akumulatorach.

Pobór energii elektrycznej przez urządzenia i odbiorniki energii elektrycznej w budynku w okresie od listopada 2015 do października 2016 wyniósł 20 MWh/rok.

Wielkość planowanej do realizacji instalacji fotowoltaicznej wynosi 5 kWp i uwarunkowana jest ilością dostępnego miejsca na dachu budynku. Biorąc pod uwagę wymagane odległości montażowe pomiędzy kolejnymi rzędami paneli (ze względu na możliwość zacieniania sąsiadujących pól) optymalną wielkością jest 18 szt. paneli o wymiarach ok. 1,6 x 0,9 m. Instalacja zostanie podłączona do jednego inwertera o mocy 5 kW.

Inwerter zamontowany zostanie w wydzielonym pomieszczeniu technicznym. Rozdzielnica AC z licznikiem energii zamontowana zostanie obok rozdzielnic głównej.

Główny pomiar operatora sieci znajdować się będzie w złączu kablowo-pomiarowym.

8. PLANOWANY ZAKRES ROBÓT.

Budowa kompletnej instalacji fotowoltaicznej wg następujących założeń:

- generator fotowoltaiczny składający się 18 szt. modułów PV o wymiarach
- ok. 1,6 x 0,9 m i powierzchni całkowitej 26 m², o parametrach technicznych:
- rodzaj paneli - moduł monokrystaliczny 275 Wp, 18 sztuk
- moc maksymalna układu - 4.950 Wp
- napięcie na wyjściu instalacji - 230/400 V, 50 Hz (3~)
- moc znamionowa inwertera - 5.000 W
- rodzaj połączenia z siecią - on-grid
- szacowana produkcja energii - 5.076 kWh/rok

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.

9. ZESTAWIENIE KOSZTÓW MODERNIZACJI.

TABELA Nr 1

Lp.	Nazwa urządzenia	Koszt [zł]
1.	Montaż modułów fotowoltaicznych	28 155
2.	Układanie przewodów łączących instalację fotowoltaiczną z siecią energetyczną.	870
3.	Urządzenia sterownicze i rozdzielcze z wyposażeniem	10 000
4.	Instalacja wyrównawcza i uziemiająca	1 365
5.	Badania i pomiary powykonawcze	260
6.	Roboty pomocnicze	345
7.	Razem instalacja fotowoltaiczna	41 057
8.	Podatek VAT 23 %	9 443
9.	OGÓŁEM z podatkiem VAT	50 500

Uwaga: koszt robót na podstawie uproszczonej kalkulacji robót. Poziom cen IV kw. 2016 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 zacieniające instalację,
- typ paneli i ich sprawność,
- zmniejszenie promieniowania na powierzchnię paneli, spowodowane zabrudzeniami i ich starzeniem się,
- współczynnik strat na przewodach dla prądu stałego przy mocy nominalnej,
- straty spowodowane odchyleniami w charakterystykach napięcie/natężenie,
- sposób połączeń, ilość i charakterystykę zastosowanych inwerterów.

Uzysk energii :

Łączny planowany uzysk energii ustalony na podstawie symulacji komputerowej wynosi 5 076 kWh/rok.

11. OKREŚLENIE EFEKTÓW ENERGETYCZNYCH.

Oszczędność energii elektrycznej pochodzącej z sieci elektroenergetycznej, wynikającą z zastosowanie odnawialnej energii słonecznej przedstawiono w tabeli 2.

TABELA 2

TABELA 2. BILANS CIEPLNY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ			
Lp.	Wyszczególnienie		Wartość
1	2		3
1.	Średnioroczna oszczędność energii finalnej	kWh/rok	5 076
2.	Współczynnik nakładu nieodnawialnej energii pierwotnej(energia elektryczna pochodząca w sieci elektroenergetycznej)	-	3,0
3.	Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej	kWh/rok	15 228

12. EFEKTY EKONOMICZNE MODERNIZACJI.

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

Założenia:

- średnioroczna oszczędność energii finalnej 5 076 kWh/rok
- średnia cena 1 kWh energii elektrycznej na podstawie cennika Operatora ENERGA 0,4893 zł/kWh z pod. VAT
- roczne zmniejszenie kosztów zakupu energii elektrycznej:
 $5\,076 \text{ kWh/rok} \times 0,4893 \text{ zł/kWh} = 2\,484 \text{ zł/rok}$

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 3

Lp.	WARIANT	Nakłady inwestycyjne	Roczne oszczędności kosztów energii	Przewidywany czas zwrotu nakładów SPBT
		(zł)	(zł/rok)	(lat)
1.	Budowa instalacji fotowoltaicznej	50 500	2 484	20,3

Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej jest inwestycją charakteryzującą się stosunkowo odległym czasem zwrotu nakładów inwestycyjnych, wyrażonych współczynnikiem SPBT = 20,3 lat.

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 ze źródeł OZE.

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.