



## AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

1. Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej

***Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 20 kW<sub>p</sub>  
na dachu budynku Socjalno-szatniowego na stadionie  
w Gąsawie***

2. Podmiot u którego zostanie lub zostało zrealizowane przedsięwzięcie:

Imię i nazwisko lub nazwa: **Gmina Gąsawa**

Adres: **ul. Żnińska 8  
58-410 Gąsawa**

3. Miejsce lokalizacji przedsięwzięcia

Adres: **ul. Sportowa  
58-410 Gąsawa**

4. Audyt sporządził

Imię i nazwisko: **Małgorzata Kowalczyk**

5. Data sporządzenia audytu: **Marzec 2019 r.**

## 1. Strona tytułowa audytu energetycznego źródła energii elektrycznej

### 1.1 DANE IDENTYFIKACYJNE BUDYNKU

1.1 Rodzaj	Użyteczność publiczna	1.2 Rok ukończenia	2009 r.
budynku		budowy	
1.3 Inwestor	Gmina Gąsawa	1.4 Adres budynku	
(nazwa lub imię i nazwisko, adres)		ul. Sportowa	
do korespondencji	ul. Żnińskiej 8	58-410 Gąsawa	
PESEL)	kod 58-410. miejscowość : Gąsawa		
	tel.	fax	

2. Nazwa, adres i numer REGON podmiotu wykonującego audyt:

Nazwa :	DH-SYSTEMS Sp. z o.o.
Adres :	85-022 Bydgoszcz, ul. Gdańska 125
Regon :	90062293

3. Imię, nazwisko, adres audytora koordynującego wykonanie audytu, posiadane kwalifikacje, podpis

Imię nazwisko :	Małgorzata Kowalczyk
Adres :	85-794 Bydgoszcz, ul. Br. Czecha 2/38
Kwalifikacje :	audytor, członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych, legitymacja nr 764
Podpis :	

4. Współautorzy audytu: imiona, nazwiska, zakres prac

I.p.	Imię i Nazwisko	Zakres udziału w opracowaniu audytu
1.	mgr inż. Tadeusz Kowalczyk	inwentaryzacja
2.		
3.		
4.		

5. Miejscowość : Bydgoszcz

Data wykonanie opracowania : marzec 2019 r

6. Spis treści

1. Strona tytułowa audytu energetycznego lokalnego źródła energii elektrycznej	str 2
2. Karta audytu energetycznego lokalnego źródła energii elektrycznej	str 3
3. Plan sytuacyjny	str 4
4. Charakterystyka zużycia i rozliczania energii elektrycznej	str 5
5. Opis techniczny instalacji fotowoltaicznej	str 7
6. Obliczenia rocznej produkcji energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną	str 8
7. Analiza ekonomiczna przedsięwzięcia	str 11
8. Efekt energetyczny i ekologiczny	str 12

## 2. Karta audytu energetycznego odnawialnego źródła energii elektrycznej

Data wykonania	03.2019	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia		
Przedsięwzięcie	Wykonanie instalacji fotowoltaicznej zlokalizowanej na dachu budynku Socjalno-szatniowego na stadionie w Gąsawie przy ul. Sportowej	
Opis przedsięwzięcia	Budowa kompletnej instalacji fotowoltaicznej o mocy 20 kW <sub>p</sub> , w oparciu o 80 szt modułów PV	
Dane podmiotu u którego została zrealizowane przedsięwzięcie	Gminny Gąsawa	
Parametry przedsięwzięcia		
Średnioroczna ilość energii odnawialnej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną	10,810	[MWh/rok]
Średnioroczna oszczędność nieodnawialnej energii pierwotnej	27,03	[MWh/rok]
Roczne ograniczenie emisji CO <sub>2</sub>	8,78	[MgCO <sub>2</sub> /rok]
Udział energii z OZE w całkowitym zużyciu energii elektrycznej	94	[%]
Planowane koszty całkowite inwestycji brutto	100 000	[zł]
Efekt ekonomiczny	5 482	[zł/rok]
SPBT	18,2	lat
Dane sporządzającego audyt odnawialnego źródła energii elektrycznej		
Imię i nazwisko :	Małgorzata Kowalczyk	
Nr uprawnień :	Audytor - członek Zrzeszenia Audytorów Energetycznych legitymacja nr 764	
Dane kontaktowe :	e-mail : m.kowalczyk@dh-systems.pl, tel 501 541 510	
Podpis :		

Bydgoskie Centrum Techniki Instalacyjnej

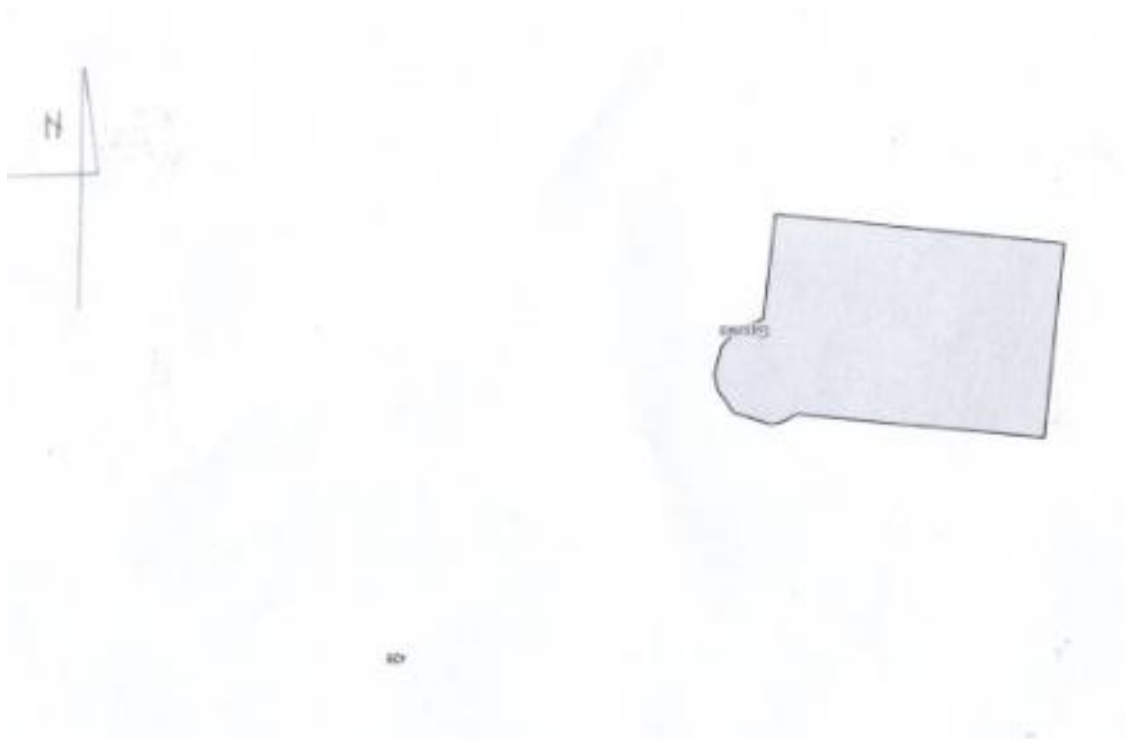
DH-SYSTEMS Sp. z o.o

ul. Gdańska 125, 85-022 Bydgoszcz

www.dh-systems.pl, biuro@dh-systems.pl

### 3. Plan sytuacyjny

ul. Sportowa



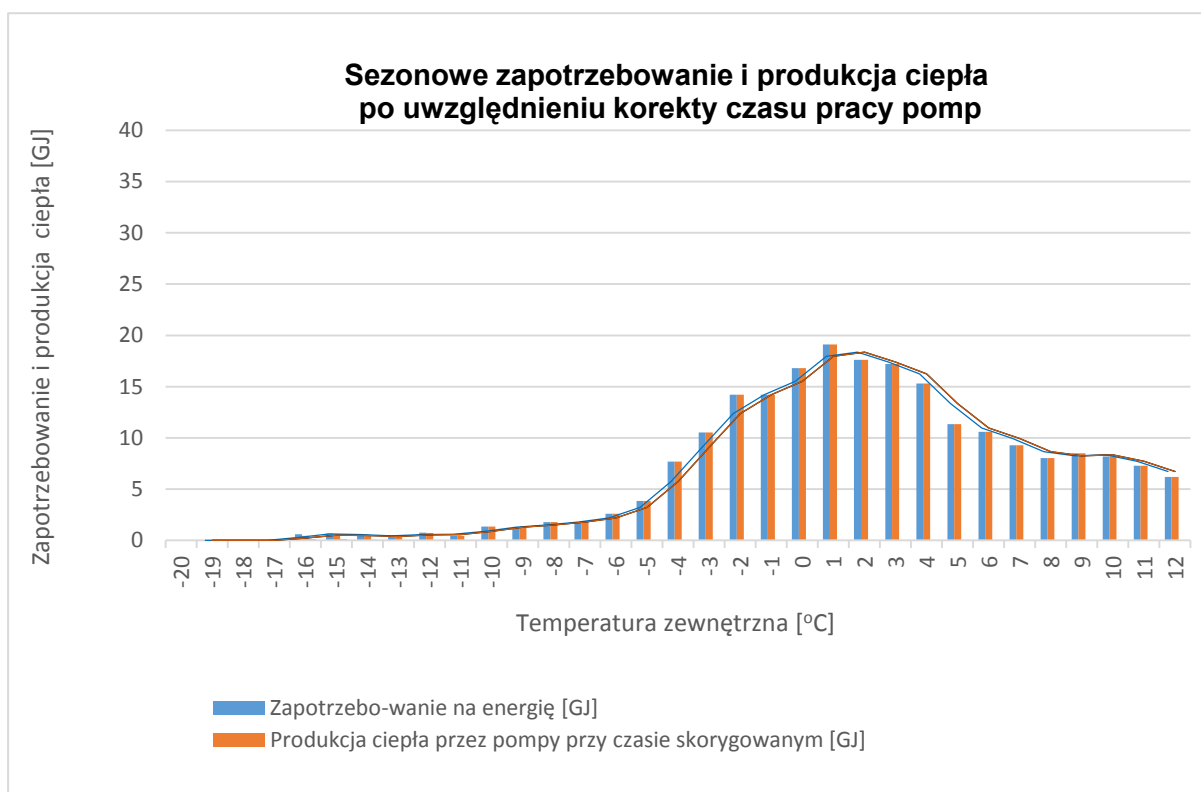
#### 4. Charakterystyka zużycia i rozliczania energii elektrycznej

Budynek Socjalno-szatniowy na stadionie w Gąsawie znajdujący się przy ul. Sportowej 1. Budynek został wybudowany w latach 80 ubiegłego wieku i w 2009 r rozbudowany. W budynku mieści się zaplecze szatniowo-sanitarne na potrzeby stadionu. jest to budynek wolnostojący, nie podpiwniczony, 2-kondygnacyjny.

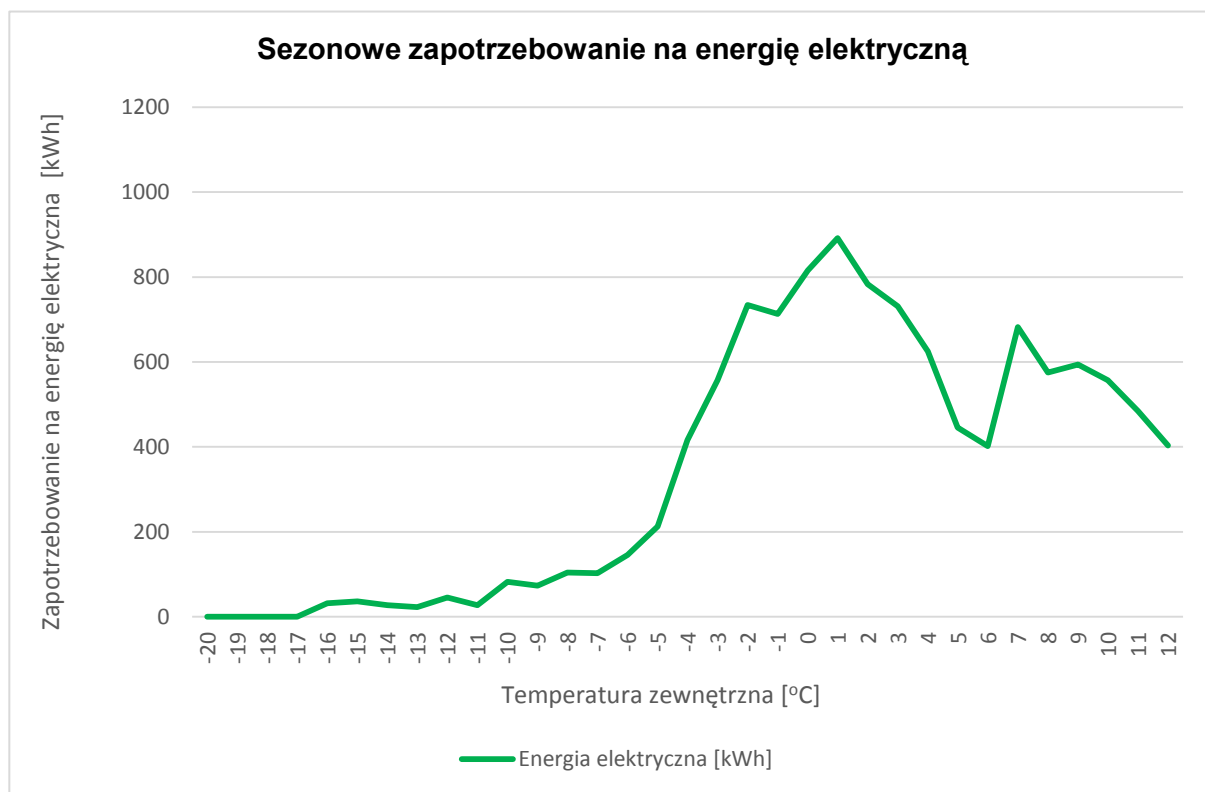
Obecnie budynek jest ogrzewany za pomocą grzejników elektrycznych. Po termomodernizacji przewiduje się wykorzystanie do ogrzewania i przygotowania c.w.u. dwóch sprężarkowych pomp ciepła typu powietrze-woda o łącznej mocy cieplnej 25 kW. Przewidywane zapotrzebowanie na energię elektryczną w sezonie grzewczym na potrzeby pomp ciepła wynosi około **11 500 kWh** - wykres zapotrzebowania na energię cieplną i energię elektryczną w sezonie grzewczym rys. 1 i rys 2.

Przy doborze mocy elektrycznej instalacji PV przyjęto rozliczenie roczne energii elektrycznej z dostawcą energii elektrycznej i założono, że wyprodukowana energia elektryczna zużyta zostanie na potrzeby zasilania pomp ciepła.

ul. Sportowa



rys. 1



rys. 2

## 5. Opis techniczny instalacji fotowoltaicznej

Uzupełnieniem zasilania z sieci elektroenergetycznej może być energia elektryczna uzyskana z instalacji fotowoltaicznej. Z analizy, średniego zapotrzebowania na ciepło w sezonie grzewczym, budynku socjalno-szatniowego przy stadionie w Gąsawie i średniego, w sezonie grzewczym, zapotrzebowanie na energię elektryczną dwóch sprężarkowych pomp ciepła wynika, że pompy ciepła zużyją w sezonie grzewczym około **11 500 kWh** energii elektrycznej. Biorąc pod uwagę dostępną powierzchnię na stadionie od strony południowej i południowo-zachodniej należy rozważyć budowę instalacji fotowoltaicznej do produkcji energii elektrycznej na potrzeby zasilania pomp ciepła.

Zasada działania paneli PV polega na przetworzeniu energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Tylko część długości fali promieniowania słonecznego bierze udział w/w procesie fizycznym stąd też sprawność elektryczna ogniw dostępnych na rynku, w zależności od zastosowanej technologii, waha się od 17% do 6%. Wpływ na ilość pozyskanej energii elektrycznej mają: właściwe usytuowanie instalacji fotowoltaicznej, prawidłowy dobór paneli PV oraz inwerterów.

Najbardziej korzystną, z punktu widzenia ilości pozyskanej energii elektrycznej, jest orientacja instalacji w kierunku południowym. Dobry efekt energetyczny uzyskuje się również przy ustawieniu paneli PV w kierunku południowo-wschodnim i południowo-zachodnim. Optymalnym nachylenie paneli wynosi w polskich warunkach 30-45°

Proponuje się budowę instalacji PV o mocy maksymalnej 20 kW<sub>p</sub>. Instalacja o takiej mocy zagwarantuje, że wyprodukowana energia elektryczna zostanie w rozliczeniu rocznym w całości wykorzystana na potrzeby własne budynku. Oprócz efektu ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> obniżą się również koszty o wartość niezakupionej energii elektrycznej wytworzonej przez instalację fotowoltaiczną.

**Do analizy zysków energetycznych z systemu fotowoltaicznego przyjęto następujące parametry modułu fotowoltaicznego w standardowych warunkach testowych (STC)**

Nazwa parametru	Wartość	Jednostka
Typ modułu	Polikrystaliczny	-
Moc nominalna modułu	250	W <sub>p</sub>
Tolerancja mocy	0/5	%
Współczynnik sprawności modułu	15,8	%
Napięcie nominalne modułu	31,0	V
Prąd nominalny modułu	8,45	A
Wymiary	1670x983x38	mm
Waga	18	kg

Liczba paneli : 80 szt  
Waga paneli (bez konstrukcji) : 1440 kg  
Powierzchnia łączna modułów : 134 m<sup>2</sup>

## 6. Obliczenia rocznej produkcji energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną

Do obliczeń wykorzystano wzór:  $E = (\text{nasłonecznienie} \times \text{wspKor} \times P_{\max} \times \text{ww}) / \text{natprSTC}$

gdzie :

nasłonecznienie - roczna wartość nasłonecznienia na powierzchni

wspKor - współczynnik korygujący zależny od kąta nachylenia modułu,

$P_{\max}$  - maksymalna moc instalacji wyznaczona w standardowych warunkach testowych STC,

ww - współczynnik wydajności – wskaźnik uwzględniający wielkość strat występujących na instalacji fotowoltaicznej obliczany jako 100% - poziom wszystkich strat (straty na przewodach, straty inwertera, sprawności modułu w zależności od temperatury itd.  
- średnio przyjmuje się straty na poziomie ok 17% ),

natprSTC - natężenie promieniowania słonecznego w warunkach STC tj.  $1000\text{W/m}^2$ ,

Dane:

**Do obliczeń przewidywanej ilości wyprodukowanej, przez instalację fotowoltaiczną, energii elektrycznej wykorzystano miesięczne wartości nasłonecznienia wg danych meteorologicznych dla stacji Bydgoszcz :**

wspKor	=	1
ww	=	83 %
natprSTC	=	1 $\text{kW/m}^2$

$E = (\text{nasłonecznienie} \times \text{wspKor} \times P_{\max} \times \text{ww}) / \text{natprSTC}$



Średnie miesięczne nasłonecznienie dla Bydgoszczy strona południowa (S) kąt 30°

Bydgoszcz	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
kWh/m <sup>2</sup> /m-c	28,12	39,04	82,13	100,7	141,7	125,45	120,32	114,35	86,44	45,37	26,33	15,91

925,86 kWh/m<sup>2</sup>rok

Wytworzona energia elektryczna w miesiącach roku dla instalacji o mocy 20 kWp

kWh/m-c	467	648	1363	1672	2352	2082	1997	1898	1435	753	437	264
---------	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	-----

**Suma 15 369 kWh/rok**

**Suma x 0,7 10 758 kWh/rok**

Średnie miesięczne nasłonecznienie dla Bydgoszczy strona południowa (S) kąt 45°

Bydgoszcz	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
kWh/m <sup>2</sup> /m-c	30,25	42,05	85,57	101,08	138,95	122,86	117,96	113,13	88,17	46,84	27,44	16,02

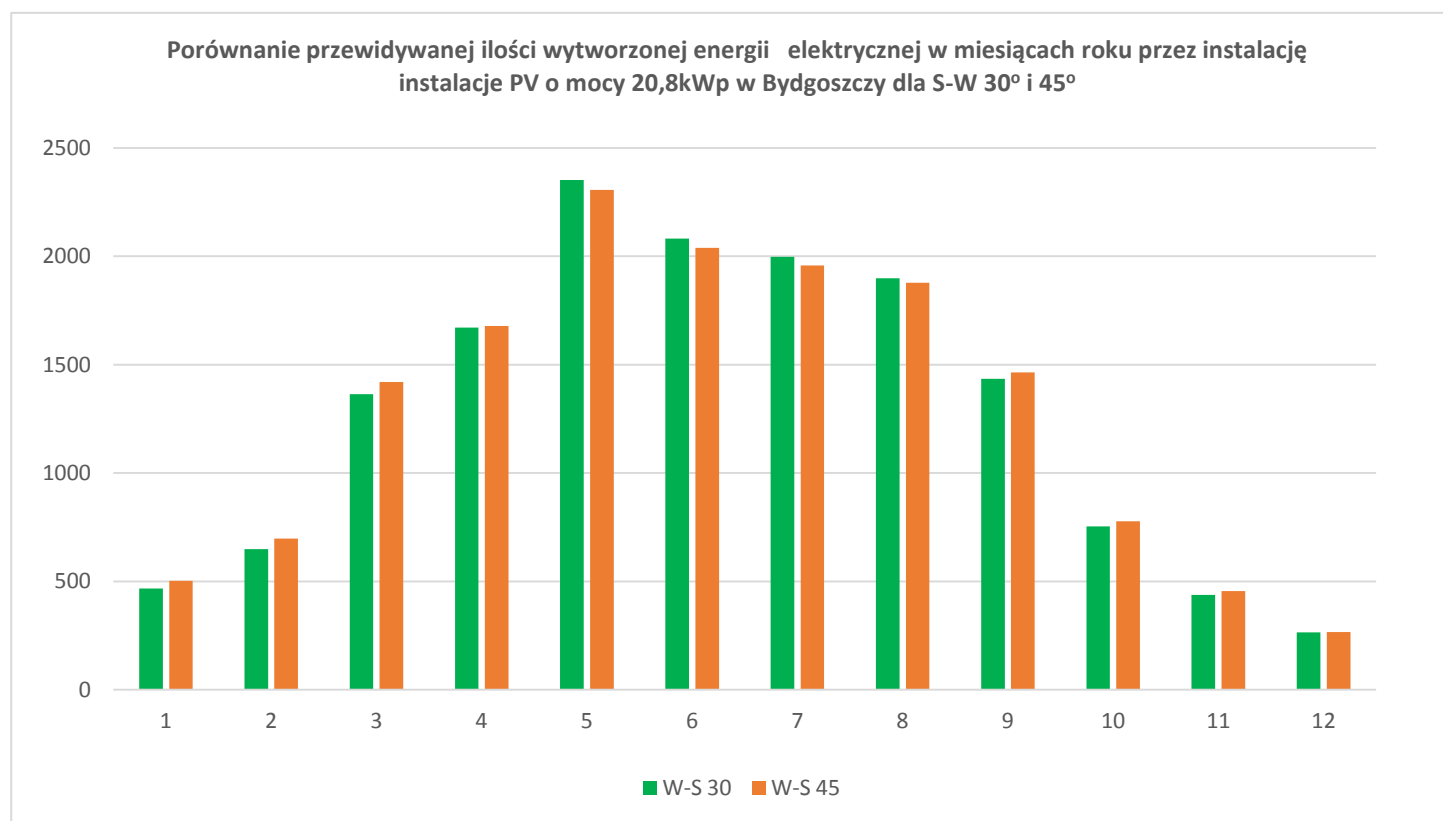
930,32 kWh/m<sup>2</sup>rok

Wytworzona energia elektryczna w miesiącach roku dla instalacji o mocy 20 kWp

kWh/m-c	502	698	1420	1678	2307	2039	1958	1878	1464	778	456	266
---------	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	-----	-----	-----

**Suma 15 443 kWh/rok**

**Suma x 0,7 10 810 kWh/rok**



## 7. Analiza ekonomiczna przedsięwzięcia

Przy obecnie kształtujących się cenach średni koszt instalacji PV o mocy 1kWp wynosi brutto 5 000 zł.

Cena ta obejmuje koszt :

- paneli PV,
- falowników i sterowników,
- okablowanie,
- prace montażowe (bez konstrukcji wsporczych)

Cena ta nie uwzględnia układów do magazynowania energii elektrycznej

**Przewidywany koszt instalacji o proponowanej mocy 20 kWp brutto : 100 000 [zł]**

Cena netto kWh energii elektrycznej czynnej wynosi : 0,4123 [zł/kWh]

**Cena brutto : 0,5071 [zł/kWh]**

Przy założeniu, że energia wytworzona w okresie roku przez system fotowoltaiczny zostanie całkowicie wykorzystana na potrzeby własne budynku przewidywane **roczne oszczędności kosztów** związanych z zakupem energii elektrycznej wyniesie brutto :

**5 482 [zł]**

Prosty okres zwrotu **SPBT** wyniesie :

**18,2 [lat]**

## 8. Efekt energetyczny i ekologiczny

Roczna produkcja energii odnawialnej :	<b>10,810</b>	[MWh]
Roczna oszczędność nieodnawialnej energii pierwotnej :	<b>27,03</b>	<sup>1)</sup> [MWh]
Udział energii z OZE w zużyciu energii elektrycznej :	<b>94,0</b>	[%]
<b>Roczne ograniczenie emisji CO<sub>2</sub></b> :	<b>8,78</b>	<sup>2)</sup> [MgCO <sub>2</sub> /rok]

<sup>1)</sup>  $w_i = 3$

<sup>2)</sup>  $w_e = 0,812 \text{ MgCO}_2/\text{MWh}$