

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 6,67 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 1/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Słończ 42, Słończ  
działka nr 5/16, obręb SŁOŃCZ

Inwestor:

Jacek Czechumski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 5/16 w obrębie ewidencyjnym SŁOŃCZ. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest grunt. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Słończ 42
Miejscowość	Słończ
Nr działki i obręb ewidencyjny	5/16, SŁOŃCZ
Miejsce montażu	grunt

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do gruntu i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane klamry montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,67 kW będzie składał się z 23 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącza systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,67 kW będzie składał się z 23 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>23</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>6,67</b>
Moc falownika	kW	<b>6</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>6670</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 6,67 kW. Zakłada ono posadowienie 23 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{18101,63}{4170,23} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	23	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	23	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 23 % )=		30500 zł	
Wkład własny=		18101,63 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 3,77 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 2/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Czemblewo 9a, Czemblewo  
działka nr 11/3, obręb CZEMLEWO

Inwestor:

Mirosław Chojecki

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 11/3 w obrębie ewidencyjnym CZEMLEWO. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Czemblewo 9a
Miejscowość	Czemblewo
Nr działki i obręb ewidencyjny	11/3, CZEMLEWO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,77 kW będzie składał się z 13 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,77 kW będzie składał się z 13 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>13</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>3,77</b>
Moc falownika	kW	<b>3</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>3770</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 3,77 kW. Zakłada ono posadowienie 13 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{7653,1}{2285,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	13	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	13	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		14250,6 zł	
Wkład własny=		7653,1 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 2,61 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 3/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Bohaterów 7, Gzin  
działka nr 209/7, obręb GZIN GÓRNY

Inwestor:

Janusz Karwacki

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 209/7 w obrębie ewidencyjnym GZIN GÓRNY. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Bohaterów 7
Miejscowość	Gzin
Nr działki i obręb ewidencyjny	209/7, GZIN GÓRNY
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 2,61 kW będzie składał się z 9 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącza systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 500V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 2,61 kW będzie składał się z 9 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>9</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>2,61</b>
Moc falownika	kW	<b>2</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>2610</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 2,61 kW. Zakłada ono posadowienie 9 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{5298,3}{1531,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	9	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	9	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		9865,8 zł	
Wkład własny=		5298,3 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,35 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 4/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Kościelna 14, Boluminek  
działka nr 53/5, obręb BOLUMIN

Inwestor:

Mirosław Nowakowski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 53/5 w obrębie ewidencyjnym BOLUMIN. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Kościelna 14
Miejscowość	Boluminek
Nr działki i obręb ewidencyjny	53/5, BOLUMIN
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>15</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,35</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4350</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,35 kW. Zakłada ono posadowienie 15 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{8830,5}{2662,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	15	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	15	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		16443 zł	
Wkład własny=		8830,5 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 9,86 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 5/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Otowicka 2, Otowicka  
działka nr 98/1, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Sławomir Kurzyński

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 98/1 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest grunt. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Otowicka 2
Miejscowość	Otowicka
Nr działki i obręb ewidencyjny	98/1, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	grunt

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do gruntu i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane klipy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>34</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>9,86</b>
Moc falownika	kW	<b>8</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>9860</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 9,86 kW. Zakłada ono posadowienie 34 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

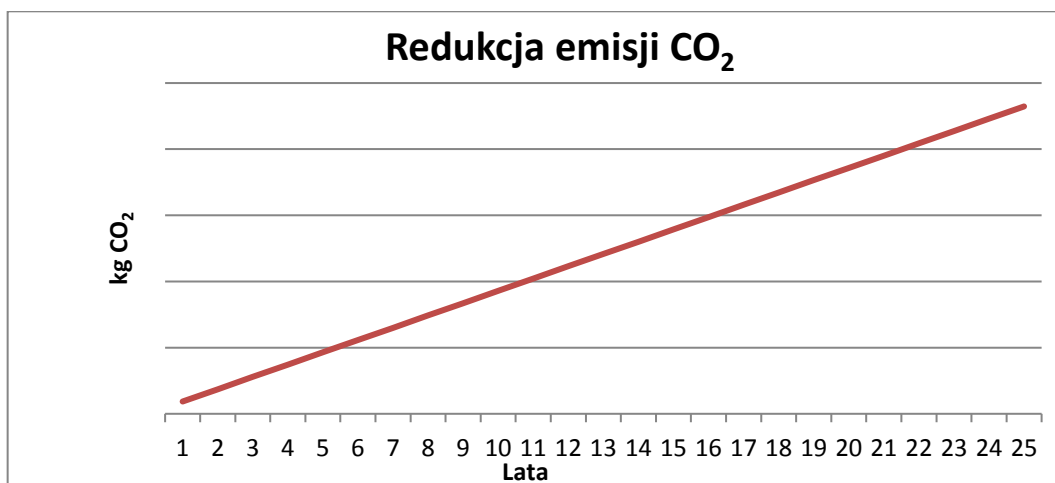
**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{25192,3}{6243,73} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	34	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	34	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 23 % )=		42447,3 zł	
Wkład własny=		25192,3 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 5,51 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 6/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Podgórna 2, Gzin  
działka nr 249/1, obręb GZIN GÓRNY

Inwestor:

Mariusz Folborski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 249/1 w obrębie ewidencyjnym GZIN GÓRNY. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest grunt. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Podgórna 2
Miejscowość	Gzin
Nr działki i obręb ewidencyjny	249/1, GZIN GÓRNY
Miejsce montażu	grunt

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do gruntu i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane klipy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,51 kW będzie składał się z 19 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącza systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,51 kW będzie składał się z 19 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>19</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>5,51</b>
Moc falownika	kW	<b>5</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>5510</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 5,51 kW. Zakłada ono posadowienie 19 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{16617,89}{3416,23} = 5 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 5 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 5 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 5 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	19	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	19	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 23 % )=		28000 zł	
Wkład własny=		16617,89 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,93 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 7/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Słoneczna 16, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 131/9, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Piotr Szopik

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 131/9 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku gospodarczego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

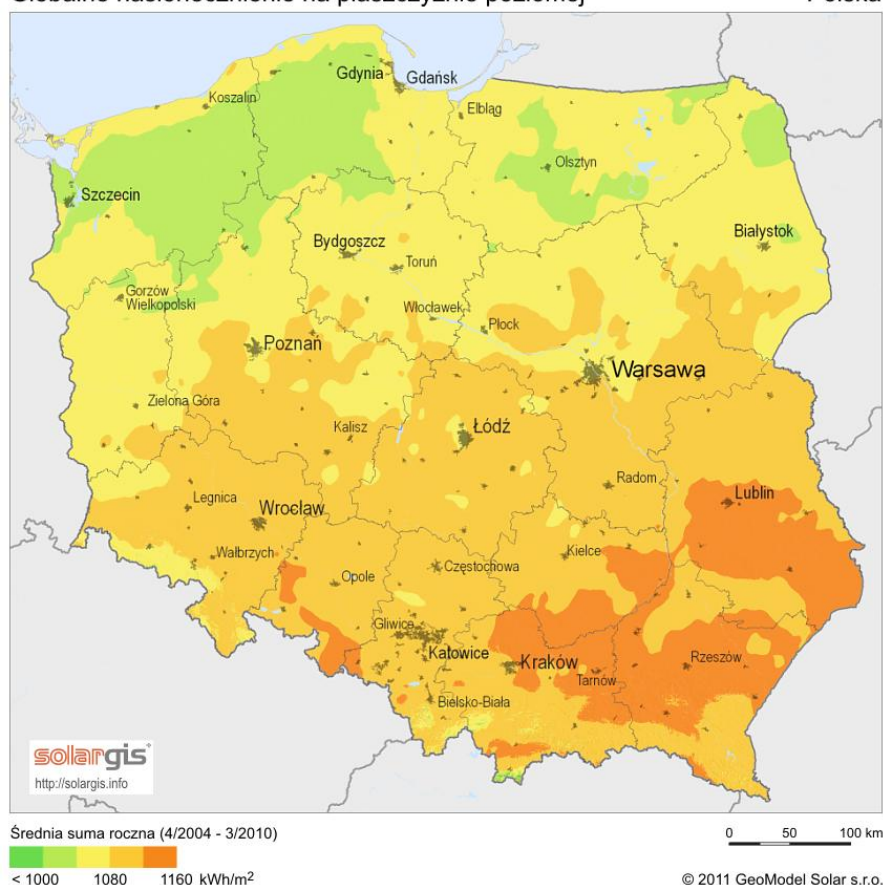
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Słoneczna 16
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki i obręb ewidencyjny	131/9, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku gospodarczego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku gospodarczego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>17</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,93</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4930</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,93 kW. Zakłada ono posadowienie 17 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{12596,15}{3039,23} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	17	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	17	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 23 % )=		21223,65 zł	
Wkład własny=		12596,15 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 3,19 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 8/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Ptasia 11, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 563, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Mariusz Kuś

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 563 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Ptasia 11
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki i obręb ewidencyjny	563, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku wschód-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,19 kW będzie składał się z 11 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,19 kW będzie składał się z 11 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>11</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>3,19</b>
Moc falownika	kW	<b>3</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>850</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>2711,5</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 3,19 kW. Zakłada ono posadowienie 11 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{6475,7}{1597,21} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	11	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	11	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		12058,2 zł	
Wkład własny=		6475.7 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,93 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 9/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Pogodna 15, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 166/14, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Arkadiusz Gałat

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 166/14 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Pogodna 15
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki i obręb ewidencyjny	166/14, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złączki systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>17</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,93</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4930</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,93 kW. Zakłada ono posadowienie 17 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{10007,9}{3039,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	17	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	17	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		18635,4 zł	
Wkład własny=		10007.9 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 6,09 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 10/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Janowo 17C, Janowo  
działka nr 45/5, obręb JANOWO

Inwestor:

Piotr Belcikowski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 45/5 w obrębie ewidencyjnym JANOWO. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Janowo 17C
Miejscowość	Janowo
Nr działki i obręb ewidencyjny	45/5, JANOWO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku wschód-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,09 kW będzie składał się z 21 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,09 kW będzie składał się z 21 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>21</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>6,09</b>
Moc falownika	kW	<b>5</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>850</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>5176,5</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 6,09 kW. Zakłada ono posadowienie 21 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{12362,7}{3199,46} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	21	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	21	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		23020,2 zł	
Wkład własny=		12362,7 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 5,8 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 11/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Janowo 17A, Janowo  
działka nr 45/3, obręb JANOWO

Inwestor:

Zygmunt Wigienka

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 45/3 w obrębie ewidencyjnym JANOWO. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Janowo 17A
Miejscowość	Janowo
Nr działki i obręb ewidencyjny	45/3, JANOWO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,8 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącza systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,8 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>20</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>5,8</b>
Moc falownika	kW	<b>5</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>5800</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 5,8 kW. Zakłada ono posadowienie 20 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{11774}{3604,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	20	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	20	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		21924 zł	
Wkład własny=		11774 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 5,8 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 12/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Jaskółcza, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 578, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Arkadiusz Galant

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 578 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

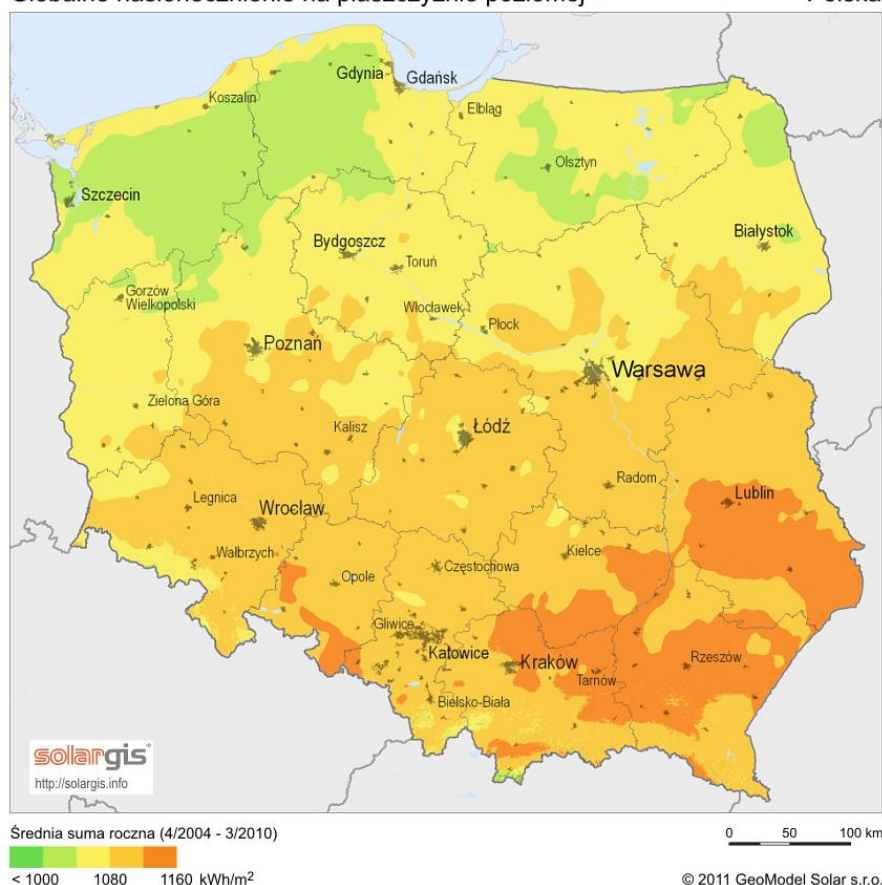
Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Jaskółcza
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki i obręb ewidencyjny	578, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południowy-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,8 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wyniosł 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,8 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>20</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>5,8</b>
Moc falownika	kW	<b>5</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>950</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>5510</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 5,8 kW. Zakłada ono posadowienie 20 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{11774}{3416,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	20	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	20	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		21924 zł	
Wkład własny=		11774 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 8,12 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 13/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Linie 27, Linie  
działka nr 272/3, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Agnieszka Popkowska

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 272/3 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Linie 27
Miejscowość	Linie
Nr działki i obręb ewidencyjny	272/3, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południowy-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,12 kW będzie składał się z 28 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złączki systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,12 kW będzie składał się z 28 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>28</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>8,12</b>
Moc falownika	kW	<b>7</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>950</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>7714</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 8,12 kW. Zakłada ono posadowienie 28 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

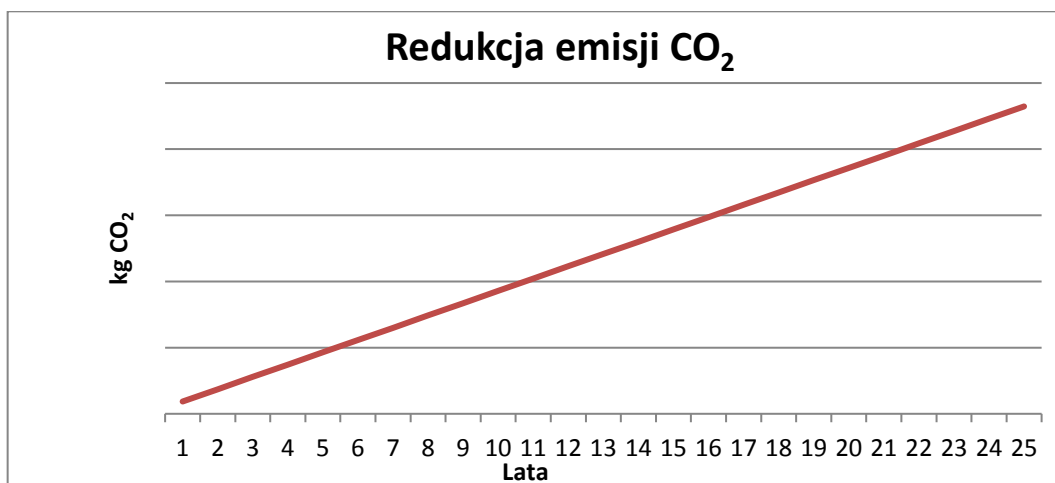
**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{16483,6}{4848,83} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	28	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	28	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		30693,6 zł	
Wkład własny=		16483,6 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 7,25 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 14/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Świerkowa 12, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 13/9, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Jarosław Jastrzębiec-Jankowski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 13/9 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Świerkowa 12
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki i obręb ewidencyjny	13/9, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku wschód-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 7,25 kW będzie składał się z 25 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 7,25 kW będzie składał się z 25 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>25</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>7,25</b>
Moc falownika	kW	<b>6</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>850</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>6162,5</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 7,25 kW. Zakłada ono posadowienie 25 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{14717,5}{3840,36} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	25	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	25	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		27405 zł	
Wkład własny=		14717,5 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 9,86 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 15/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Świerkowa 14, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 13/17, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Joanna Mikołajczyk-Romaniuk

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 13/17 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Świerkowa 14
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki i obręb ewidencyjny	13/17, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>34</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>9,86</b>
Moc falownika	kW	<b>8</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>9860</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 9,86 kW. Zakłada ono posadowienie 34 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

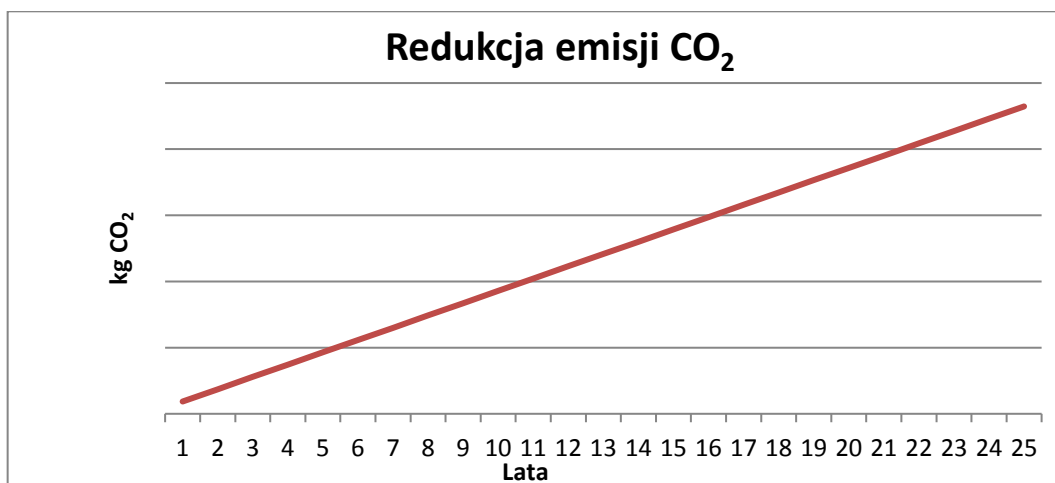
**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{20015,8}{6243,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	34	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	34	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		37270,8 zł	
Wkład własny=		20015,8 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 3,19 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 17/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Chełmińska 11, Czarże  
działka nr 90, obręb CZARŻE

Inwestor:

Jan Zieliński

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 90 w obrębie ewidencyjnym CZARŻE. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Chelmińska 11
Miejscowość	Czarże
Nr działki i obręb ewidencyjny	90, CZARŻE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,19 kW będzie składał się z 11 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złączki systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,19 kW będzie składał się z 11 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>11</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>3,19</b>
Moc falownika	kW	<b>3</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>3190</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 3,19 kW. Zakłada ono posadowienie 11 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{6475,7}{1908,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	11	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	11	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		12058,2 zł	
Wkład własny=		6475.7 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 6,67 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 18/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Szlachetna 1, Czarże  
działka nr 167/4, obręb CZARŻE

Inwestor:

Mieczysław Siewert

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 167/4 w obrębie ewidencyjnym CZARZE. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku gospodarczego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Szlachetna 1
Miejscowość	Czarze
Nr działki i obręb ewidencyjny	167/4, CZARZE
Miejsce montażu	dach budynku gospodarczego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku gospodarczego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,67 kW będzie składał się z 23 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącza systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,67 kW będzie składał się z 23 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>23</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>6,67</b>
Moc falownika	kW	<b>6</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>6670</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 6,67 kW. Zakłada ono posadowienie 23 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

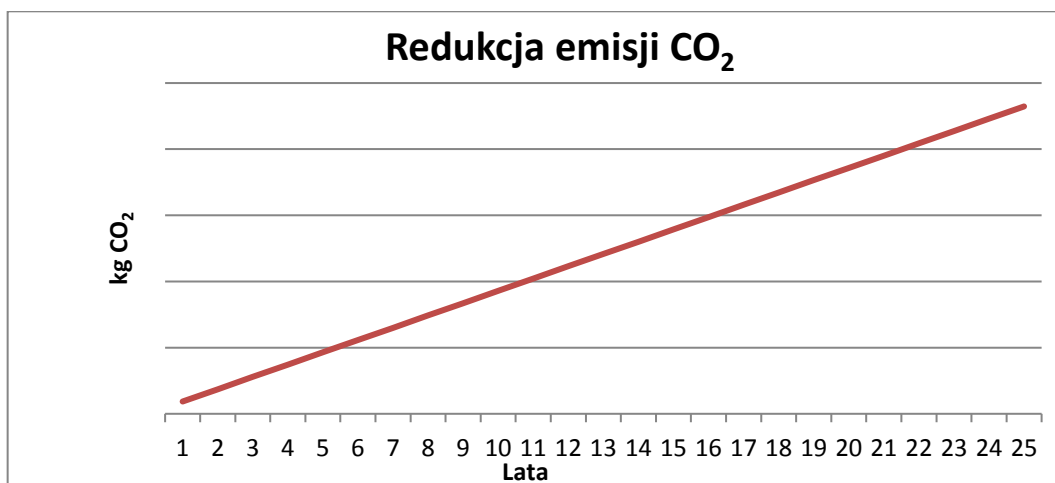
**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{17041,85}{4170,23} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	23	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	23	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 23 % )=		28714,35 zł	
Wkład własny=		17041,85 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 9,28 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 19/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Bałtycka 10, Czarże  
działka nr 211/3 I 211/4, obręb CZARŻE

Inwestor:

Roman Juśkiw

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 211/3 I 211/4 w obrębie ewidencyjnym CZARŻE. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Bałtycka 10
Miejscowość	Czarże
Nr działki i obręb ewidencyjny	211/3 I 211/4, CZARŻE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,28 kW będzie składał się z 32 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,28 kW będzie składał się z 32 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>32</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>9,28</b>
Moc falownika	kW	<b>8</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>9280</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 9,28 kW. Zakłada ono posadowienie 32 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

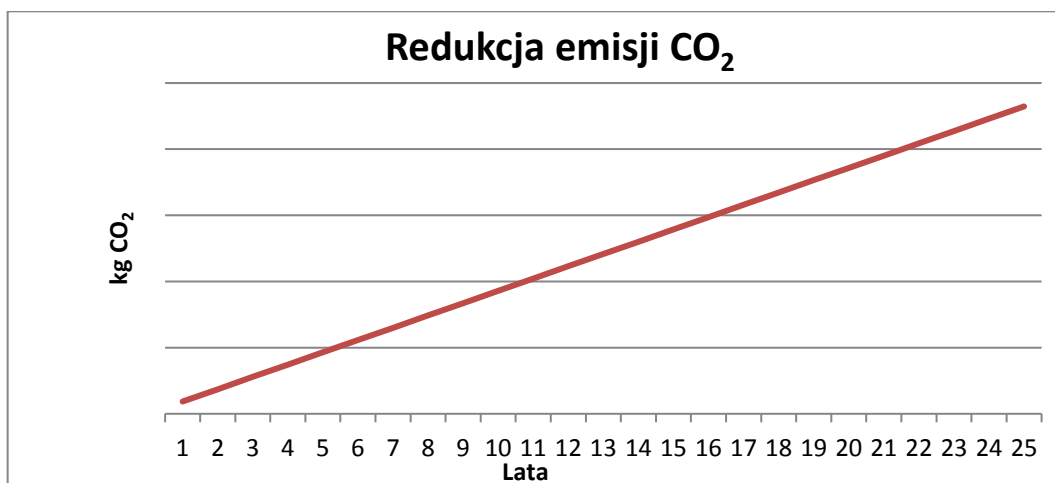
**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{18838,4}{5866,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	32	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	32	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		35078,4 zł	
Wkład własny=		18838,4 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,93 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 20/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Pogórna 9a, Czarże  
działka nr 301/3, obręb CZARŻE

Inwestor:

Marcin Hejnowski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 301/3 w obrębie ewidencyjnym CZARŻE. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Pogórna 9a
Miejscowość	Czarże
Nr działki i obręb ewidencyjny	301/3, CZARŻE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>17</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,93</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4930</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,93 kW. Zakłada ono posadowienie 17 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{10007,9}{3039,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	17	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	17	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		18635,4 zł	
Wkład własny=		10007,9 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 3,48 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 21/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Chełmińska 23/2, Czarże  
działka nr 95/10, obręb CZARŻE

Inwestor:

Krzysztof Mościcki

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 95/10 w obrębie ewidencyjnym CZARZE. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Chełmińska 23/2
Miejscowość	Czarze
Nr działki i obręb ewidencyjny	95/10, CZARZE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,48 kW będzie składał się z 12 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,48 kW będzie składał się z 12 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>12</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>3,48</b>
Moc falownika	kW	<b>3</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>3480</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 3,48 kW. Zakłada ono posadowienie 12 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{7064,4}{2096,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	12	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	12	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		13154,4 zł	
Wkład własny=		7064,4 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 9,86 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 22/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Chełmińska 96, Czarże  
działka nr 196/2, obręb CZARŻE

Inwestor:

Jerzy Szczęsny

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 196/2 w obrębie ewidencyjnym CZARZE. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Chełmińska 96
Miejscowość	Czarze
Nr działki i obręb ewidencyjny	196/2, CZARZE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku wschód-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>34</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>9,86</b>
Moc falownika	kW	<b>8</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>850</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>8381</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 9,86 kW. Zakłada ono posadowienie 34 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{20015,8}{5282,38} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	34	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	34	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		37270,8 zł	
Wkład własny=		20015,8 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,35 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 23/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Słończ 22, Słończ  
działka nr 40/3, obręb SŁOŃCZ

Inwestor:

Robert Juśkiw

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 40/3 w obrębie ewidencyjnym SŁOŃCZ. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Słończ 22
Miejscowość	Słończ
Nr działki i obręb ewidencyjny	40/3, SŁOŃCZ
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>15</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,35</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4350</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,35 kW. Zakłada ono posadowienie 15 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{8830,5}{2662,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	15	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	15	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		16443 zł	
Wkład własny=		8830,5 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 5,22 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 24/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Rzemieśnicza 54, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 486, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Piotr Nowak

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 486 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Rzemieśnicza 54
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki i obręb ewidencyjny	486, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku wschód-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,22 kW będzie składał się z 18 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,22 kW będzie składał się z 18 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>18</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>5,22</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>850</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4437</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 5,22 kW. Zakłada ono posadowienie 18 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{10596,6}{2718,78} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	18	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	18	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		19731,6 zł	
Wkład własny=		10596,6 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 3,19 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 25/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Chełmińska 6, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 456, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Andrzej Janik

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 456 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Chełmińska 6
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki i obręb ewidencyjny	456, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,19 kW będzie składał się z 11 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,19 kW będzie składał się z 11 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>11</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>3,19</b>
Moc falownika	kW	<b>3</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>3190</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 3,19 kW. Zakłada ono posadowienie 11 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{6475,7}{1908,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	11	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	11	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		12058,2 zł	
Wkład własny=		6475.7 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,64 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 26/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Gzin Dolny 7, Gzin Dolny  
działka nr 74/13, obręb GZIN DOLNY

Inwestor:

Barbara Błaszkievicz

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 74/13 w obrębie ewidencyjnym GZIN DOLNY. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Gzin Dolny 7
Miejscowość	Gzin Dolny
Nr działki i obręb ewidencyjny	74/13, GZIN DOLNY
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku wschód-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,64 kW będzie składał się z 16 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,64 kW będzie składał się z 16 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>16</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,64</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>850</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>3944</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,64 kW. Zakłada ono posadowienie 16 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{9419,2}{2398,33} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	16	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	16	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		17539,2 zł	
Wkład własny=		9419,2 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 9,86 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 27/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Strzyżawa 12, Strzyżawa  
działka nr 16/3, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Rafał Jędrzejewski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 16/3 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejsmem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Strzyżawa 12
Miejscowość	Strzyżawa
Nr działki i obręb ewidencyjny	16/3, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku wschód-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>34</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>9,86</b>
Moc falownika	kW	<b>8</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>850</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>8381</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 9,86 kW. Zakłada ono posadowienie 34 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{20015,8}{5282,38} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	34	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	34	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		37270,8 zł	
Wkład własny=		20015,8 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 9,86 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 28/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Strzyżawa 26, Strzyżawa  
działka nr 16/6, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Zygmunt Zukierski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 16/6 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejsmem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Strzyżawa 26
Miejscowość	Strzyżawa
Nr działki i obręb ewidencyjny	16/6, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarc, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarcowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>34</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>9,86</b>
Moc falownika	kW	<b>8</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>9860</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 9,86 kW. Zakłada ono posadowienie 34 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

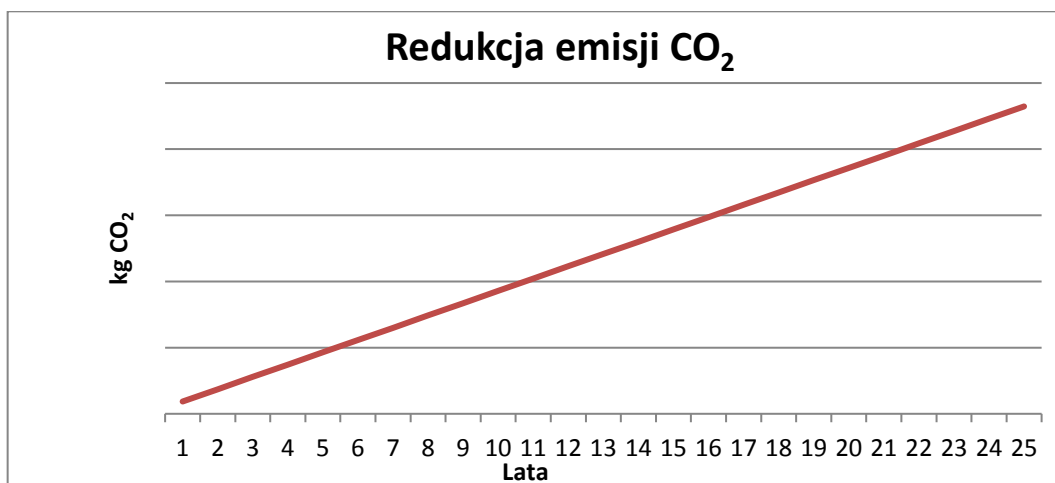
**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{20015,8}{6243,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	34	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	34	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		37270,8 zł	
Wkład własny=		20015,8 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 9,86 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 30/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Reptowo 17, Reptowo  
działka nr 317/21, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Marek Karwacki

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 317/21 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest grunt. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Reptowo 17
Miejscowość	Reptowo
Nr działki i obręb ewidencyjny	317/21, OSTROMECKO
Miejsce montażu	grunt

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do gruntu i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane klamry montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>34</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>9,86</b>
Moc falownika	kW	<b>8</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>9860</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 9,86 kW. Zakłada ono posadowienie 34 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{25192,3}{6243,73} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	34	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	34	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 23 % )=		42447,3 zł	
Wkład własny=		25192,3 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 2,9 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 31/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Akcyjowa 11, Boluminek  
działka nr 72/4, obręb BOLUMIN

Inwestor:

Mariusz Buliński

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 72/4 w obrębie ewidencyjnym BOLUMIN. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Akacyjowa 11
Miejscowość	Boluminek
Nr działki i obręb ewidencyjny	72/4, BOLUMIN
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 2,9 kW będzie składał się z 10 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 500V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 2,9 kW będzie składał się z 10 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>10</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>2,9</b>
Moc falownika	kW	<b>2</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>2900</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 2,9 kW. Zakłada ono posadowienie 10 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{5887}{1719,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	10	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	10	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		10962 zł	
Wkład własny=		5887 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,35 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 32/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Leśna 2, Wałdowo Królewskie  
działka nr 53/14, obręb WAŁDOWO KRÓLEWSKIE

Inwestor:

Mateusz Wędrowski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 53/14 w obrębie ewidencyjnym WAŁDOWO KRÓLEWSKIE. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Leśna 2
Miejscowość	Wałdowo Królewskie
Nr działki i obręb ewidencyjny	53/14, WAŁDOWO KRÓLEWSKIE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>15</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,35</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4350</b>

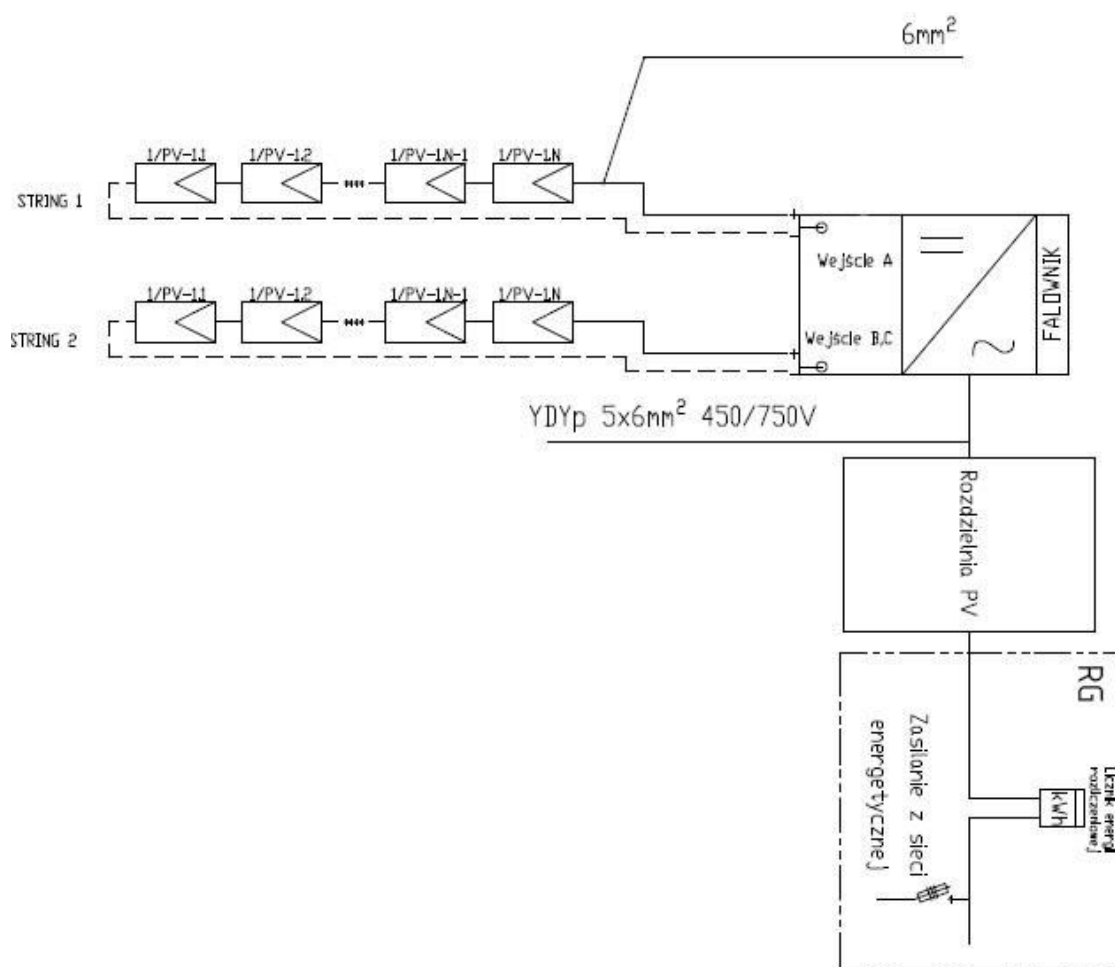
### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,35 kW. Zakłada ono posadowienie 15 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{8830,5}{2662,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	15	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	15	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		16443 zł	
Wkład własny=		8830,5 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,06 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 33/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Stawowa 4, Boluminek  
działka nr 78/1, obręb BOLUMIN

Inwestor:

Kazimierz Rudnicki

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 78/1 w obrębie ewidencyjnym BOLUMIN. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

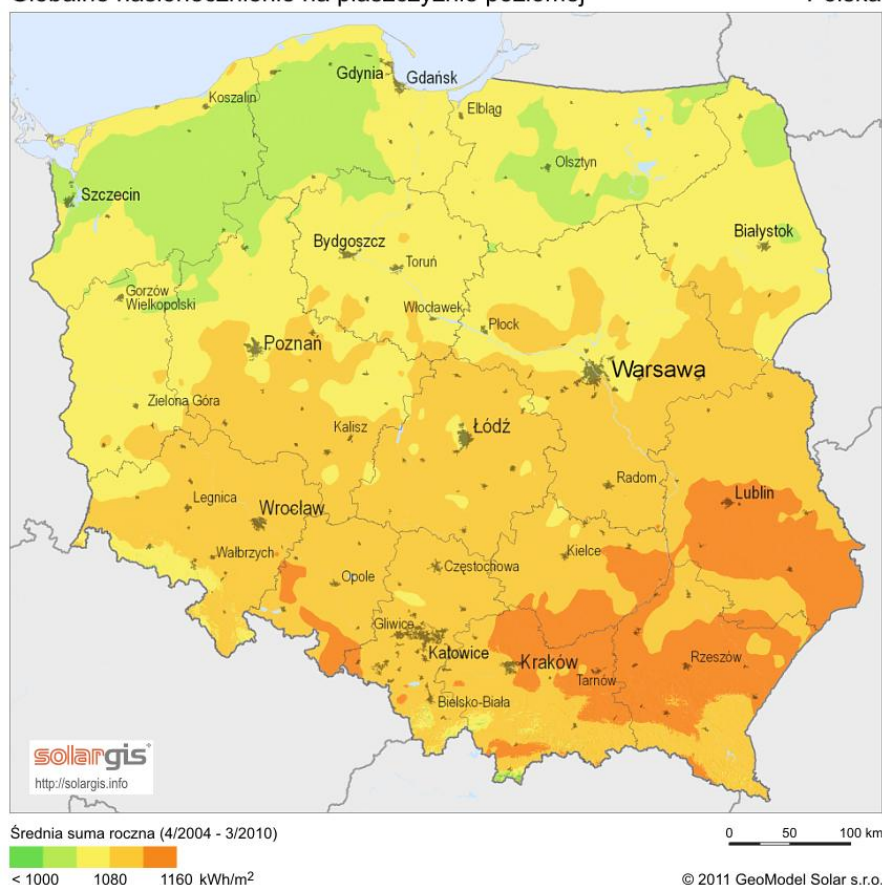
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Stawowa 4
Miejscowość	Boluminek
Nr działki i obręb ewidencyjny	78/1, BOLUMIN
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku wschód-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,06 kW będzie składał się z 14 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,06 kW będzie składał się z 14 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>14</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,06</b>
Moc falownika	kW	<b>3</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>850</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>3451</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,06 kW. Zakłada ono posadowienie 14 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{8241,8}{2077,88} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	14	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	14	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		15346,8 zł	
Wkład własny=		8241,8 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 5,22 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 34/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Krótka 9, Boluminek  
działka nr 30/2, obręb WAŁDOWO KRÓLEWSKIE

Inwestor:

Aleksander Rudnicki

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 30/2 w obrębie ewidencyjnym WAŁDOWO KRÓLEWSKIE. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Krótką 9
Miejscowość	Boluminek
Nr działki i obręb ewidencyjny	30/2, WAŁDOWO KRÓLEWSKIE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,22 kW będzie składał się z 18 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,22 kW będzie składał się z 18 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>18</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>5,22</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>5220</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 5,22 kW. Zakłada ono posadowienie 18 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

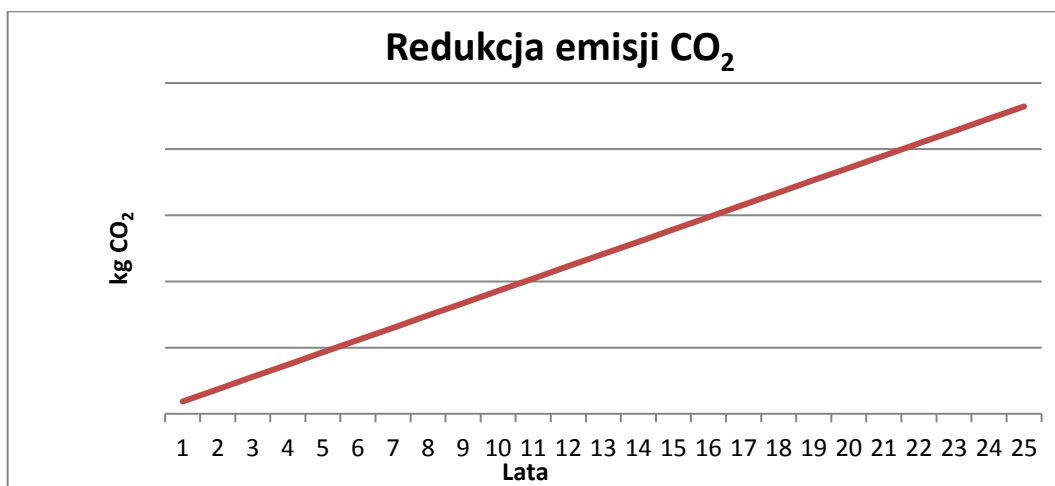
**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{10596,6}{3227,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	18	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	18	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		19731,6 zł	
Wkład własny=		10596,6 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 5,8 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 36/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Cehłmińska 74, Czarże  
działka nr 185/1, obręb CZARŻE

Inwestor:

Jacek Frankowski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 185/1 w obrębie ewidencyjnym CZARZE. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Cehłmińska 74
Miejscowość	Czarze
Nr działki i obręb ewidencyjny	185/1, CZARZE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,8 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,8 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>20</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>5,8</b>
Moc falownika	kW	<b>5</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>5800</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 5,8 kW. Zakłada ono posadowienie 20 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{11774}{3604,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	20	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	20	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		21924 zł	
Wkład własny=		11774 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,93 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 37/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Unisławska 10c, Czarże  
działka nr 327/3, obręb CZARŻE

Inwestor:

Dawid Pałczyński

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 327/3 w obrębie ewidencyjnym CZARŻE. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Unisławska 10c
Miejscowość	Czarże
Nr działki i obręb ewidencyjny	327/3, CZARŻE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

Zestawienie zabezpieczeń	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>17</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,93</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4930</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,93 kW. Zakłada ono posadowienie 17 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{10007,9}{3039,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	17	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	17	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		18635,4 zł	
Wkład własny=		10007.9 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 5,8 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 38/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Strzyżawa 16, Strzyżawa  
działka nr 11/2, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Aleksandra Lewandowska-Hoffmann

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 11/2 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejsmem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Strzyżawa 16
Miejscowość	Strzyżawa
Nr działki i obręb ewidencyjny	11/2, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,8 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącza systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,8 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>20</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>5,8</b>
Moc falownika	kW	<b>5</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>5800</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 5,8 kW. Zakłada ono posadowienie 20 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{11774}{3604,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	20	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	20	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		21924 zł	
Wkład własny=		11774 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 6,67 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 39/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Nowy Dwór 35, Nowy Dwór  
działka nr 288/2, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Alina Bednarska

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 288/2 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest grunt. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Nowy Dwór 35
Miejscowość	Nowy Dwór
Nr działki i obręb ewidencyjny	288/2, OSTROMECKO
Miejsce montażu	grunt

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do gruntu i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane klipy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,67 kW będzie składał się z 23 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złączenia systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,67 kW będzie składał się z 23 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>23</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>6,67</b>
Moc falownika	kW	<b>6</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>6670</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 6,67 kW. Zakłada ono posadowienie 23 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{17041,85}{4170,23} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	23	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	23	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 23 % )=		28714,35 zł	
Wkład własny=		17041,85 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

# PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY ZNAMIONOWEJ 8,7 kW

Obiekt:

PROJEKT NR 40/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Jagodowa 19, Ostromecko  
działka nr 468, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Jarosław Kowalski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 468 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejsmem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Jagodowa 19
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki i obręb ewidencyjny	468, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południowy-wschód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,7 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostało z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącza systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,7 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>30</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>8,7</b>
Moc falownika	kW	<b>7</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>950</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>8265</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 8,7 kW. Zakłada ono posadowienie 30 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{17661}{5206,98} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	30	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	30	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		32886 zł	
Wkład własny=		17661 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 8,41 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 41/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Jagodowa 18, Ostromecko  
działka nr 464, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Marcin Pick

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 464 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejsmem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Jagodowa 18
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki i obręb ewidencyjny	464, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południowy-wschód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,41 kW będzie składał się z 29 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,41 kW będzie składał się z 29 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>29</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>8,41</b>
Moc falownika	kW	<b>7</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>950</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>7989,5</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 8,41 kW. Zakłada ono posadowienie 29 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{17072,3}{5027,91} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	29	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	29	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		31789,8 zł	
Wkład własny=		17072,3 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 8,7 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 42/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Mainowa 41, Ostromecko  
działka nr 459 I 471, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Krzysztof Buko

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 459 I 471 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Mainowa 41
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki i obręb ewidencyjny	459 I 471, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,7 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,7 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>30</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>8,7</b>
Moc falownika	kW	<b>7</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>8700</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 8,7 kW. Zakłada ono posadowienie 30 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{17661}{5489,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	30	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	30	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		32886 zł	
Wkład własny=		17661 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 9,86 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 43/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Malinowa 37, Ostromecko  
działka nr 473, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Dawid Jankowski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 473 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest grunt. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Malinowa 37
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki i obręb ewidencyjny	473, OSTROMECKO
Miejsce montażu	grunt

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do gruntu i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na gruncie.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na gruncie. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system przeznaczonych do montażu na gruncie. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

### System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

#### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

#### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>34</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>9,86</b>
Moc falownika	kW	<b>8</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>9860</b>

#### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 9,86 kW. Zakłada ono posadowienie 34 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

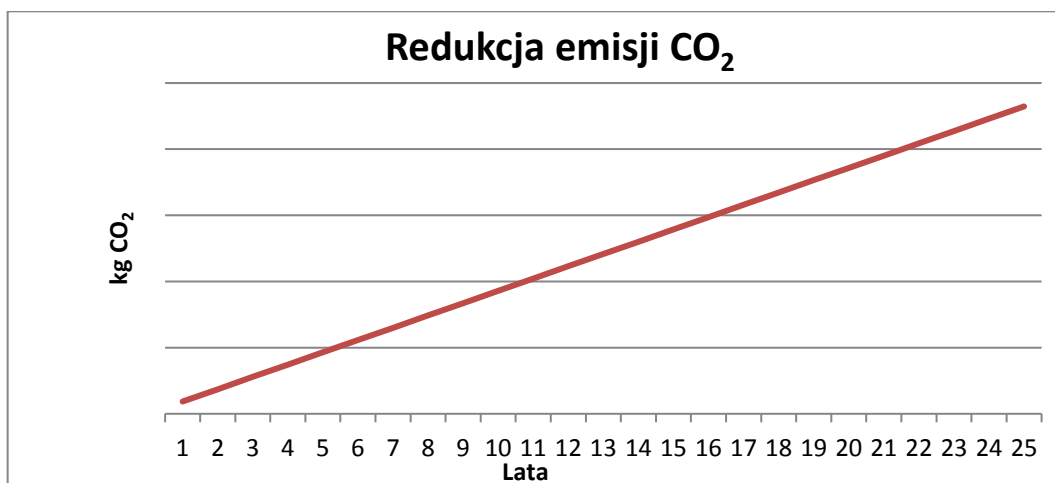
**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{25192,3}{6243,73} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	34	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	34	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 23 % )=		42447,3 zł	
Wkład własny=		25192,3 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,93 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 44/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Strzyżawa 59, Strzyżawa  
działka nr 15/9, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Krzysztof Halama

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 15/9 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejsmem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Strzyżawa 59
Miejscowość	Strzyżawa
Nr działki i obręb ewidencyjny	15/9, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>17</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,93</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4930</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,93 kW. Zakłada ono posadowienie 17 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{10007,9}{3039,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	17	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	17	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		18635,4 zł	
Wkład własny=		10007.9 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 6,96 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 45/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Otowicka 9, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 236/6, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Jerzy Tronowski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 236/6 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

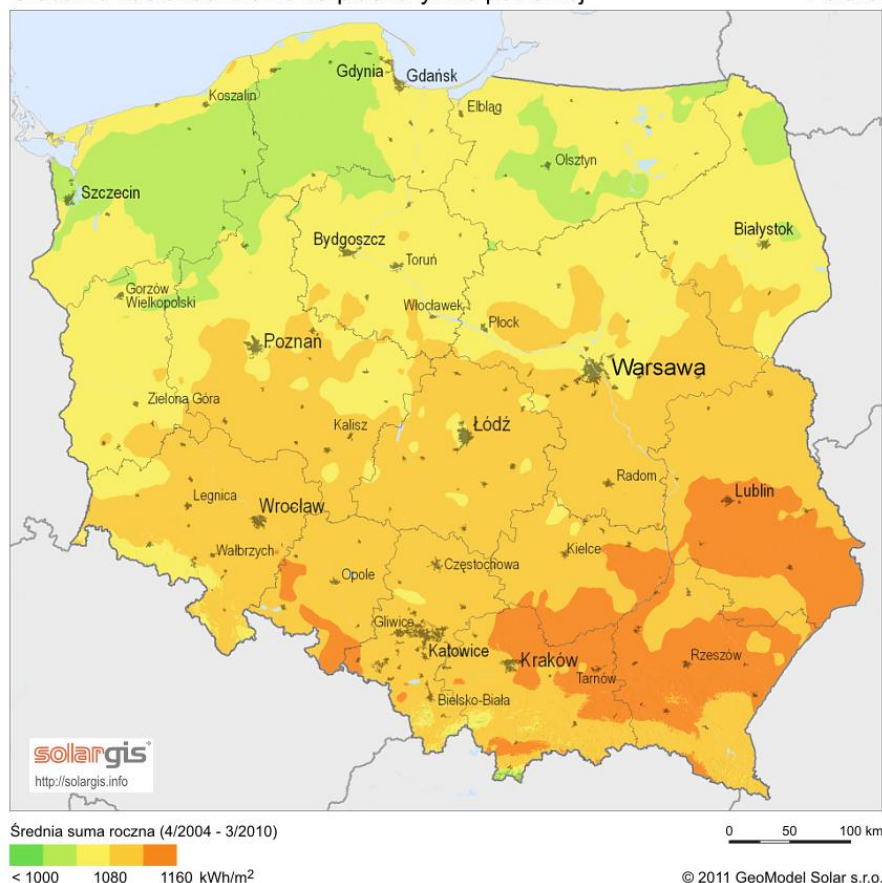
Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Otowicka 9
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki i obręb ewidencyjny	236/6, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,96 kW będzie składał się z 24 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarc, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarcowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,96 kW będzie składał się z 24 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>24</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>6,96</b>
Moc falownika	kW	<b>6</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>6960</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 6,96 kW. Zakłada ono posadowienie 24 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{14128,8}{4358,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	24	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	24	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		26308,8 zł	
Wkład własny=		14128,8 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 3,77 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 46/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Malinowa 51, Ostromecko  
działka nr 454, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Aneta Urbańska

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 454 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejsmem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Malinowa 51
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki i obręb ewidencyjny	454, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,77 kW będzie składał się z 13 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,77 kW będzie składał się z 13 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>13</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>3,77</b>
Moc falownika	kW	<b>3</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>3770</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 3,77 kW. Zakłada ono posadowienie 13 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{7653,1}{2285,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	13	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	13	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		14250,6 zł	
Wkład własny=		7653,1 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 3,48 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 47/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Nowy Dwór 18e, Nowy Dwór  
działka nr 327/4, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Marcin Wołczyk

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 327/4 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejsmem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Nowy Dwór 18e
Miejscowość	Nowy Dwór
Nr działki i obręb ewidencyjny	327/4, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,48 kW będzie składał się z 12 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarcia, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,48 kW będzie składał się z 12 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>12</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>3,48</b>
Moc falownika	kW	<b>3</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>3480</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 3,48 kW. Zakłada ono posadowienie 12 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{7064,4}{2096,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	12	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	12	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		13154,4 zł	
Wkład własny=		7064,4 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,64 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 48/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Unisławska 10a, Czarże  
działka nr 327/1, obręb CZARŻE

Inwestor:

Łukasz Gąsior

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 327/1 w obrębie ewidencyjnym CZARŻE. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Unisławska 10a
Miejscowość	Czarże
Nr działki i obręb ewidencyjny	327/1, CZARŻE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,64 kW będzie składał się z 16 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosłoby 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącza systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,64 kW będzie składał się z 16 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>16</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,64</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4640</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,64 kW. Zakłada ono posadowienie 16 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{9419,2}{2850,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	16	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	16	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		17539,2 zł	
Wkład własny=		9419,2 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 6,67 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 49/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Łęcka 8, Czarże  
działka nr 140, obręb CZARŻE

Inwestor:

Arkadiusz Pałczyński

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 140 w obrębie ewidencyjnym CZARŻE. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

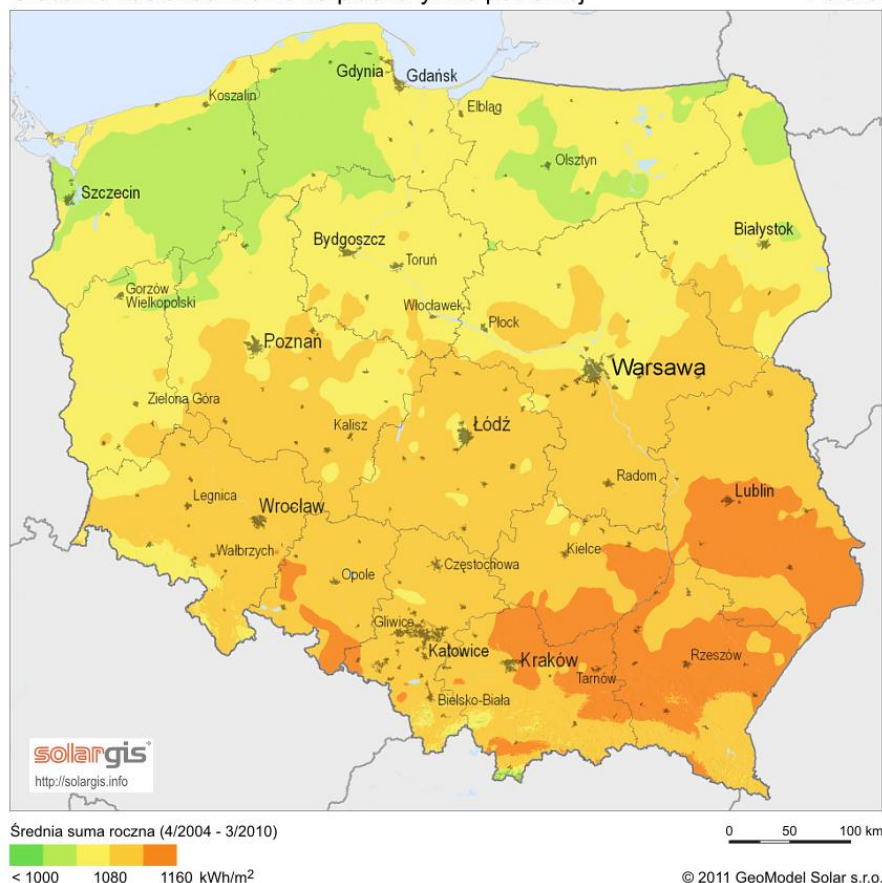
Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Łęcka 8
Miejscowość	Czarże
Nr działki i obręb ewidencyjny	140, CZARŻE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,67 kW będzie składał się z 23 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącza systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,67 kW będzie składał się z 23 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>23</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>6,67</b>
Moc falownika	kW	<b>6</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>6670</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 6,67 kW. Zakłada ono posadowienie 23 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

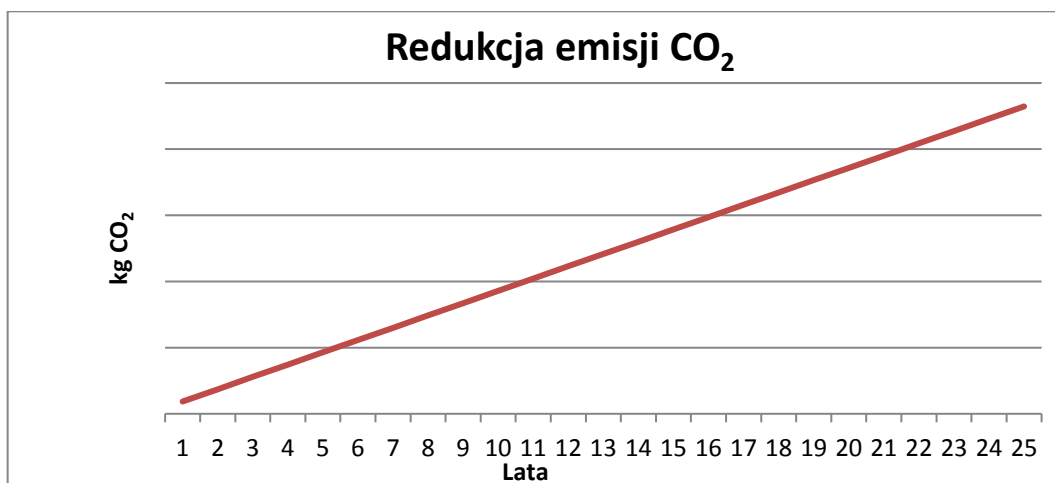
**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{13540,1}{4170,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	23	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	23	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		25212,6 zł	
Wkład własny=		13540,1 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

# PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY ZNAMIONOWEJ 8,7 kW

Obiekt:

PROJEKT NR 51/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Okrężna 21, Gzin  
działka nr 267/1, obręb GZIN GÓRNY

Inwestor:

Piotr Daniel

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 267/1 w obrębie ewidencyjnym GZIN GÓRNY. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest grunt. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Okężna 21
Miejscowość	Gzin
Nr działki i obręb ewidencyjny	267/1, GZIN GÓRNY
Miejsce montażu	grunt

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do gruntu i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane klamry montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,7 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącza systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarc, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarcowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,7 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>30</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>8,7</b>
Moc falownika	kW	<b>7</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>8700</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 8,7 kW. Zakłada ono posadowienie 30 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

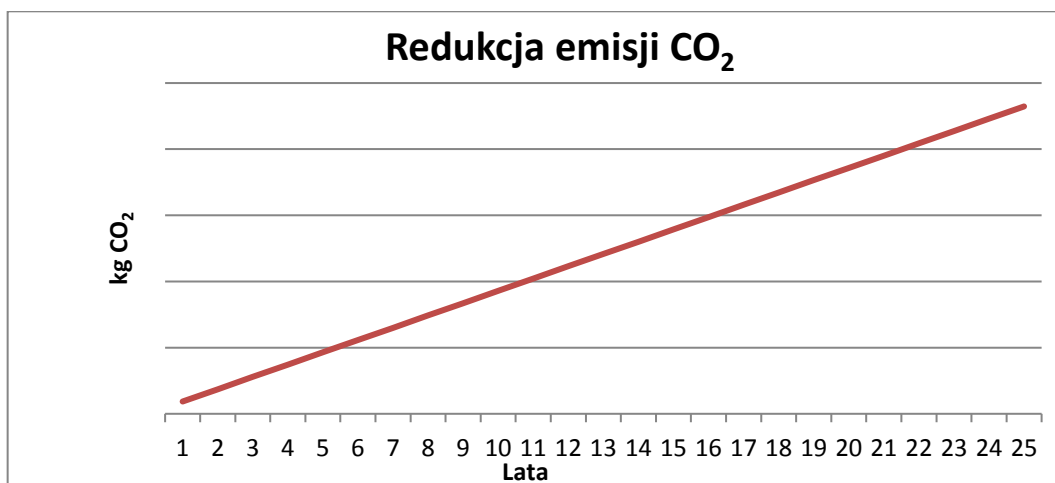
**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{22228,5}{5489,73} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	30	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	30	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 23 % )=		37453,5 zł	
Wkład własny=		22228,5 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 5,8 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 52/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Strzyżawa 43, Strzyżawa  
działka nr 127/5, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Sławomir Nadoliński

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 127/5 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejsmem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Strzyżawa 43
Miejscowość	Strzyżawa
Nr działki i obręb ewidencyjny	127/5, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,8 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wyniosł 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,8 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>20</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>5,8</b>
Moc falownika	kW	<b>5</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>5800</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 5,8 kW. Zakłada ono posadowienie 20 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnicę PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{11774}{3604,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	20	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	20	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		21924 zł	
Wkład własny=		11774 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,35 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 53/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Malinowa 29, Ostromecko  
działka nr 493, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Maciej Rozen

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 493 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Malinowa 29
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki i obręb ewidencyjny	493, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>15</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,35</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4350</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,35 kW. Zakłada ono posadowienie 15 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{8830,5}{2662,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	15	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	15	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielni PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		16443 zł	
Wkład własny=		8830,5 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,35 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 54/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Wyzwolenia 6, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 84/27, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Damian Cieślak

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 84/27 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

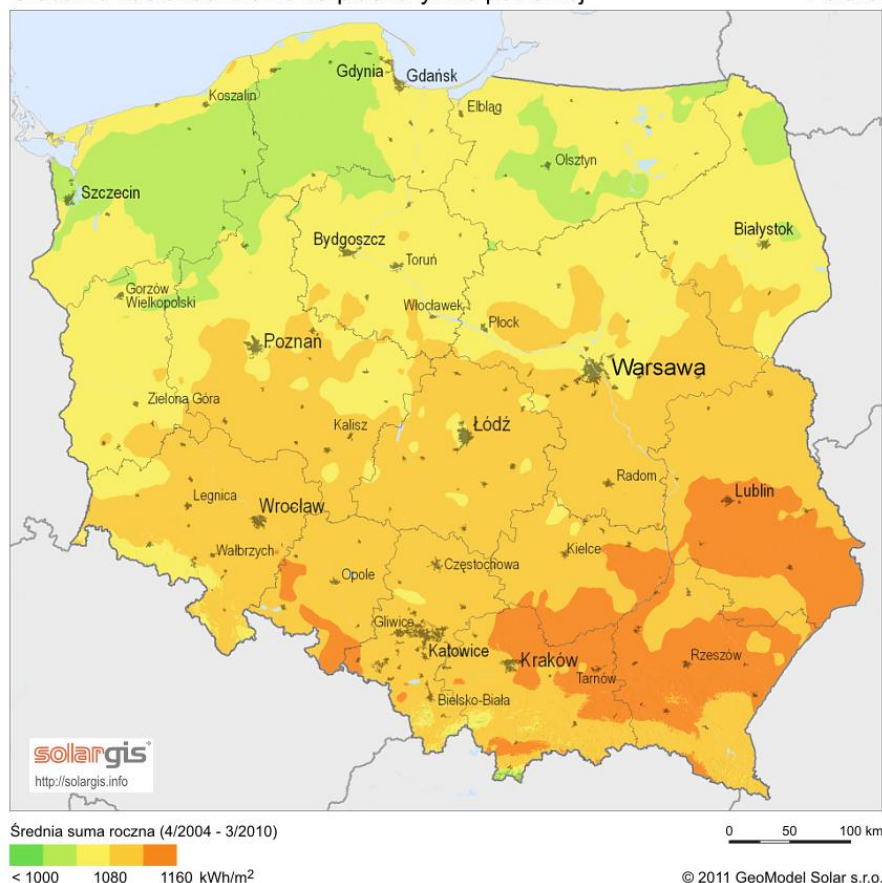
Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Wyzwolenia 6
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki i obręb ewidencyjny	84/27, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarc, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarcowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>15</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,35</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4350</b>

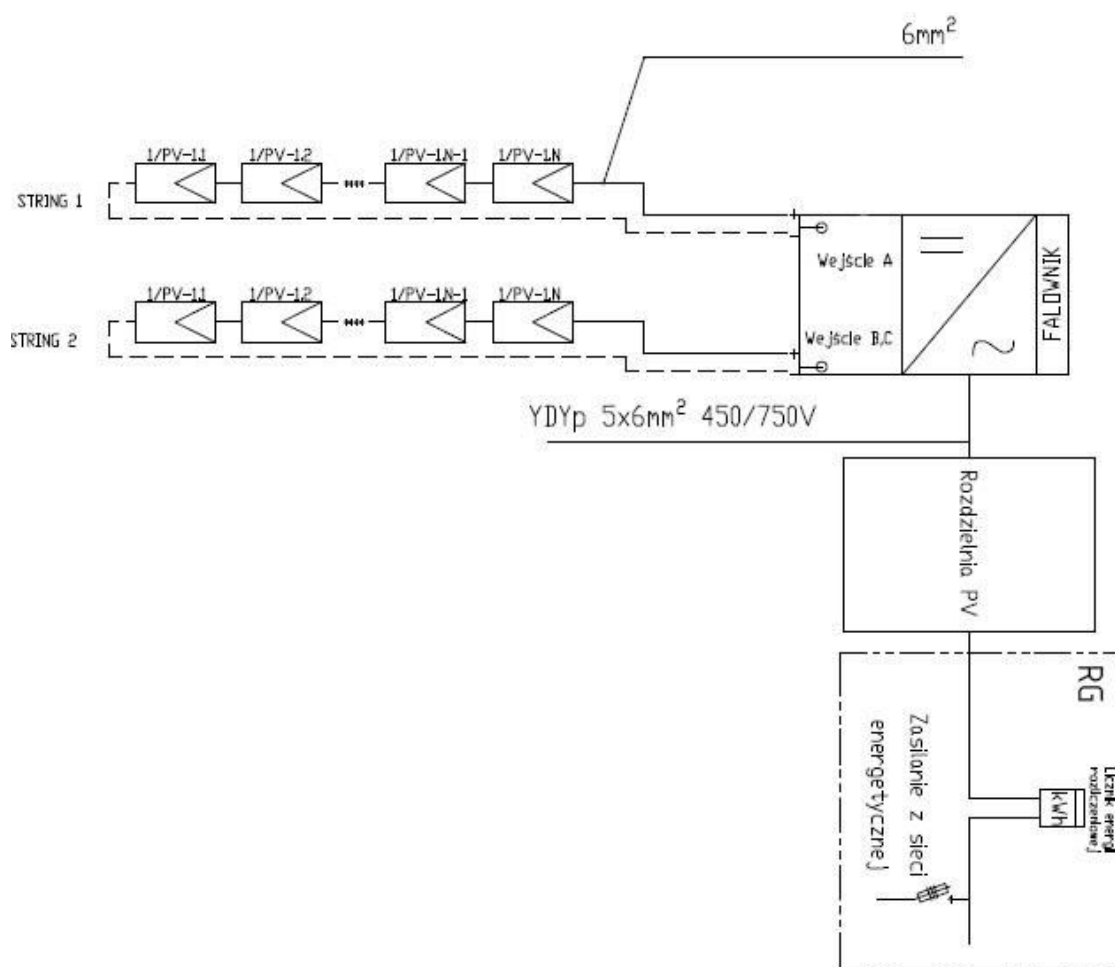
### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,35 kW. Zakłada ono posadowienie 15 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{8830,5}{2662,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	15	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	15	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		16443 zł	
Wkład własny=		8830,5 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,06 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 55/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Jaskółcza 14, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 541, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

Sławomir Bała

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 541 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Jaskółcza 14
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki i obręb ewidencyjny	541, DĄBROWA CHEŁMIŃSKA
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku wschód-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,06 kW będzie składał się z 14 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,06 kW będzie składał się z 14 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>14</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,06</b>
Moc falownika	kW	<b>3</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>850</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>3451</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,06 kW. Zakłada ono posadowienie 14 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{8241,8}{2077,88} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	14	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	14	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		15346,8 zł	
Wkład własny=		8241,8 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,35 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 56/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Chełmińska 37, Czarże  
działka nr 171, obręb CZARŻE

Inwestor:

Elżbieta Siewert

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 171 w obrębie ewidencyjnym CZARŻE. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Chelmińska 37
Miejscowość	Czarże
Nr działki i obręb ewidencyjny	171, CZARŻE
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku wschód-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarc, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarcowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>15</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,35</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>850</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>3697,5</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,35 kW. Zakłada ono posadowienie 15 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{8830,5}{2238,11} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	15	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	15	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		16443 zł	
Wkład własny=		8830,5 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 6,09 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 57/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Janowo 60, Janowo  
działka nr 32/9, obręb JANOWO

Inwestor:

Hanna Magdziarz

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 32/9 w obrębie ewidencyjnym JANOWO. Miejszem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Janowo 60
Miejscowość	Janowo
Nr działki i obręb ewidencyjny	32/9, JANOWO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku wschód-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,09 kW będzie składał się z 21 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,09 kW będzie składał się z 21 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>21</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>6,09</b>
Moc falownika	kW	<b>5</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>850</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>5176,5</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 6,09 kW. Zakłada ono posadowienie 21 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{12362,7}{3199,46} = 4 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 4 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 4 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 4 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	21	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	21	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		23020,2 zł	
Wkład własny=		12362,7 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 9,86 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 58/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Czemlewo 15, Czemlewo  
działka nr 5, obręb CZEMLEWO

Inwestor:

Ewa Armkivecht

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 5 w obrębie ewidencyjnym CZEMLEWO. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

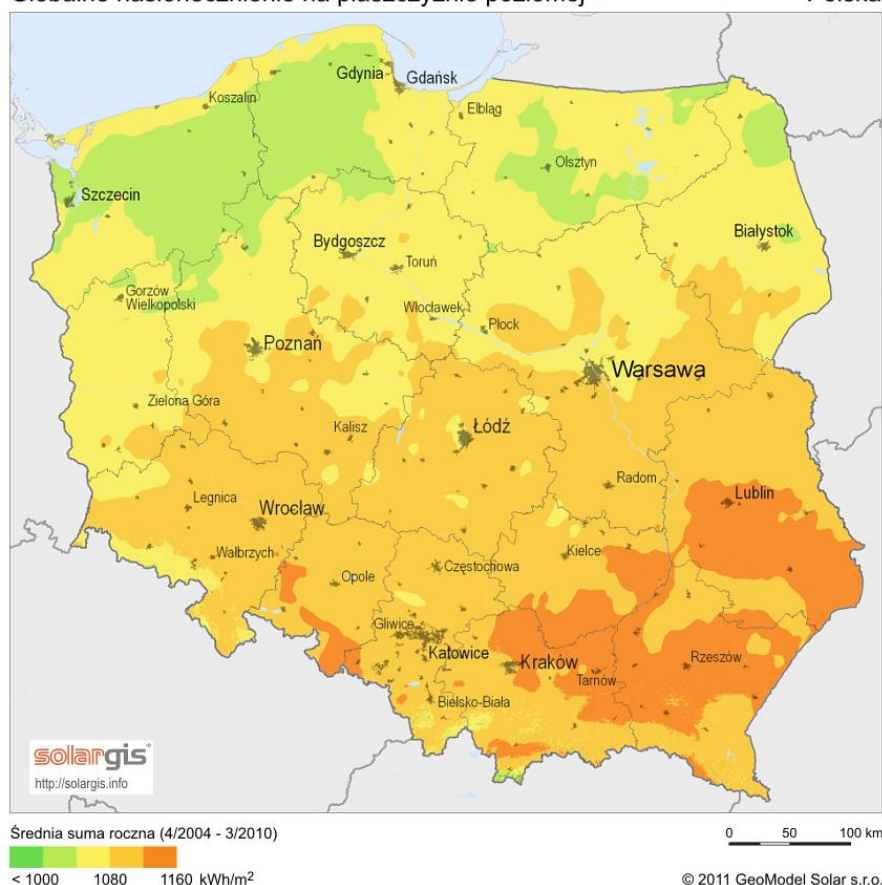
Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Czemlewo 15
Miejscowość	Czemlewo
Nr działki i obręb ewidencyjny	5, CZEMLEWO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złącze systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup>, jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,86 kW będzie składał się z 34 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>34</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>9,86</b>
Moc falownika	kW	<b>8</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>9860</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 9,86 kW. Zakłada ono posadowienie 34 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

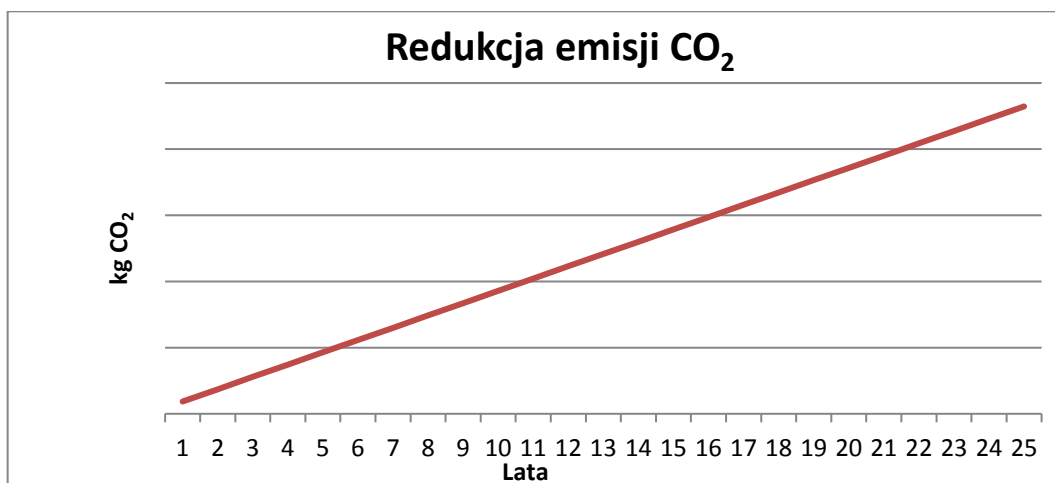
**AC** – YDYp 5x 10 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{20015,8}{6243,73} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	34	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	34	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		37270,8 zł	
Wkład własny=		20015,8 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

**PROJEKT INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY  
ZNAMIONOWEJ 4,93 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 59/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Malinowa 57, Ostromecko  
działka nr 448, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Krzysztof Mierzejewski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 448 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejsmem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Malinowa 57
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki i obręb ewidencyjny	448, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownika wyniosło 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostało z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złączki systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarć, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarciovowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,93 kW będzie składał się z 17 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

<b>Wymiarowanie instalacji</b>		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>17</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,93</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4930</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.





Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,93 kW. Zakłada ono posadowienie 17 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{10007,9}{3039,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	17	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	17	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		18635,4 zł	
Wkład własny=		10007.9 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY ZNAMIONOWEJ 4,35 kW

Obiekt:

PROJEKT NR 60/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Bukowa 4, Ostromecko  
działka nr 89, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Elżbieta Biedroń-Gulczyńska

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

# Spis treści

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego.....	3
2. Podstawy opracowania.....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora .....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne .....	4
3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego .....	5
4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej .....	6
4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji .....	8
4.3 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Produktywność elektrowni .....	8
4.5 Schemat elektryczny .....	9
4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji .....	10
5. Analiza ekologiczna inwestycji.....	10
6. Analiza ekonomiczna inwestycji .....	11
6.1 Wycena komponentów i prac montażowych .....	12
7. Podsumowanie.....	12

## **1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego**

Celem projektu jest zainstalowanie 3-fazowego systemu fotowoltaicznego. Zakłada się wykorzystanie paneli o jednakowych mocach znamionowych. System zsynchronizowany będzie z siecią zewnętrzną (system on-grid). Rozwiązanie takie charakteryzuje się tym, że niedobory energii będą uzupełniane z sieci, a nadwyżki produkcji oddawane do sieci. Na taki schemat rozliczenia pozwala nowy system upustów zakładający bilansowanie energii pobranej/oddanej w czasie rzeczywistym oraz rozliczanie pobranej/oddanej energii raz do roku. Szczegółowe dane dotyczące prognozy uzysków i doboru urządzeń przedstawione zostały w dalszej części tego opracowania.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora,
- wizja lokalna,
- obmiar istotnych fragmentów budynku,
- analiza zużycia energii elektrycznej na podstawie dokumentacji przedstawionej przez inwestora,
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne,
- oprogramowanie do szacowania uzysków z instalacji dla danej lokalizacji,
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów.

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji fotowoltaicznej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami technicznymi nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce 89 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach budynku mieszkalnego. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci oraz usytuowanie budynku na którym planowany jest montaż modułów fotowoltaicznych. Konstrukcja dachu spełnia warunki nośności do montażu wskazanych w projekcie urządzeń.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

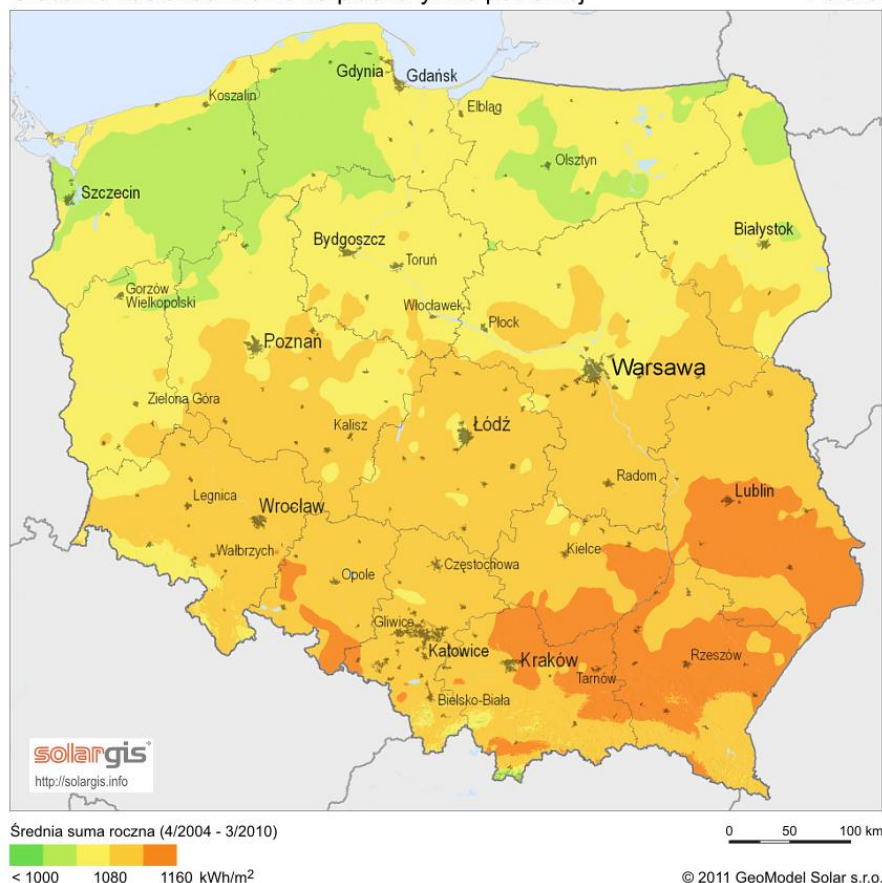
Tabela 1. Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Bukowa 4
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki i obręb ewidencyjny	89, OSTROMECKO
Miejsce montażu	dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na uzyski instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).





Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez moduły PV

<http://re.jrc.ec.europa.eu/>

### 3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona w kierunku południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do dach budynku mieszkalnego i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane kłemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić niepogorszoną szczelność obecnego pokrycia dachowego. Należy tak wykonać instalację aby poszczególne panele nie były zacienione, co negatywnie wpływa na pracę całej instalacji i zmniejsza ilość energii możliwej do odebrania.

## 4. Koncepcja systemu fotowoltaicznego

Instalacja fotowoltaiczna projektowana jest w celu minimalizacji obecnych kosztów energii elektrycznej.

## **4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej**

### **Panele fotowoltaiczne**

Panele fotowoltaiczne składają się z ogniw połączonych półprzewodnikami, w których zachodzi przemiana energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną na skutek zjawiska fotoelektrycznego. Zastosowano moduły polikrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### **Falownik**

Falownik (inwerter) jest urządzeniem elektroenergetycznym, którego zadaniem jest przekształcenie prądu stałego generowanego przez moduły fotowoltaiczne w prąd zmienny o parametrach zgodnych z parametrami sieci energetycznej. Poprawnie dobrany falownik zapewnia niezawodną i długą pracę instalacji fotowoltaicznej. Falownik będzie podłączony do instalacji poprzez skrzynkę przyłączeniowo-zabezpieczającą, zawierającą zabezpieczenia nadprądowe i przeciwprzepięciowe po stronie AC i DC.

Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika. Dopuszczalne długotrwałe przewymiarowanie falownik wynosi 120%.

### **Okablowanie**

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy panelami fotowoltaicznymi, a falownikiem) zaprojektowane zostały z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 6 mm<sup>2</sup> lub większym, jeżeli wymaga tego instalacja. Całość okablowania powinna być prowadzona w korytkach kablowych odpornych na działanie promieniowania UV (instalacja na zewnątrz budynku) lub w korytkach kablowych standardowych (instalacja wewnątrz budynku). Luźne odcinki przewodów należy mocować do konstrukcji wsporczej przy pomocy opasek kablowych również odpornych na promieniowanie UV. Złączki systemowe powinny być zaciskane na końcówkach przewodów zgodnie z wytycznymi producenta, z odpowiednią siłą, z użyciem dedykowanego narzędzia.

Parametry okablowania DC:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- podwójna izolacja
- przekrój min. 6 mm<sup>2</sup>
- żyła: miedziana, wielodrutowa, giętka wg. EN 60228 kl. 5
- izolacja: mieszanka bezhalogenowa
- powłoka: mieszanka bezhalogenowa, odporna na UV, kolor czarny
- temperatura pracy: -40 °C do +90 °C
- napięcie pracy: DC:  $U_o/U = 0,9kV/1,8kV$
- odporność pojedynczego kabla na rozprzestrzenianie płomienia zgodnie z EN 60332-1

Połączenie między falownikami, a rozdzielnicą AC zaprojektowano z użyciem kabla o parametrach, co najmniej YKY 3x2,5 mm<sup>2</sup> , jeżeli wymaga tego instalacja, innym zapewniającym zgodne z obowiązującymi przepisami, prawidłowe oraz bezpieczne użytkowanie systemu. Minimalny przekrój przewodów należy tak dobrać, aby spadek napięcia systemu nie był większy niż 1% napięcia znamionowego.

### Konstrukcja wsporcza

Elementy konstrukcji nośnej instalacji umożliwiają stabilne umocowanie paneli fotowoltaicznych na dachu budynku. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do dachu płaskiego lub skośnego. Panele należy zorientować w prawidłowy sposób w kontekście ich nasłonecznienia.

### Zabezpieczenie instalacji

W celu ochrony instalacji przed wystąpieniem awarii i zwarc, stosuje się: zabezpieczenia przeciwpożarowe, odgromowe, przeciwprzepięciowe, przeciążeniowe i zwarcowe.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

<b>Zestawienie zabezpieczeń</b>	
Ogranicznik przepięć DC	Ograniczniki klasy T1+T2, napięcie znamionowe 1000V
Wyłącznik nadprądowy DC	Należy zainstalować wyłącznik nadprądowy na prąd znamionowy równy 16 A, typ gPV
Ogranicznik przepięć AC	Ogranicznik klasy T1 lub T2, napięcie znamionowe 230/400V
Wyłącznik nadprądowy AC	Wymagany jest wyłącznik o charakterystyce B lub C
Wyłącznik różnicowoprądowy AC	Zaleca się zastosowanie wyłącznika o prądzie różnicowym 100mA lub 30mA dostosowanym do rodzaju sieci w budynku

## System monitoringu

System monitoringu jest elementem instalacji umożliwiającym gromadzenie, i odczyt danych dotyczących ilości energii generowanej przez instalację fotowoltaiczną i energii wysyłanej do sieci energetycznej.

### 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 4,35 kW będzie składał się z 15 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii polikrystalicznej o mocy 290 W każdy. Panele pracować będą w stringach (połączone szeregowo) do wejść MPP falownika, którego zadaniem będzie zamiana prądu stałego produkowanego przez instalację w prąd zmienny wykorzystywany w gospodarstwie domowym.

### 4.3 Wymiarowanie instalacji

Tabela 3. Wymiarowanie instalacji [opracowanie własne na podstawie audytu]

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	<b>15</b>
Moc modułu	Wp	<b>290</b>
Moc instalacji	kWp	<b>4,35</b>
Moc falownika	kW	<b>4</b>
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	<b>1000</b>
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	<b>4350</b>

### 4.4 Produktywność elektrowni

Dla wybranej lokalizacji przyjęto model obliczeniowy i oszacowano uzyski instalacji fotowoltaicznej. Zestawienie wyników znalazło miejsce w poniższej tabeli (Tab.3). Dla lepszego zobrazowania rozkładu produktywności instalacji w ciągu roku wyniki przedstawiono w formie wykresu kolumnowego (Rys.2.). Na potrzeby prezentacji wyników przyjęto, iż zużycie energii elektrycznej jest równomiernie rozłożone na wszystkie miesiące roku.



Rys. 2. Produktywność instalacji w ciągu roku

## 4.5 Schemat elektryczny



Rys. 3. Schemat elektryczny instalacji

#### 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 4,35 kW. Zakłada ono posadowienie 15 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 290 W każdy. Falownik obsługujący elektrownie umieszczony zostanie w miejscu ustalonym z inwestorem podczas wizji lokalnej, stąd przeprowadzony zostanie przewód AC do rozdzielni głównej. Konfiguracja stringów oraz liczba modułów fotowoltaicznych podana w schemacie jest rozwiązaniem proponowanym – można dokonać jej w dowolny sposób odpowiadający wejściom falownika – rzeczywistą liczbę modułów przedstawiono w tab.2 Wymiarowanie instalacji. Wykonawca zobowiązany jest do uziemienia konstrukcji wsporczych modułów. Każdy moduł fotowoltaiczny powinien być połączony przewodem ochronnym LgY 6mm<sup>2</sup> z konstrukcją nośną instalacji. Przewód uziemiający od konstrukcji do RG budynku powinien mieć przekrój nie mniejszy niż przewód fazowy. Rozdzielnice PV dedykowaną dla instalacji należy zamontować obok rozdzielni głównej, chyba, że w takowej jest wystarczająca liczba pól do montażu wskazanych zabezpieczeń.

Proponowane przewody wynikające z mocy instalacji:

**DC** – kabel solarny 6mm<sup>2</sup> 0,6/1 kV

**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja ogniw fotowoltaicznych ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację fotowoltaiczną będzie przekazana na potrzeby własne, a jej nadmiar wysłany do sieci energetycznej. Produkcja prądu elektrycznego z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii elektrycznej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji fotowoltaicznej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 4.



Rys. 4. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Cena 1 kWh energii elektrycznej: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 50% kosztów kwalifikowanych
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Średnioroczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w budynku wskazuje, iż produkcja energii z mikroelektrowni fotowoltaicznej powinna w większości zostać wykorzystana na bieżącą konsumpcję. Zastosowanie instalacji fotowoltaicznej przekładać się będzie na znaczne obniżenie kosztów zakupu energii elektrycznej na potrzeby budynku mieszkalnego i jednocześnie zmniejszy negatywny wpływ na środowisko, poprzez redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

Wskaźnik SPBT

Prosty czas zwrotu (SPBT) to najczęściej spotykane kryterium oceny opłacalności inwestycji. Wskaźnik ten określa okres po, którym oszczędności wynikające z zmniejszenia zużycia energii zrównają się z kapitałem inwestycyjnym poniesionym przez inwestora. Po tym czasie instalacja przynosi zyski inwestorowi.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{8830,5}{2662,23} = 3 \text{ lata}$$

$K_i$  = cena instalacji \* procentowo wkład własny, [zł]

$Z_{br}$  = uzysk \* cena za energię - opłaty stałe, [ $\frac{\text{zł}}{\text{rok}}$ ]

Prosty okres zwrotu inwestycji oceniono na około 3 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.

Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 3 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 3 roku eksploatacji będzie przynosić wymierne zyski.

## 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Moduł fotowoltaiczny polikrystaliczny o mocy 290W	15	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	15	kpl.
4	Okablowanie solarne DC 1000V	60	m
5	Konektory MC4	1	kpl.
6	Koryta kablowe metalowe, PCV, peszel ochronny	1	kpl.
7	Okablowanie strony AC, przewód ochronny PE	80	m
8	Przewód instalacyjny LgY 6 mm2	20	m
9	Drobne elementy montażowe i wykończeniowe, przepusty dachowe	1	kpl.
10	Rozdzielnica PV z podstawowymi zabezpieczeniami nadprądowymi strony DC i AC, zabezpieczeniem różnicowo-prądowym po stronie AC i dodatkowym zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym (SPD) po stronie DC	1	kpl.
Prace związane z montażem elektrowni			
1	Montaż konstrukcji nośnej i modułów fotowoltaicznych	1	kpl.
2	Prowadzenie tras kablowych		
3	Prefabrykacja rozdzielnicy PV		
4	Podpięcie do RG budynku		
5	Montaż falowników i ich konfiguracja		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto, VAT 8 % )=		16443 zł	
Wkład własny=		8830,5 zł	

## 7. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP oraz UE.



Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Podgórna 2, Gzin  
działka nr 249/1, obręb GZIN GÓRNY

Inwestor:

PROJEKT NR 1/PPC/W/2018

Mariusz Folborski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	8
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	9

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, której zadaniem będzie przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz pokrycie zapotrzebowania na energię cieplną w budynku mieszkalnym. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie powietrzna pompa ciepła. Instalacja wybranego źródła ciepła ma na celu zminimalizowanie wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia energii cieplnej w budynku na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 249/1 w obrębie ewidencyjnym GZIN GÓRNY Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

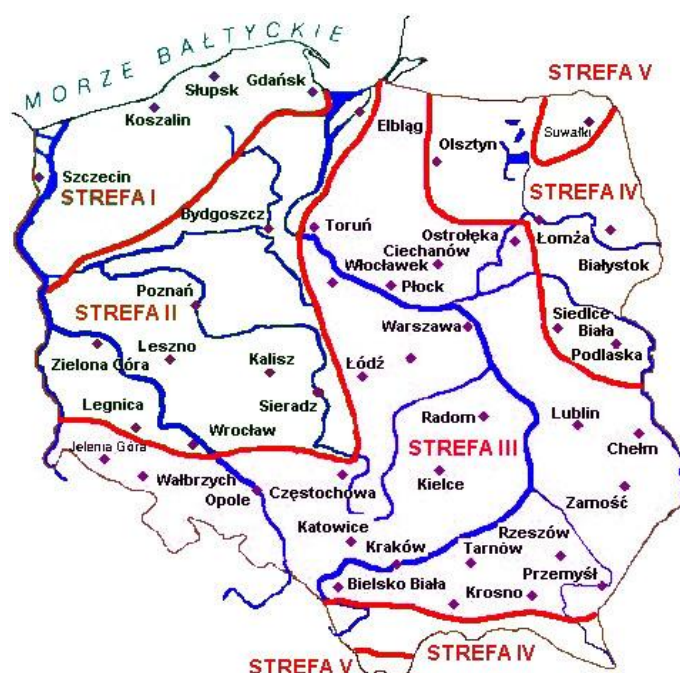
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Podgórna 2
Miejscowość	Gzin
Nr działki	249/1
Obręb ewidencyjny	GZIN GÓRNY

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1 Strefy klimatyczne Polski i temperatury obliczeniowe (źródło: <https://www.hvacr.pl/>)

**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### **3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy**

Pompa ciepła zostanie zainstalowana w istniejącej kotłowni znajdującej się w budynku mieszkalnym. Urządzenie zostanie podłączone do istniejącej instalacji grzewczej. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono przeciwwskazań do montażu powietrznej pompy ciepła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## **4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła**

Powietrzna pompa ciepła stanowić będzie urządzenie, przeznaczone na pokrycie zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania budynku oraz do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń.

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Powietrzna pompa ciepła składać się będzie z dwóch jednostek: zewnętrznej oraz wewnętrznej. Celem jednostki zewnętrznej jest pobieranie powietrza zewnętrznego. Jednostka wewnętrzna zostanie zamontowana w kotłowni lub pomieszczeniu gospodarczym. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy. Instalacja wyposażona będzie również w zasobnik ciepłej wody użytkowej.

Sterownik umożliwia monitorowanie pracy urządzenia. Funkcje sterownika pozwalają na ustawienie takich parametrów jak temperatura instalacji ogrzewania czy ciepłej wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	300 l
2	Moc grzewcza pompy	13 kW

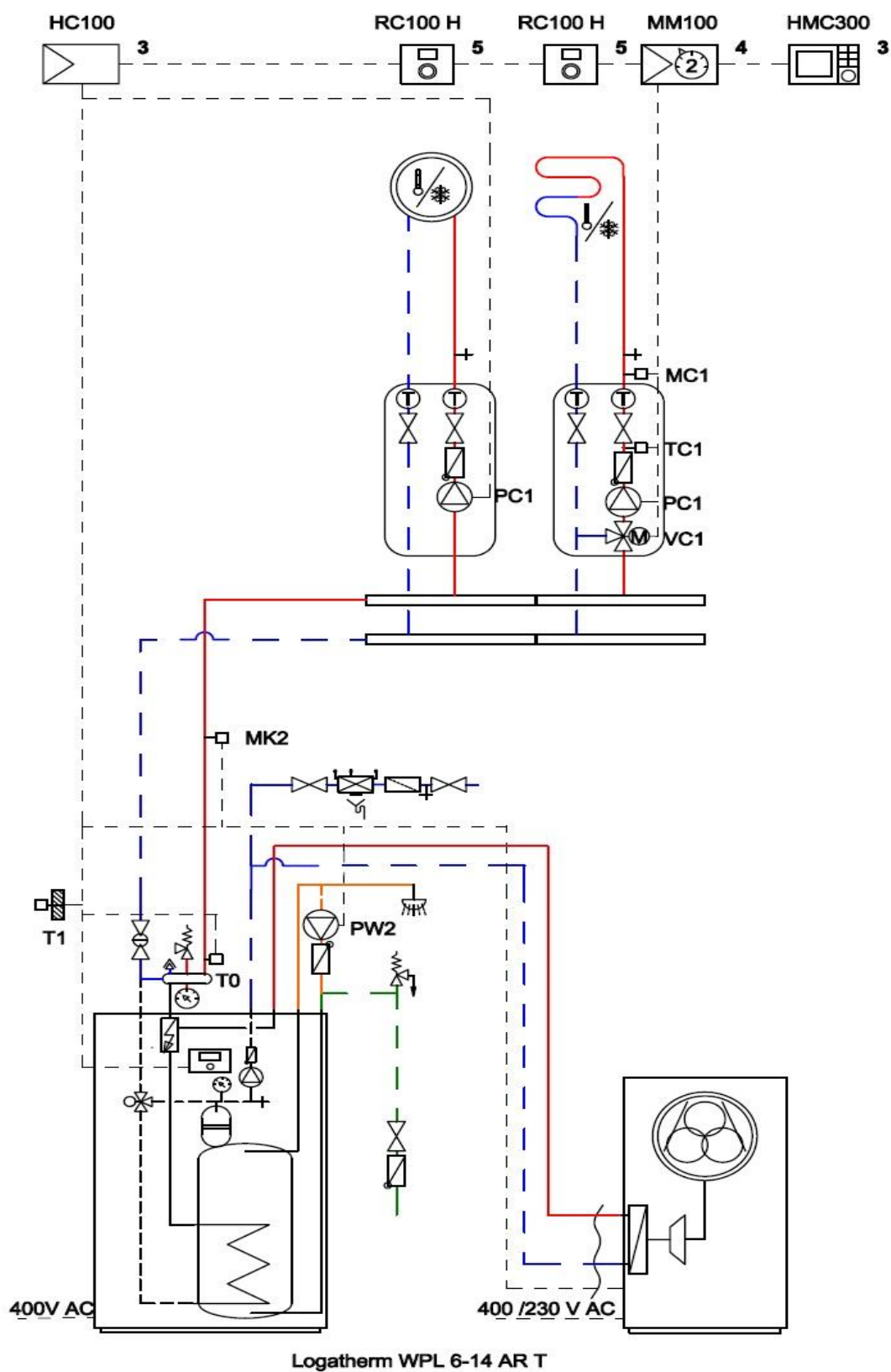
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

Jednostka wewnętrzna wyposażona jest w zasobnik ciepłej wody. W systemie monoenergetycznym jednostka wyposażona jest w grzałkę elektryczną, która pozwala dogrzewać wodę w przypadku kiedy pompa ciepła nie jest w stanie zapewnić zapotrzebowania na ciepło w budynku. W tym rozwiązaniu grzałka zasilana jest bezpośrednio z instalacji elektrycznej. Takie rozwiązanie pozwala na zaspokojenie potrzeb energii cieplnej.

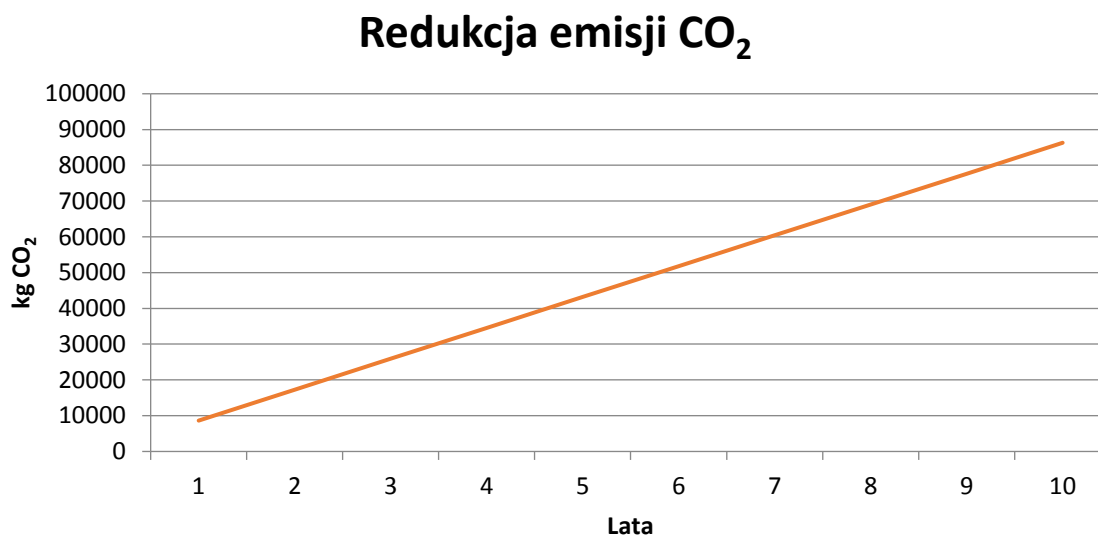
### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



Rys. 2 Przykładowy schemat instalacji powietrznej pompy ciepła typu split  
(źródło: <https://www.buderus.pl>)

## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

### 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

**Tabela 4.** Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła – jednostka zew	1	szt.
2	Powietrzna pompa ciepła – jednostka wew z zasobnikiem c.w.u. 300 l	1	szt.
3	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		32400 zł	
Wkład własny=		17400 zł	



## **6. Podsumowanie**

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Ptasia 11, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 563, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

PROJEKT NR 2/PPC/W/2018

Mariusz Kuś

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	8
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	9

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, której zadaniem będzie przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz pokrycie zapotrzebowania na energię cieplną w budynku mieszkalnym. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie powietrzna pompa ciepła. Instalacja wybranego źródła ciepła ma na celu zminimalizowanie wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia energii cieplnej w budynku na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 563 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Ptasia 11
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki	563
Obręb ewidencyjny	DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### 3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy

Pompa ciepła zostanie zainstalowana w istniejącej kotłowni znajdującej się w budynku mieszkalnym. Urządzenie zostanie podłączone do istniejącej instalacji grzewczej. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono przeciwwskazań do montażu powietrznej pompy ciepła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## 4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła

Powietrzna pompa ciepła stanowić będzie urządzenie, przeznaczone na pokrycie zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania budynku oraz do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu  $-5^{\circ}\text{C}$ . Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń.

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Powietrzna pompa ciepła składać się będzie z dwóch jednostek: zewnętrznej oraz wewnętrznej. Celem jednostki zewnętrznej jest pobieranie powietrza zewnętrznego. Jednostka wewnętrzna zostanie zamontowana w kotłowni lub pomieszczeniu gospodarczym. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy. Instalacja wyposażona będzie również w zasobnik ciepłej wody użytkowej.

Sterownik umożliwia monitorowanie pracy urządzenia. Funkcje sterownika pozwalają na ustawienie takich parametrów jak temperatura instalacji ogrzewania czy ciepłej wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	200 l
2	Moc grzewcza pompy	10 kW

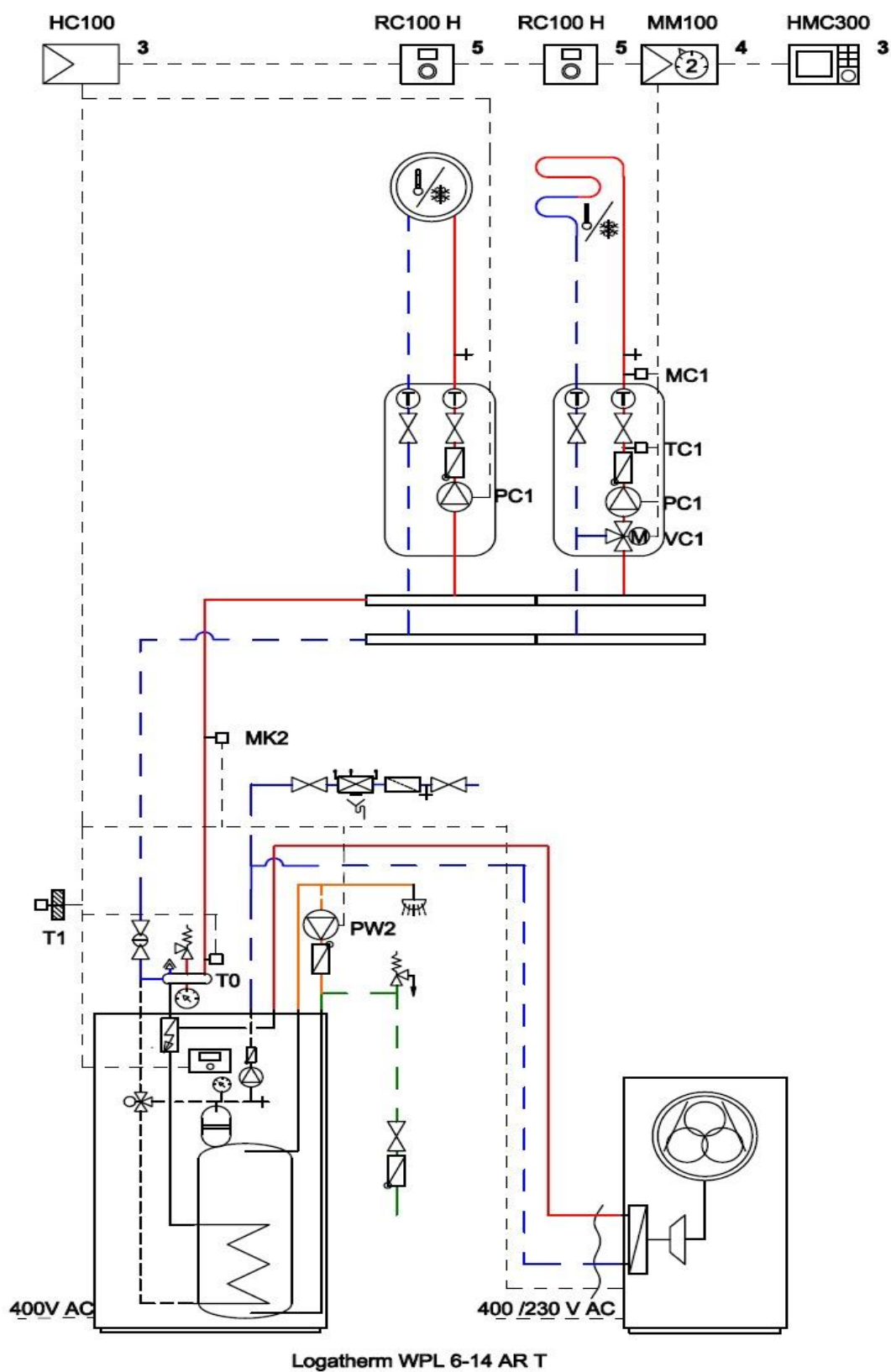
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

Jednostka wewnętrzna wyposażona jest w zasobnik ciepłej wody. W systemie monoenergetycznym jednostka wyposażona jest w grzałkę elektryczną, która pozwala dogrzewać wodę w przypadku kiedy pompa ciepła nie jest w stanie zapewnić zapotrzebowania na ciepło w budynku. W tym rozwiązaniu grzałka zasilana jest bezpośrednio z instalacji elektrycznej. Takie rozwiązanie pozwala na zaspokojenie potrzeb energii cieplnej.

### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła

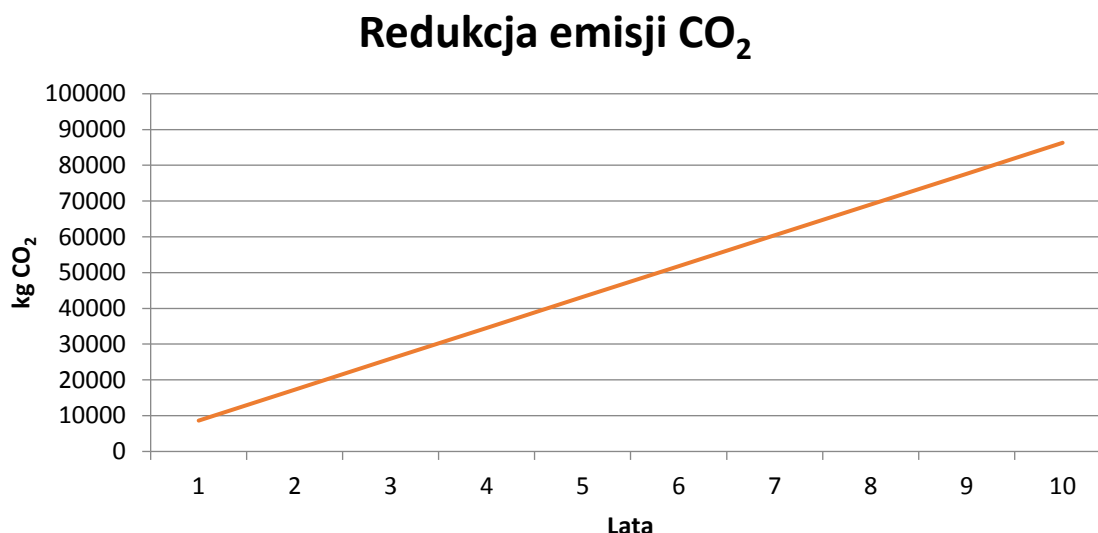


Rys. 2 Przykładowy schemat instalacji powietrznej pompy ciepła typu split  
(źródło: <https://www.buderus.pl>)



## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

### 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

Tabela 4. Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła – jednostka zew	1	szt.
2	Powietrzna pompa ciepła – jednostka wew z zasobnikiem c.w.u. 200 l	1	szt.
3	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		27000 zł	
Wkład własny=		14500 zł	

## **6. Podsumowanie**

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Malinowa 49, Ostromecko  
działka nr 455, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

PROJEKT NR 3/PPC/W/2018

Marek Kolczyński

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	8
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	9

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, której zadaniem będzie przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz pokrycie zapotrzebowania na energię cieplną w budynku mieszkalnym. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie powietrzna pompa ciepła. Instalacja wybranego źródła ciepła ma na celu zminimalizowanie wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia energii cieplnej w budynku na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 455 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

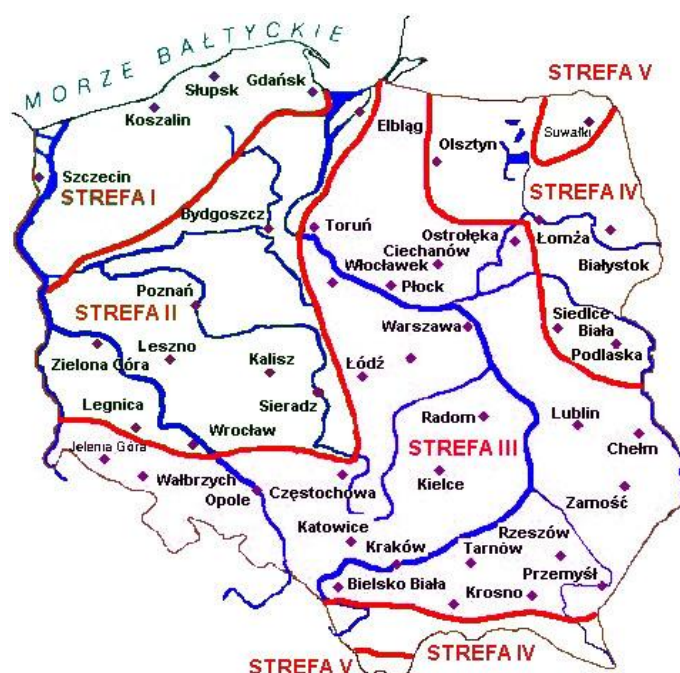
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Malinowa 49
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki	455
Obręb ewidencyjny	OSTROMECKO

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1 Strefy klimatyczne Polski i temperatury obliczeniowe (źródło: <https://www.hvacr.pl/>)

**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### **3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy**

Pompa ciepła zostanie zainstalowana w istniejącej kotłowni znajdującej się w budynku mieszkalnym. Urządzenie zostanie podłączone do istniejącej instalacji grzewczej. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono przeciwwskazań do montażu powietrznej pompy ciepła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## **4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła**

Powietrzna pompa ciepła stanowić będzie urządzenie, przeznaczone na pokrycie zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania budynku oraz do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń.

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Powietrzna pompa ciepła składać się będzie z dwóch jednostek: zewnętrznej oraz wewnętrznej. Celem jednostki zewnętrznej jest pobieranie powietrza zewnętrznego. Jednostka wewnętrzna zostanie zamontowana w kotłowni lub pomieszczeniu gospodarczym. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy. Instalacja wyposażona będzie również w zasobnik ciepłej wody użytkowej.

Sterownik umożliwia monitorowanie pracy urządzenia. Funkcje sterownika pozwalają na ustawienie takich parametrów jak temperatura instalacji ogrzewania czy ciepłej wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	200 l
2	Moc grzewcza pompy	9 kW

## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

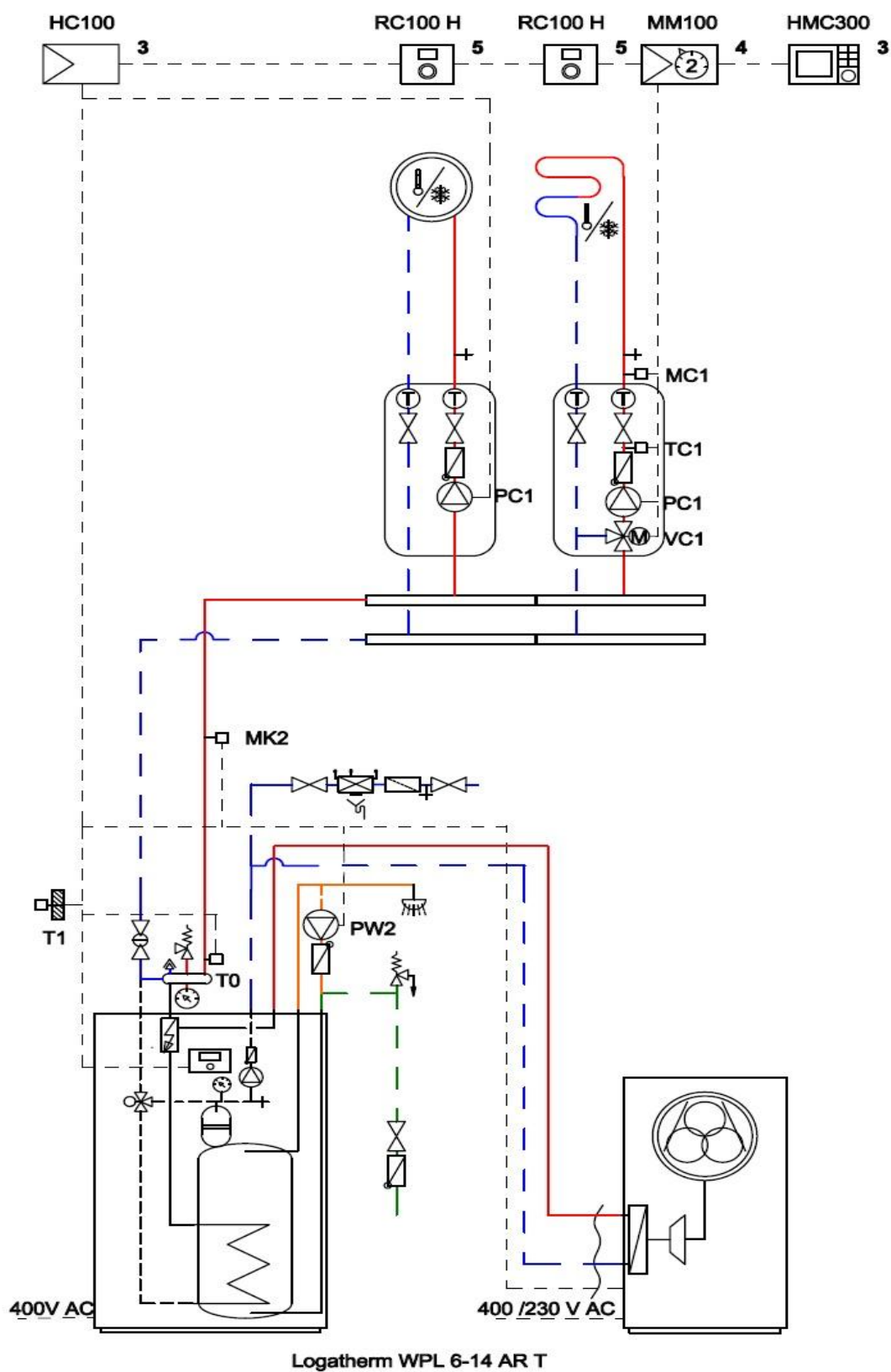
Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

Jednostka wewnętrzna wyposażona jest w zasobnik ciepłej wody. W systemie monoenergetycznym jednostka wyposażona jest w grzałkę elektryczną, która pozwala dogrzewać wodę w przypadku kiedy pompa ciepła nie jest w stanie zapewnić zapotrzebowania na ciepło w budynku. W tym rozwiązaniu grzałka zasilana jest bezpośrednio z instalacji elektrycznej. Takie rozwiązanie pozwala na zaspokojenie potrzeb energii cieplnej.



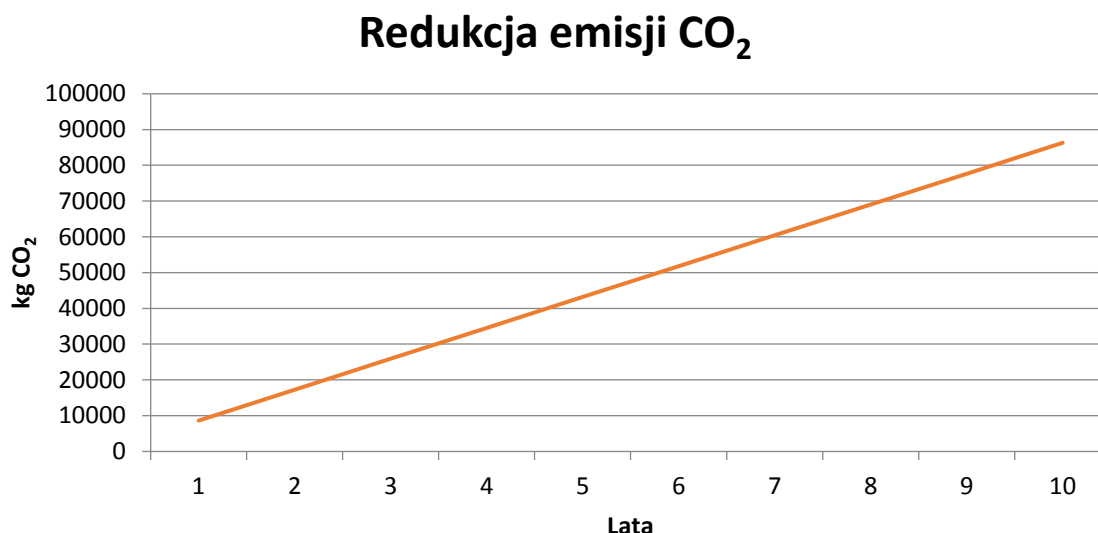
### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



Rys. 2 Przykładowy schemat instalacji powietrznej pompy ciepła typu split  
(źródło: <https://www.buderus.pl>)

## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

### 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

Tabela 4. Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła – jednostka zew	1	szt.
2	Powietrzna pompa ciepła – jednostka wew z zasobnikiem c.w.u. 200 l	1	szt.
3	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		23760 zł	
Wkład własny=		12760 zł	

## **6. Podsumowanie**

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Malinowa 51, Ostromecko  
działka nr 454, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

PROJEKT NR 4/PPC/W/2018  
Aneta Urbańska

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	8
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	9

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, której zadaniem będzie przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz pokrycie zapotrzebowania na energię cieplną w budynku mieszkalnym. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie powietrzna pompa ciepła. Instalacja wybranego źródła ciepła ma na celu zminimalizowanie wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia energii cieplnej w budynku na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 454 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Malinowa 51
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki	454
Obręb ewidencyjny	OSTROMECKO

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1 Strefy klimatyczne Polski i temperatury obliczeniowe (źródło: <https://www.hvacr.pl/>)

**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### 3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy

Pompa ciepła zostanie zainstalowana w istniejącej kotłowni znajdującej się w budynku mieszkalnym. Urządzenie zostanie podłączone do istniejącej instalacji grzewczej. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono przeciwwskazań do montażu powietrznej pompy ciepła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## 4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła

Powietrzna pompa ciepła stanowić będzie urządzenie, przeznaczone na pokrycie zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania budynku oraz do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń.



## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Powietrzna pompa ciepła składać się będzie z dwóch jednostek: zewnętrznej oraz wewnętrznej. Celem jednostki zewnętrznej jest pobieranie powietrza zewnętrznego. Jednostka wewnętrzna zostanie zamontowana w kotłowni lub pomieszczeniu gospodarczym. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy. Instalacja wyposażona będzie również w zasobnik ciepłej wody użytkowej.

Sterownik umożliwia monitorowanie pracy urządzenia. Funkcje sterownika pozwalają na ustawienie takich parametrów jak temperatura instalacji ogrzewania czy ciepłej wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	300 l
2	Moc grzewcza pompy	12 kW

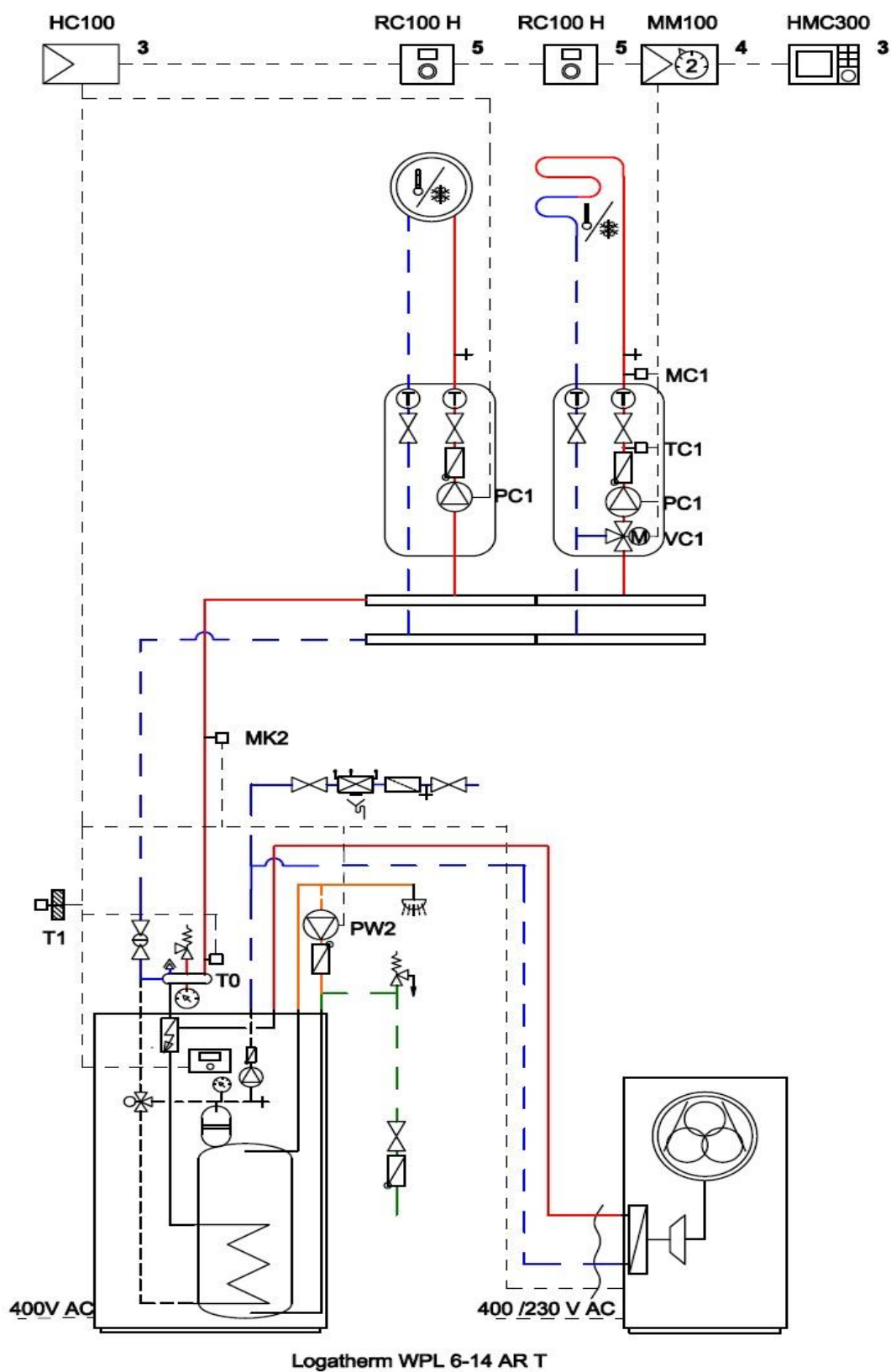
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

Jednostka wewnętrzna wyposażona jest w zasobnik ciepłej wody. W systemie monoenergetycznym jednostka wyposażona jest w grzałkę elektryczną, która pozwala dogrzewać wodę w przypadku kiedy pompa ciepła nie jest w stanie zapewnić zapotrzebowania na ciepło w budynku. W tym rozwiązaniu grzałka zasilana jest bezpośrednio z instalacji elektrycznej. Takie rozwiązanie pozwala na zaspokojenie potrzeb energii cieplnej.

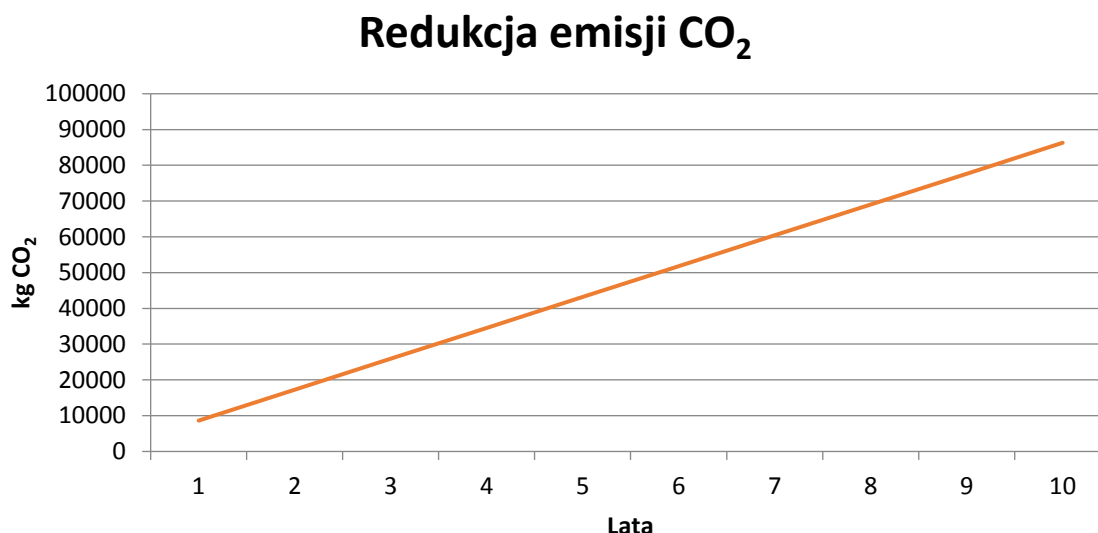
### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



Rys. 2 Przykładowy schemat instalacji powietrznej pompy ciepła typu split  
(źródło: <https://www.buderus.pl>)

## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

### 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

**Tabela 4.** Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła – jednostka zew	1	szt.
2	Powietrzna pompa ciepła – jednostka wew z zasobnikiem c.w.u. 300 l	1	szt.
3	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		28000 zł	
Wkład własny=		15037,037037037 zł	

## **6. Podsumowanie**

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Wiślana 1a, OStromecko  
działka nr 396/3, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

PROJEKT NR 5/PPC/W/2018

Zbigniew Sikora

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	8
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	9

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, której zadaniem będzie przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz pokrycie zapotrzebowania na energię cieplną w budynku mieszkalnym. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie powietrzna pompa ciepła. Instalacja wybranego źródła ciepła ma na celu zminimalizowanie wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia energii cieplnej w budynku na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 396/3 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

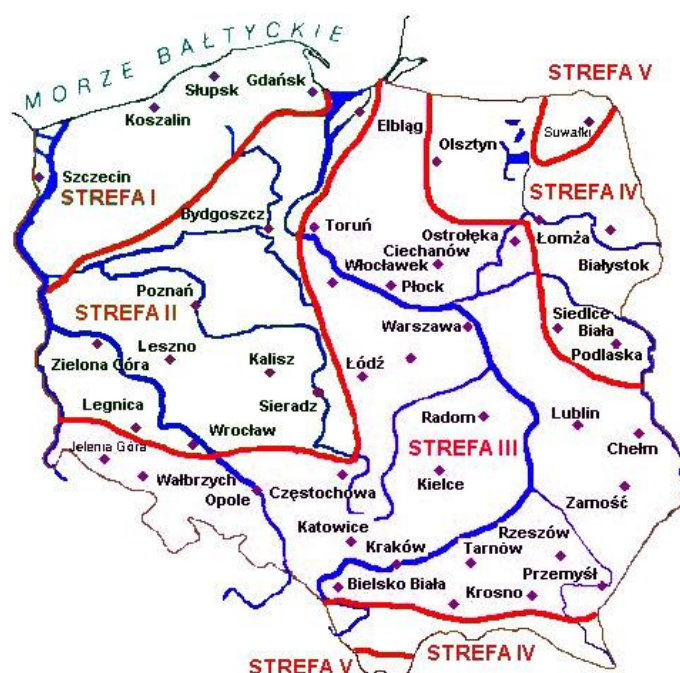
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Wiślana 1a
Miejscowość	OStromecko
Nr działki	396/3
Obręb ewidencyjny	OSTROMECKO

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1 Strefy klimatyczne Polski i temperatury obliczeniowe (źródło: <https://www.hvacr.pl/>)



**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### 3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy

Pompa ciepła zostanie zainstalowana w istniejącej kotłowni znajdującej się w budynku mieszkalnym. Urządzenie zostanie podłączone do istniejącej instalacji grzewczej. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono przeciwwskazań do montażu powietrznej pompy ciepła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## 4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła

Powietrzna pompa ciepła stanowić będzie urządzenie, przeznaczone na pokrycie zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania budynku oraz do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń.

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Powietrzna pompa ciepła składać się będzie z dwóch jednostek: zewnętrznej oraz wewnętrznej. Celem jednostki zewnętrznej jest pobieranie powietrza zewnętrznego. Jednostka wewnętrzna zostanie zamontowana w kotłowni lub pomieszczeniu gospodarczym. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy. Instalacja wyposażona będzie również w zasobnik ciepłej wody użytkowej.

Sterownik umożliwia monitorowanie pracy urządzenia. Funkcje sterownika pozwalają na ustawienie takich parametrów jak temperatura instalacji ogrzewania czy ciepłej wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	300 l
2	Moc grzewcza pompy	13 kW

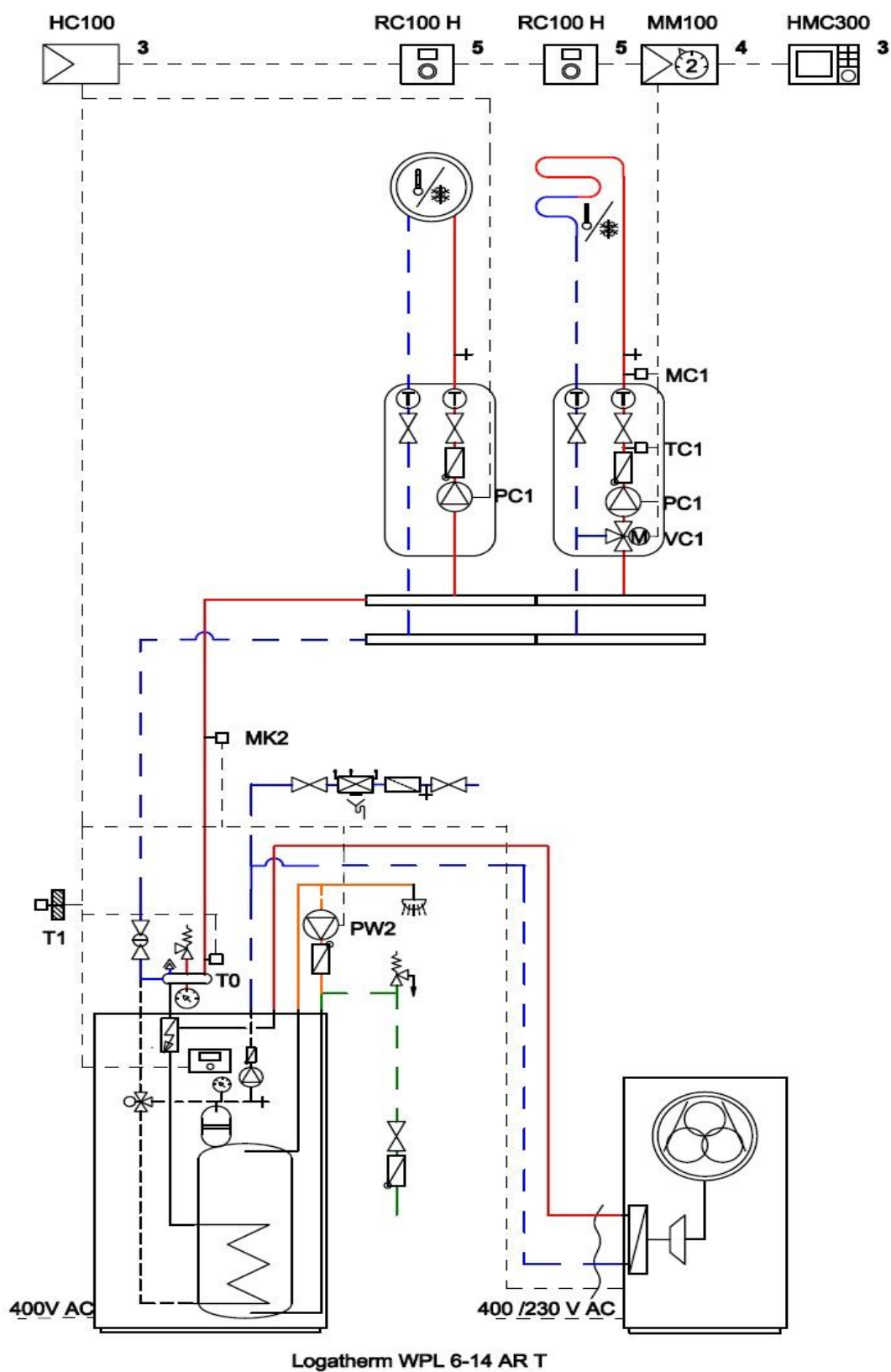
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

Jednostka wewnętrzna wyposażona jest w zasobnik ciepłej wody. W systemie monoenergetycznym jednostka wyposażona jest w grzałkę elektryczną, która pozwala dogrzewać wodę w przypadku kiedy pompa ciepła nie jest w stanie zapewnić zapotrzebowania na ciepło w budynku. W tym rozwiązaniu grzałka zasilana jest bezpośrednio z instalacji elektrycznej. Takie rozwiązanie pozwala na zaspokojenie potrzeb energii cieplnej.

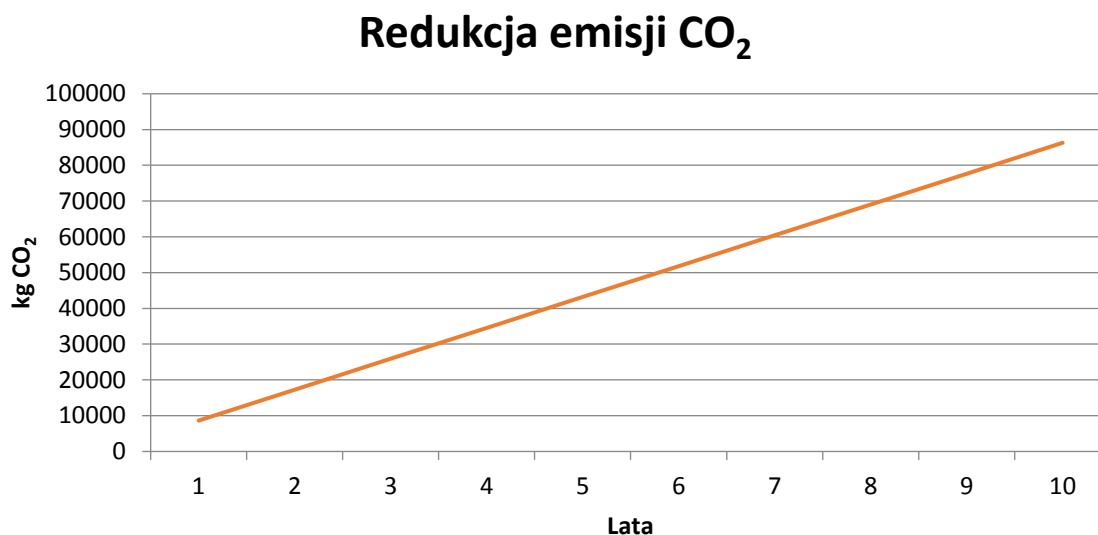
### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



Rys. 2 Przykładowy schemat instalacji powietrznej pompy ciepła typu split  
(źródło: <https://www.buderus.pl>)

## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

### 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

Tabela 4. Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła – jednostka zew	1	szt.
2	Powietrzna pompa ciepła – jednostka wew z zasobnikiem c.w.u. 300 l	1	szt.
3	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		32400 zł	
Wkład własny=		17400 zł	

## **6. Podsumowanie**

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. działka 578 ul.Jaskółcza,Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 578, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

PROJEKT NR 6/PPC/W/2018

Arkadiusz Galant

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	8
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	9

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, której zadaniem będzie przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz pokrycie zapotrzebowania na energię cieplną w budynku mieszkalnym. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie powietrzna pompa ciepła. Instalacja wybranego źródła ciepła ma na celu zminimalizowanie wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia energii cieplnej w budynku na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.



### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 578 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	działka 578 ul.Jaskółcza
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki	578
Obręb ewidencyjny	DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### 3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy

Pompa ciepła zostanie zainstalowana w istniejącej kotłowni znajdującej się w budynku mieszkalnym. Urządzenie zostanie podłączone do istniejącej instalacji grzewczej. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono przeciwwskazań do montażu powietrznej pompy ciepła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## 4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła

Powietrzna pompa ciepła stanowić będzie urządzenie, przeznaczone na pokrycie zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania budynku oraz do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń.

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Powietrzna pompa ciepła składać się będzie z dwóch jednostek: zewnętrznej oraz wewnętrznej. Celem jednostki zewnętrznej jest pobieranie powietrza zewnętrznego. Jednostka wewnętrzna zostanie zamontowana w kotłowni lub pomieszczeniu gospodarczym. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy. Instalacja wyposażona będzie również w zasobnik ciepłej wody użytkowej.

Sterownik umożliwia monitorowanie pracy urządzenia. Funkcje sterownika pozwalają na ustawienie takich parametrów jak temperatura instalacji ogrzewania czy ciepłej wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	200 l
2	Moc grzewcza pompy	6,5 kW

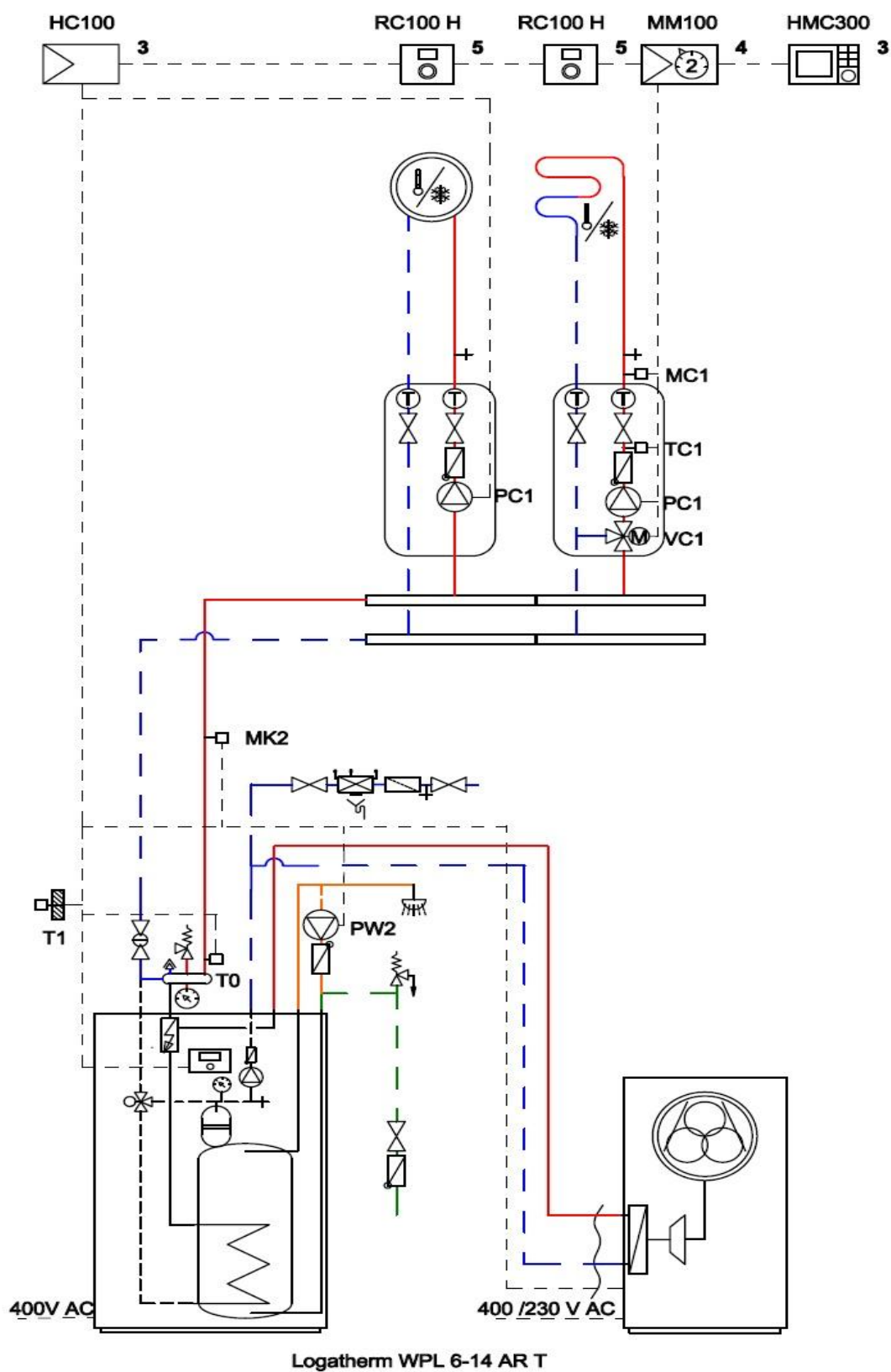
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

Jednostka wewnętrzna wyposażona jest w zasobnik ciepłej wody. W systemie monoenergetycznym jednostka wyposażona jest w grzałkę elektryczną, która pozwala dogrzewać wodę w przypadku kiedy pompa ciepła nie jest w stanie zapewnić zapotrzebowania na ciepło w budynku. W tym rozwiązaniu grzałka zasilana jest bezpośrednio z instalacji elektrycznej. Takie rozwiązanie pozwala na zaspokojenie potrzeb energii cieplnej.

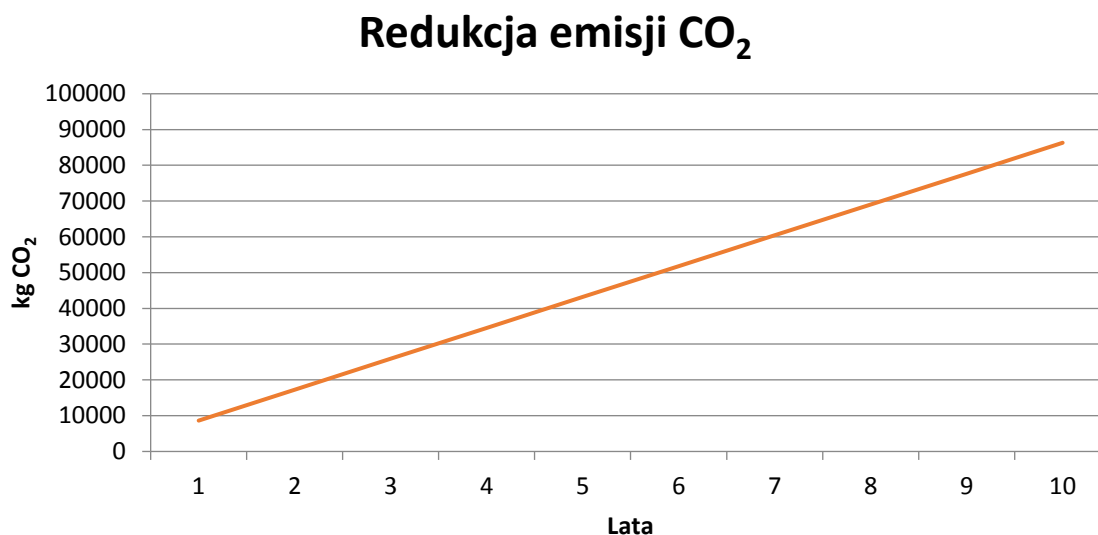
### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



Rys. 2 Przykładowy schemat instalacji powietrznej pompy ciepła typu split  
(źródło: <https://www.buderus.pl>)

## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

### 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

Tabela 4. Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła – jednostka zew	1	szt.
2	Powietrzna pompa ciepła – jednostka wew z zasobnikiem c.w.u. 200 l	1	szt.
3	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		21600 zł	
Wkład własny=		11600 zł	

## **6. Podsumowanie**

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Świerkowa 12, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 13/9, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

PROJEKT NR 7/PPC/W/2018  
Jarosław Jastrzębiec-Jankowski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	8
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	9



## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, której zadaniem będzie przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz pokrycie zapotrzebowania na energię cieplną w budynku mieszkalnym. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie powietrzna pompa ciepła. Instalacja wybranego źródła ciepła ma na celu zminimalizowanie wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia energii cieplnej w budynku na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 13/9 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Świerkowa 12
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki	13/9
Obręb ewidencyjny	DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### 3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy

Pompa ciepła zostanie zainstalowana w istniejącej kotłowni znajdującej się w budynku mieszkalnym. Urządzenie zostanie podłączone do istniejącej instalacji grzewczej. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono przeciwwskazań do montażu powietrznej pompy ciepła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## 4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła

Powietrzna pompa ciepła stanowić będzie urządzenie, przeznaczone na pokrycie zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania budynku oraz do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń.

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Powietrzna pompa ciepła składać się będzie z dwóch jednostek: zewnętrznej oraz wewnętrznej. Celem jednostki zewnętrznej jest pobieranie powietrza zewnętrznego. Jednostka wewnętrzna zostanie zamontowana w kotłowni lub pomieszczeniu gospodarczym. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy. Instalacja wyposażona będzie również w zasobnik ciepłej wody użytkowej.

Sterownik umożliwia monitorowanie pracy urządzenia. Funkcje sterownika pozwalają na ustawienie takich parametrów jak temperatura instalacji ogrzewania czy ciepłej wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	200 l
2	Moc grzewcza pompy	8 kW

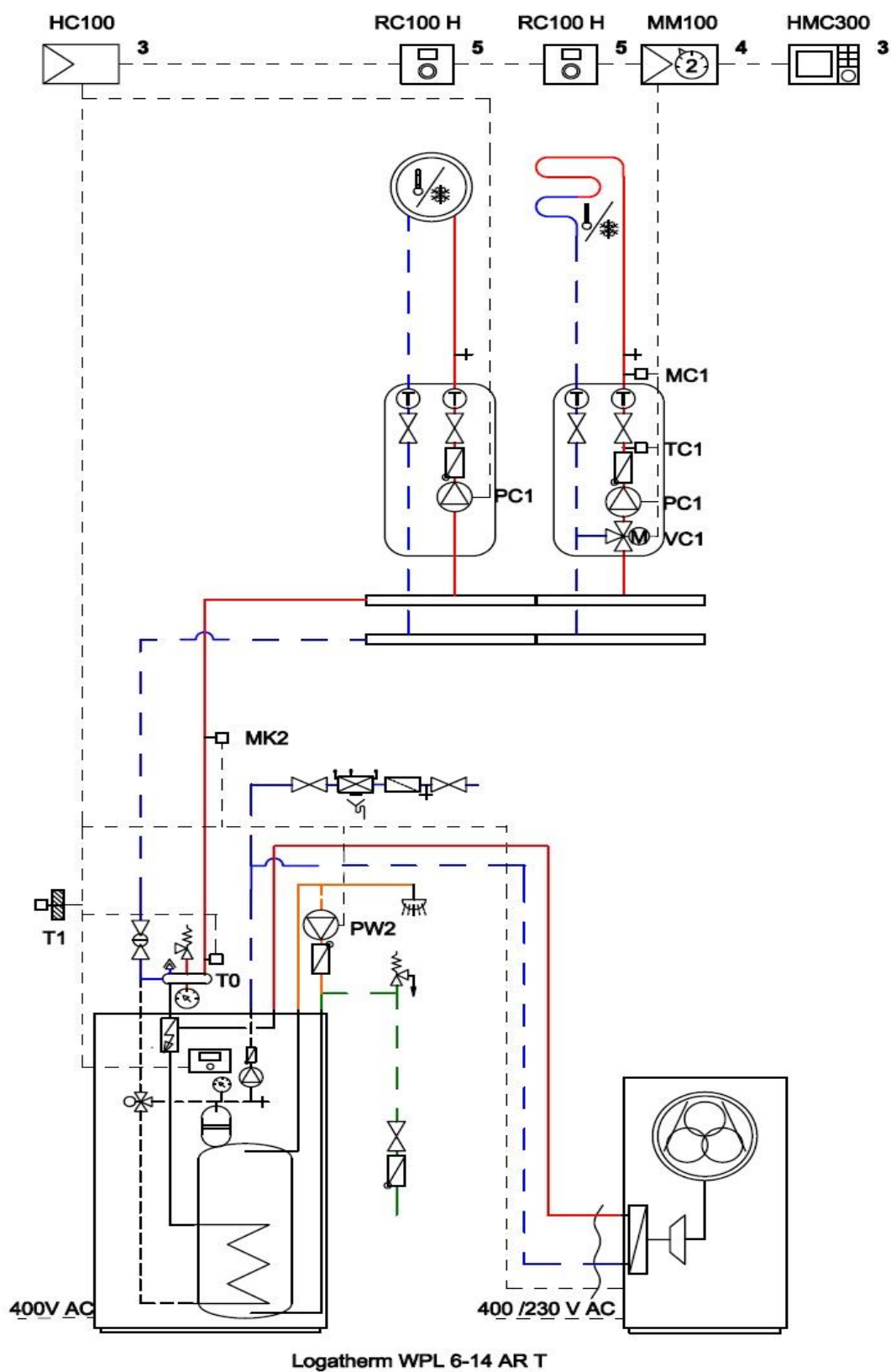
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

Jednostka wewnętrzna wyposażona jest w zasobnik ciepłej wody. W systemie monoenergetycznym jednostka wyposażona jest w grzałkę elektryczną, która pozwala dogrzewać wodę w przypadku kiedy pompa ciepła nie jest w stanie zapewnić zapotrzebowania na ciepło w budynku. W tym rozwiązaniu grzałka zasilana jest bezpośrednio z instalacji elektrycznej. Takie rozwiązanie pozwala na zaspokojenie potrzeb energii cieplnej.

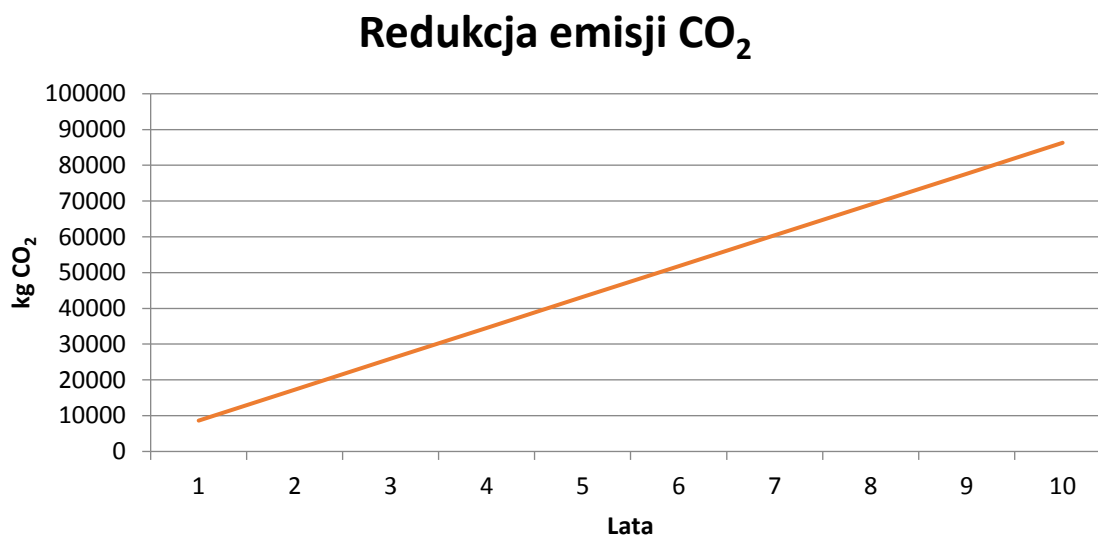
### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



Rys. 2 Przykładowy schemat instalacji powietrznej pompy ciepła typu split  
(źródło: <https://www.buderus.pl>)

## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

### 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

Tabela 4. Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła – jednostka zew	1	szt.
2	Powietrzna pompa ciepła – jednostka wew z zasobnikiem c.w.u. 200 l	1	szt.
3	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		23760 zł	
Wkład własny=		12760 zł	

## **6. Podsumowanie**

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Cehłmińska 74, Czarże  
działka nr 185/1, obręb CZARŻE

Inwestor:

PROJEKT NR 8/PPC/W/2018  
Jacek Frankowski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018



## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	8
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	9

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, której zadaniem będzie przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz pokrycie zapotrzebowania na energię cieplną w budynku mieszkalnym. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie powietrzna pompa ciepła. Instalacja wybranego źródła ciepła ma na celu zminimalizowanie wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia energii cieplnej w budynku na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.



**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### 3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy

Pompa ciepła zostanie zainstalowana w istniejącej kotłowni znajdującej się w budynku mieszkalnym. Urządzenie zostanie podłączone do istniejącej instalacji grzewczej. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono przeciwwskazań do montażu powietrznej pompy ciepła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## 4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła

Powietrzna pompa ciepła stanowić będzie urządzenie, przeznaczone na pokrycie zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania budynku oraz do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu  $-5^{\circ}\text{C}$ . Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń.

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Powietrzna pompa ciepła składać się będzie z dwóch jednostek: zewnętrznej oraz wewnętrznej. Celem jednostki zewnętrznej jest pobieranie powietrza zewnętrznego. Jednostka wewnętrzna zostanie zamontowana w kotłowni lub pomieszczeniu gospodarczym. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy. Instalacja wyposażona będzie również w zasobnik ciepłej wody użytkowej.

Sterownik umożliwia monitorowanie pracy urządzenia. Funkcje sterownika pozwalają na ustawienie takich parametrów jak temperatura instalacji ogrzewania czy ciepłej wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	200 l
2	Moc grzewcza pompy	7 kW

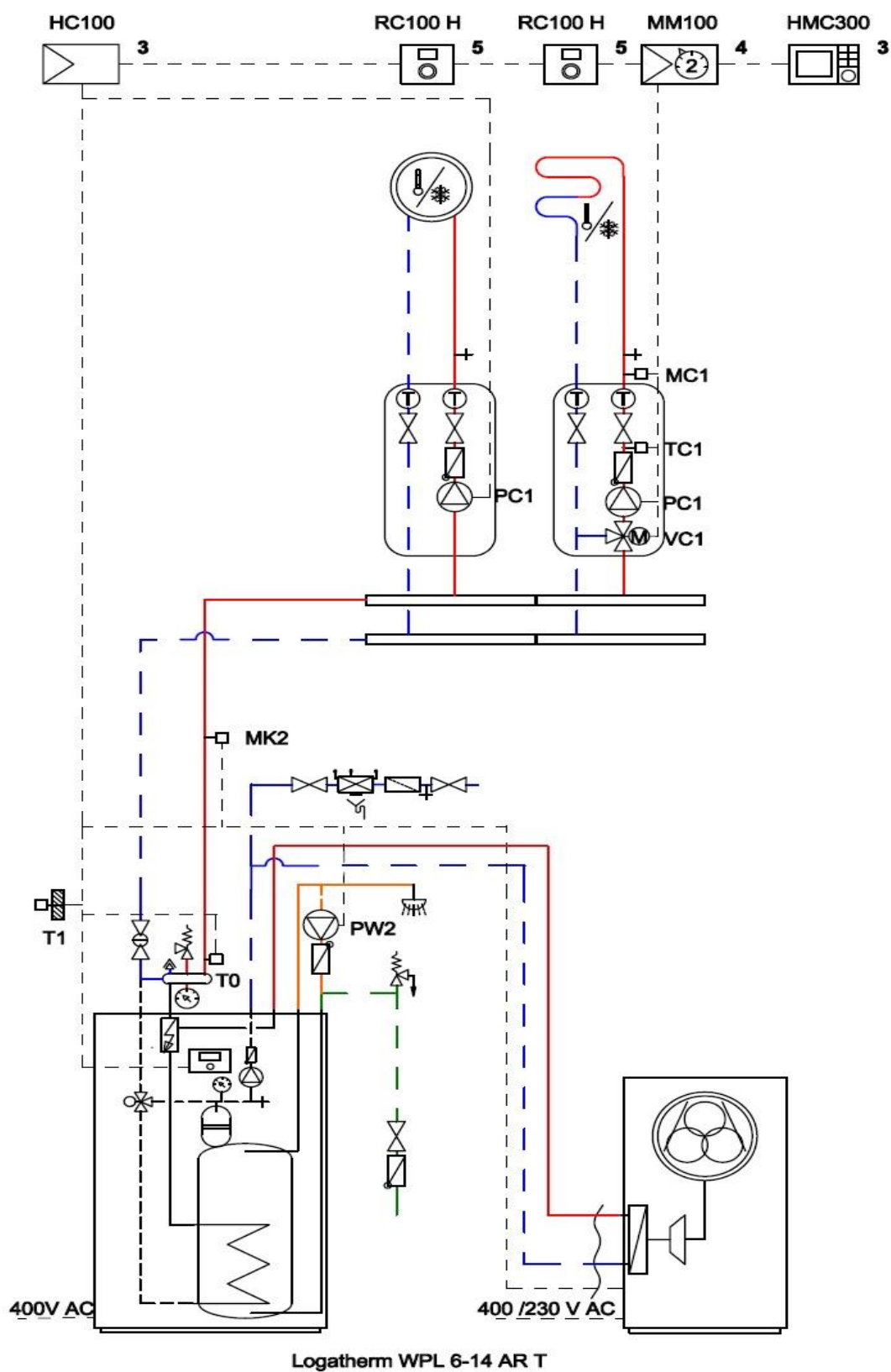
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

Jednostka wewnętrzna wyposażona jest w zasobnik ciepłej wody. W systemie monoenergetycznym jednostka wyposażona jest w grzałkę elektryczną, która pozwala dogrzewać wodę w przypadku kiedy pompa ciepła nie jest w stanie zapewnić zapotrzebowania na ciepło w budynku. W tym rozwiązaniu grzałka zasilana jest bezpośrednio z instalacji elektrycznej. Takie rozwiązanie pozwala na zaspokojenie potrzeb energii cieplnej.

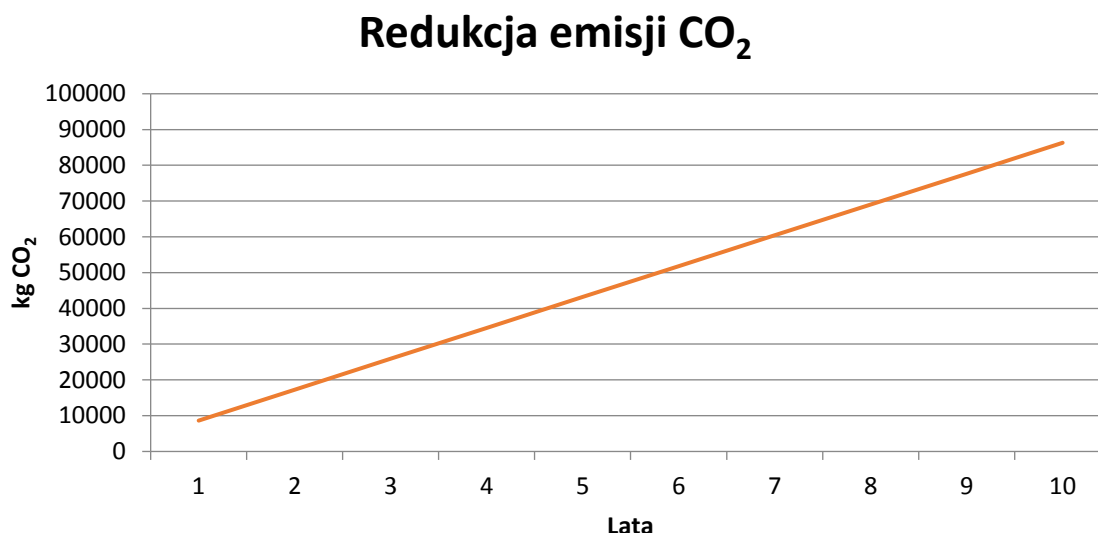
### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



Rys. 2 Przykładowy schemat instalacji powietrznej pompy ciepła typu split  
(źródło: <https://www.buderus.pl>)

## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

### 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

Tabela 4. Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła – jednostka zew	1	szt.
2	Powietrzna pompa ciepła – jednostka wew z zasobnikiem c.w.u. 200 l	1	szt.
3	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		22680 zł	
Wkład własny=		12180 zł	

## **6. Podsumowanie**

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.



Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Reptowo 17, Reptowo  
działka nr 317/21, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

PROJEKT NR 9/PPC/W/2018  
Marek Karwacki

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	8
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	9

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, której zadaniem będzie przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz pokrycie zapotrzebowania na energię cieplną w budynku mieszkalnym. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie powietrzna pompa ciepła. Instalacja wybranego źródła ciepła ma na celu zminimalizowanie wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia energii cieplnej w budynku na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 317/21 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

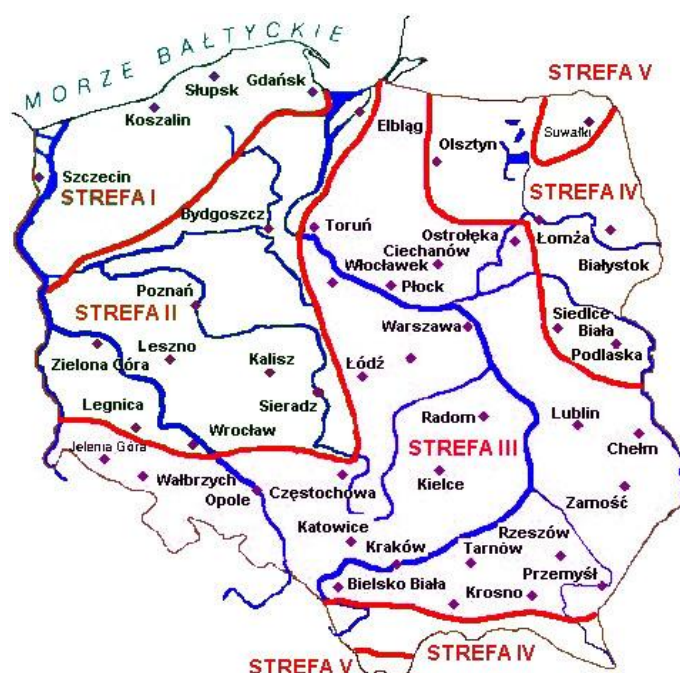
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Reptowo 17
Miejscowość	Reptowo
Nr działki	317/21
Obręb ewidencyjny	OSTROMECKO

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1 Strefy klimatyczne Polski i temperatury obliczeniowe (źródło: <https://www.hvacr.pl/>)

**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### **3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy**

Pompa ciepła zostanie zainstalowana w istniejącej kotłowni znajdującej się w budynku mieszkalnym. Urządzenie zostanie podłączone do istniejącej instalacji grzewczej. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono przeciwwskazań do montażu powietrznej pompy ciepła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## **4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła**

Powietrzna pompa ciepła stanowić będzie urządzenie, przeznaczone na pokrycie zapotrzebowania na energię potrzebną do ogrzania budynku oraz do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń.

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Powietrzna pompa ciepła składać się będzie z dwóch jednostek: zewnętrznej oraz wewnętrznej. Celem jednostki zewnętrznej jest pobieranie powietrza zewnętrznego. Jednostka wewnętrzna zostanie zamontowana w kotłowni lub pomieszczeniu gospodarczym. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy. Instalacja wyposażona będzie również w zasobnik ciepłej wody użytkowej.

Sterownik umożliwia monitorowanie pracy urządzenia. Funkcje sterownika pozwalają na ustawienie takich parametrów jak temperatura instalacji ogrzewania czy ciepłej wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	300 l
2	Moc grzewcza pompy	13 kW

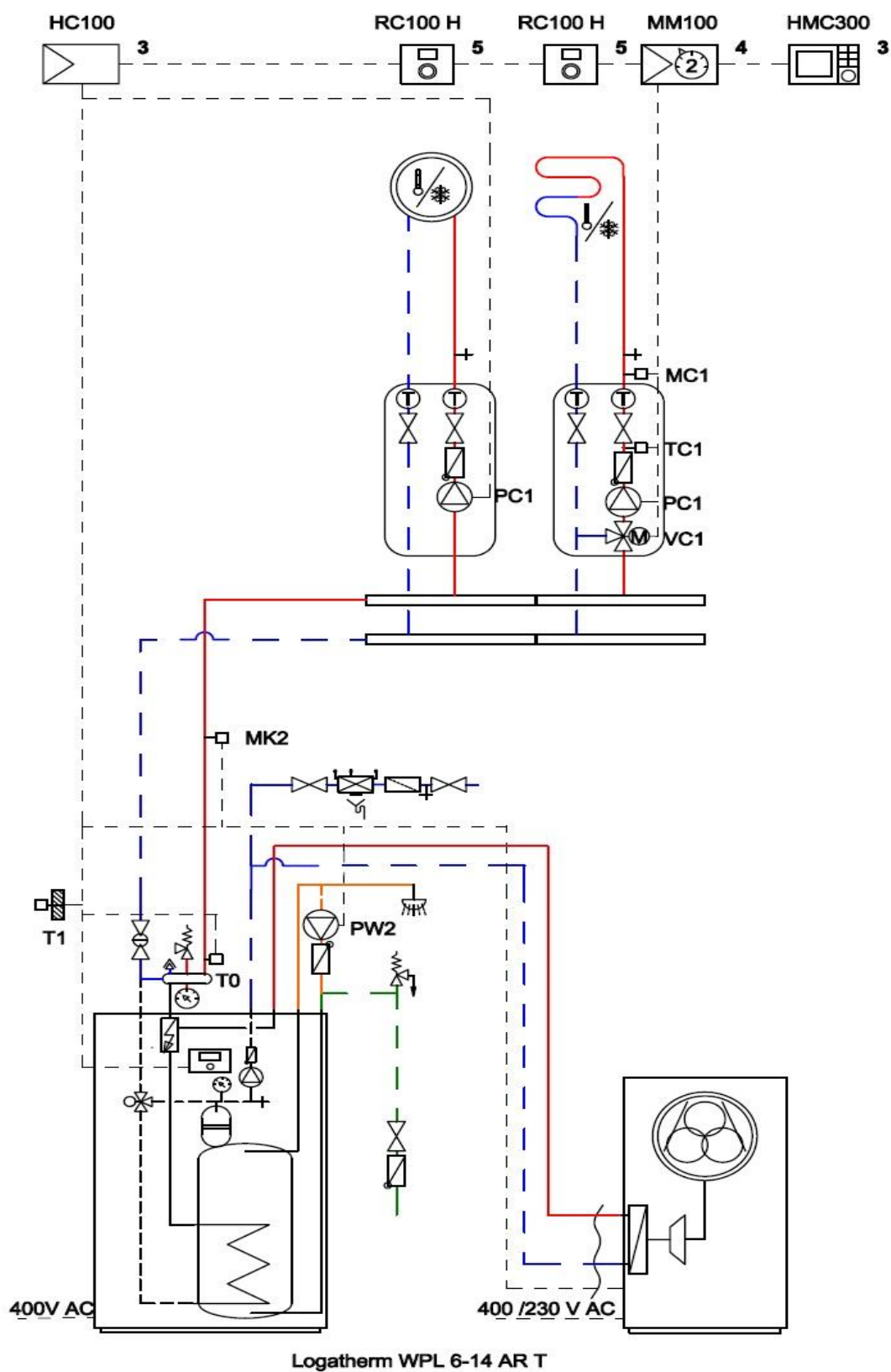
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

Jednostka wewnętrzna wyposażona jest w zasobnik ciepłej wody. W systemie monoenergetycznym jednostka wyposażona jest w grzałkę elektryczną, która pozwala dogrzewać wodę w przypadku kiedy pompa ciepła nie jest w stanie zapewnić zapotrzebowania na ciepło w budynku. W tym rozwiązaniu grzałka zasilana jest bezpośrednio z instalacji elektrycznej. Takie rozwiązanie pozwala na zaspokojenie potrzeb energii cieplnej.

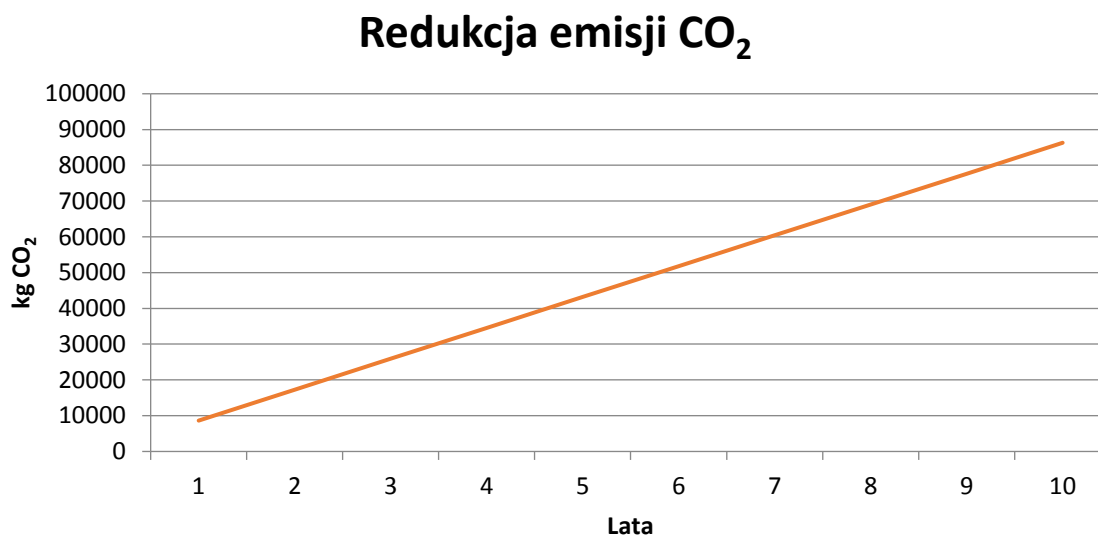
### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



Rys. 2 Przykładowy schemat instalacji powietrznej pompy ciepła typu split  
(źródło: <https://www.buderus.pl>)

## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

### 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

**Tabela 4.** Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła – jednostka zew	1	szt.
2	Powietrzna pompa ciepła – jednostka wew z zasobnikiem c.w.u. 300 l	1	szt.
3	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Rurociągi powietrzne	1	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		32400 zł	
Wkład własny=		17400 zł	



## **6. Podsumowanie**

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Otowicka 2, Otowicka  
działka nr 98/1, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

PROJEKT NR 1/PPC/W/2018  
Sławomir Kurzyński

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	7
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	8

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, których zadaniem będzie wspomaganie przygotowania ciepłej wody użytkowej. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł uniwersalny. Instalacja pompy ma odciążać kocioł w okresach przejściowych, a poza okresem grzewczym w całości ma przejmować zadanie produkcji c.w.u.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia c.w.u. na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji powietrznej pompy ciepła stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawie poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 98/1 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Otowicka 2
Miejscowość	Otowicka
Nr działki	98/1
Obręb ewidencyjny	DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### 3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy

Instalacja zostanie posadowiona w kotłowni budynku mieszkalnego. Instalację należy połączyć ze zbiornikiem dwuwężownicowym, który należy podłączyć do istniejącego kotła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## 4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła

Pompa ciepła PCWU 2,5kW może stanowić samodzielne lub współpracujące z innym źródłem ciepła urządzenie, przeznaczone do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do istniejącego podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń..

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Modułowa budowa pompy ciepła PCWU 2,5kW daje szereg możliwości zastosowania. Współpraca pompy ciepła może odbywać się zarówno z nowym, jak istniejącym w budynku podgrzewaczem wody. W zależności od liczby węzownic podgrzewacza, współpraca pompy ciepła może odbywać się tylko z kotłem grzewczym lub też dodatkowo z instalacją solarną. Zalecana pojemność podgrzewania wody: od 100 do 300 litrów. Pompa ciepła powinna być podłączona nie do węzownicy grzejnej, a podgrzewacze bezpośrednio wodę gromadzoną w podgrzewaczu. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy.

Sterownik umożliwia wybór schematu hydraulicznego instalacji wyposażonej w kocioł gazowy lub stałopalny. Funkcje sterownika pozwalają na współpracę z kotłem w celu optymalizacji kosztów podgrzewania wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców. Złącze komunikacyjne RS485 służy do współpracy ze zdalnym nadzorem pracy przez Internet.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	300 l
2	Moc grzewcza pompy	2,5 kW

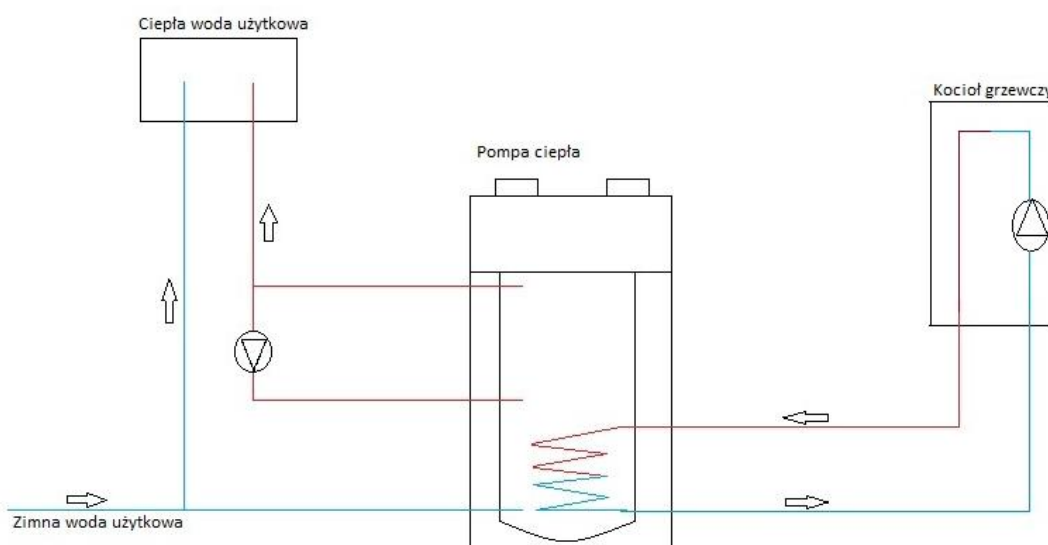
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

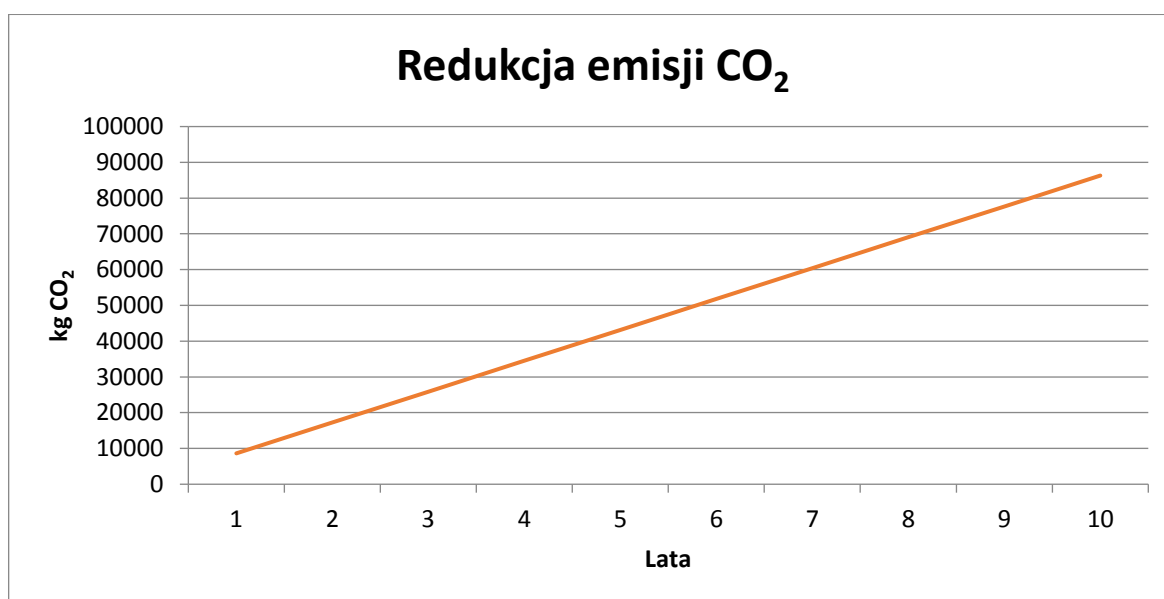
Węzownica grzejna powinna stanowić standardowe wyposażenie pomp ciepła wody użytkowej. Pozwala to na współpracę z instalacją solarną, a w szczególności z konwencjonalnym źródłem ciepła, np. kotłem gazowym lub stałopalnym. Duża powierzchnia oddawania ciepła z węzownicy (1,5 m<sup>2</sup>) zapewnia wydajne podgrzewanie wody.

### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Poza aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>



## 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

**Tabela 4.** Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła o mocy grzewczej min. 2,5 kW	1	szt.
2	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
3	Zasobnik c.w.u. zintegrowany z pompą 300 l	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		8964 zł	
Wkład własny=		4814 zł	

## 6. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Otowicka 30, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 249/3, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

PROJEKT NR 2/PPC/W/2018

Sławomir Dzierzbicki

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	7
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	8

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, których zadaniem będzie wspomaganie przygotowania ciepłej wody użytkowej. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł uniwersalny. Instalacja pompy ma odciążać kocioł w okresach przejściowych, a poza okresem grzewczym w całości ma przejmować zadanie produkcji c.w.u.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia c.w.u. na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji powietrznej pompy ciepła stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawie poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 249/3 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Otowicka 30
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki	249/3
Obręb ewidencyjny	DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### 3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy

Instalacja zostanie posadowiona w kotłowni budynku mieszkalnego. Instalację należy połączyć ze zbiornikiem dwuwężownicowym, który należy podłączyć do istniejącego kotła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## 4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła

Pompa ciepła PCWU 2,5kW może stanowić samodzielne lub współpracujące z innym źródłem ciepła urządzenie, przeznaczone do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do istniejącego podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń..

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Modułowa budowa pompy ciepła PCWU 2,5kW daje szereg możliwości zastosowania. Współpraca pompy ciepła może odbywać się zarówno z nowym, jak istniejącym w budynku podgrzewaczem wody. W zależności od liczby węzownic podgrzewacza, współpraca pompy ciepła może odbywać się tylko z kotłem grzewczym lub też dodatkowo z instalacją solarną. Zalecana pojemność podgrzewania wody: od 100 do 300 litrów. Pompa ciepła powinna być podłączona nie do węzownicy grzejnej, a podgrzewacze bezpośrednio wodę gromadzoną w podgrzewaczu. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy.

Sterownik umożliwia wybór schematu hydraulicznego instalacji wyposażonej w kocioł gazowy lub stałopalny. Funkcje sterownika pozwalają na współpracę z kotłem w celu optymalizacji kosztów podgrzewania wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców. Złącze komunikacyjne RS485 służy do współpracy ze zdalnym nadzorem pracy przez Internet.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	200 l
2	Moc grzewcza pompy	2,5 kW

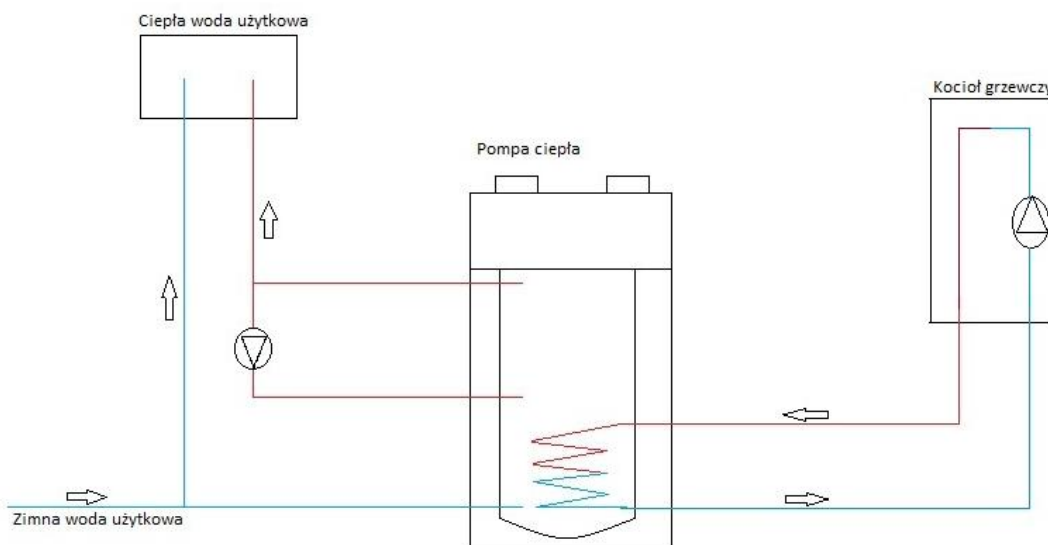
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

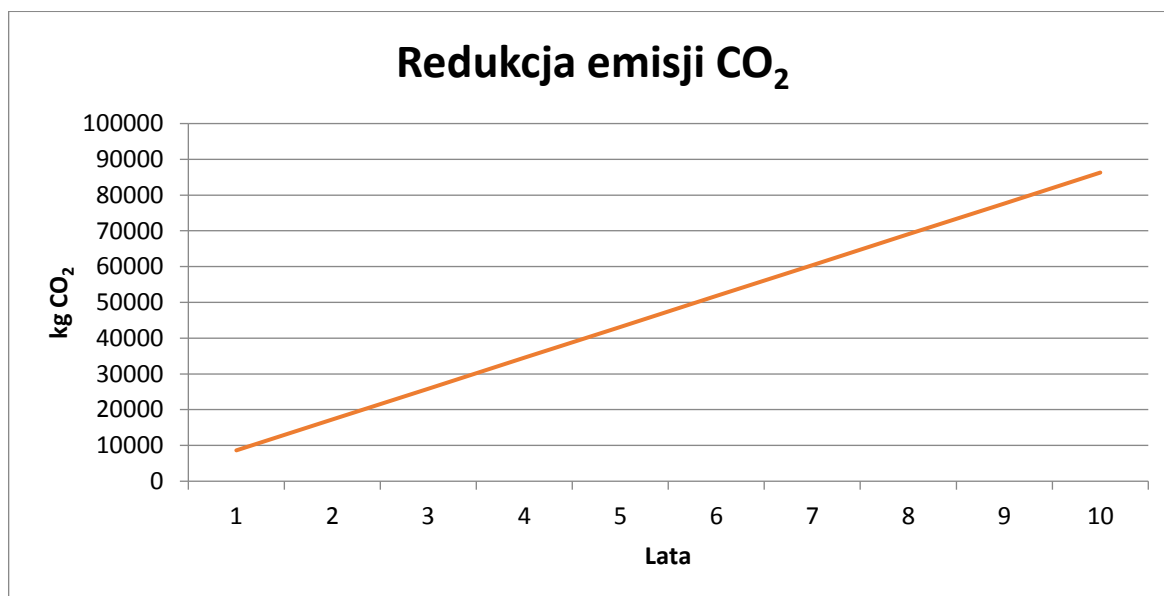
Węzownica grzejna powinna stanowić standardowe wyposażenie pomp ciepła wody użytkowej. Pozwala to na współpracę z instalacją solarną, a w szczególności z konwencjonalnym źródłem ciepła, np. kotłem gazowym lub stałopalnym. Duża powierzchnia oddawania ciepła z węzownicy (1,5 m<sup>2</sup>) zapewnia wydajne podgrzewanie wody.

### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Poócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>



## 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

**Tabela 4.** Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła o mocy grzewczej min. 2,5 kW	1	szt.
2	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
3	Zasobnik c.w.u. zintegrowany z pompą 200 l	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		7020 zł	
Wkład własny=		3770 zł	

## 6. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Chełmińska 6, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 456, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

PROJEKT NR 3/PPC/W/2018

Andrzej Janik

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	7
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	8

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, których zadaniem będzie wspomaganie przygotowania ciepłej wody użytkowej. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł uniwersalny. Instalacja pompy ma odciążać kocioł w okresach przejściowych, a poza okresem grzewczym w całości ma przejmować zadanie produkcji c.w.u.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia c.w.u. na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji powietrznej pompy ciepła stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawie poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 456 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Chełmińska 6
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki	456
Obręb ewidencyjny	DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### 3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy

Instalacja zostanie posadowiona w kotłowni budynku mieszkalnego. Instalację należy połączyć ze zbiornikiem dwuwężownicowym, który należy podłączyć do istniejącego kotła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## 4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła

Pompa ciepła PCWU 2,5kW może stanowić samodzielne lub współpracujące z innym źródłem ciepła urządzenie, przeznaczone do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do istniejącego podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń..

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Modułowa budowa pompy ciepła PCWU 2,5kW daje szereg możliwości zastosowania. Współpraca pompy ciepła może odbywać się zarówno z nowym, jak istniejącym w budynku podgrzewaczem wody. W zależności od liczby węzownic podgrzewacza, współpraca pompy ciepła może odbywać się tylko z kotłem grzewczym lub też dodatkowo z instalacją solarną. Zalecana pojemność podgrzewania wody: od 100 do 300 litrów. Pompa ciepła powinna być podłączona nie do węzownicy grzejnej, a podgrzewacze bezpośrednio wodę gromadzoną w podgrzewaczu. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy.

Sterownik umożliwia wybór schematu hydraulicznego instalacji wyposażonej w kocioł gazowy lub stałopalny. Funkcje sterownika pozwalają na współpracę z kotłem w celu optymalizacji kosztów podgrzewania wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców. Złącze komunikacyjne RS485 służy do współpracy ze zdalnym nadzorem pracy przez Internet.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	300 l
2	Moc grzewcza pompy	2,5 kW

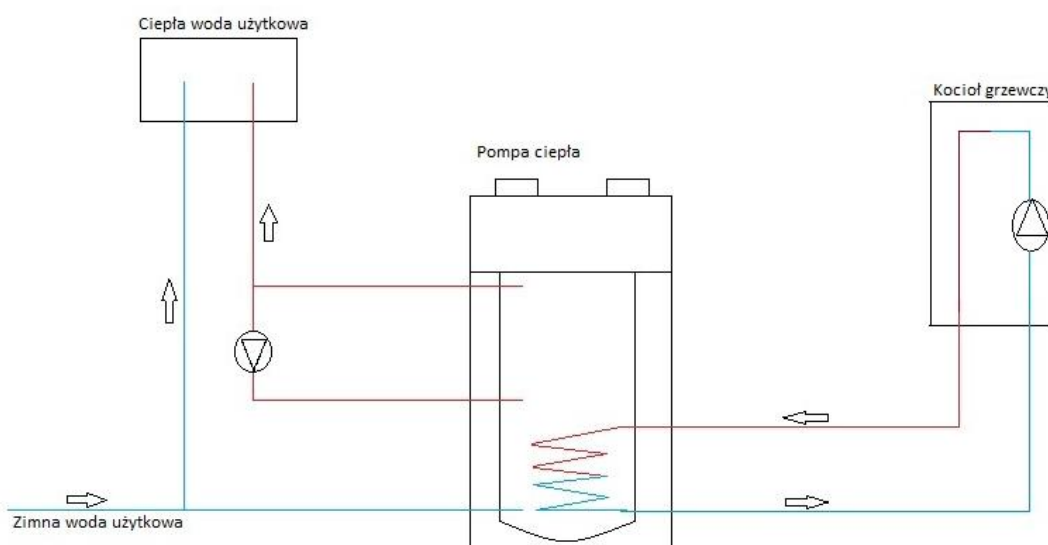
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

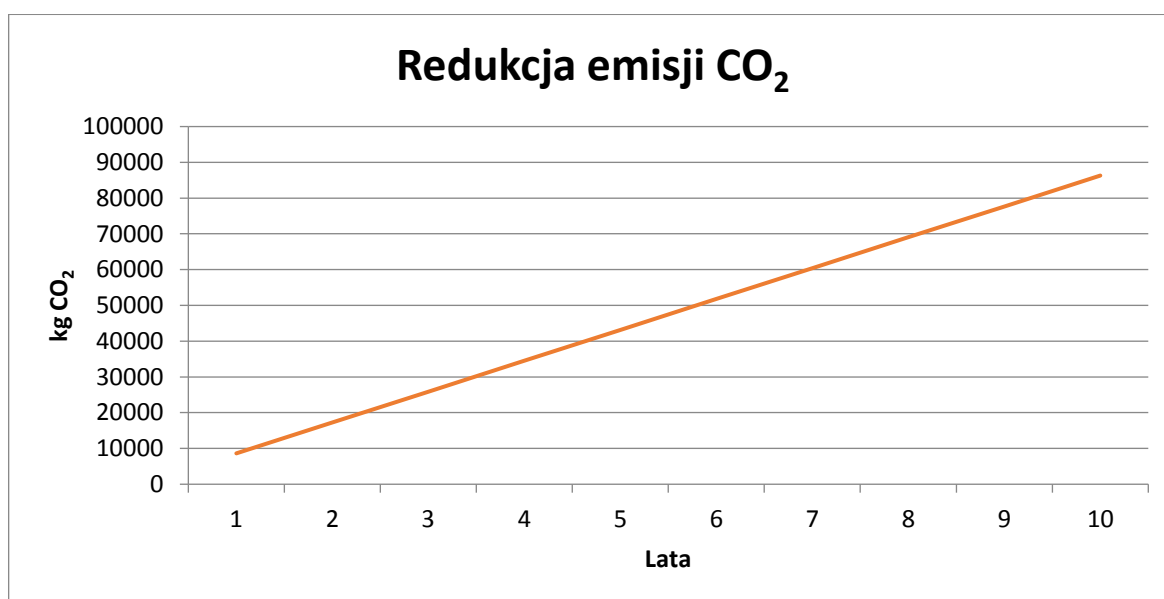
Węzownica grzejna powinna stanowić standardowe wyposażenie pomp ciepła wody użytkowej. Pozwala to na współpracę z instalacją solarną, a w szczególności z konwencjonalnym źródłem ciepła, np. kotłem gazowym lub stałopalnym. Duża powierzchnia oddawania ciepła z węzownicy (1,5 m<sup>2</sup>) zapewnia wydajne podgrzewanie wody.

### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>



## 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

**Tabela 4.** Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła o mocy grzewczej min. 2,5 kW	1	szt.
2	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
3	Zasobnik c.w.u. zintegrowany z pompą 300 l	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		8964 zł	
Wkład własny=		4814 zł	

## 6. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Malinowa 41, Ostromecko  
działka nr 459 I 471, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

PROJEKT NR 4/PPC/W/2018  
Krzysztof Buko

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	5
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	7
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	8

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, których zadaniem będzie wspomaganie przygotowania ciepłej wody użytkowej. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł uniwersalny. Instalacja pompy ma odciążać kocioł w okresach przejściowych, a poza okresem grzewczym w całości ma przejmować zadanie produkcji c.w.u.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia c.w.u. na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji powietrznej pompy ciepła stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawie poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 459 I 471 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO  
Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Malinowa 41
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki	459 I 471
Obręb ewidencyjny	OSTROMECKO

### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1 Strefy klimatyczne Polski i temperatury obliczeniowe (źródło: <https://www.hvacr.pl>)

**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### 3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy

Instalacja zostanie posadowiona w kotłowni budynku mieszkalnego. Instalację należy połączyć ze zbiornikiem dwuwężownicowym, który należy podłączyć do istniejącego kotła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## 4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła

Pompa ciepła PCWU 2,5kW może stanowić samodzielne lub współpracujące z innym źródłem ciepła urządzenie, przeznaczone do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do istniejącego podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń..

### 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Modułowa budowa pompy ciepła PCWU 2,5kW daje szereg możliwości zastosowania. Współpraca pompy ciepła może odbywać się zarówno z nowym, jak istniejącym w budynku podgrzewaczem wody. W zależności od liczby wężownic podgrzewacza, współpraca pompy

ciepła może odbywać się tylko z kotłem grzewczym lub też dodatkowo z instalacją solarną. Zalecana pojemność podgrzewania wody: od 100 do 300 litrów. Pompa ciepła powinna być podłączona nie do węzownicy grzejnej, a podgrzewacze bezpośrednio wodę gromadzoną w podgrzewaczu. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy.

Sterownik umożliwia wybór schematu hydraulicznego instalacji wyposażonej w kocioł gazowy lub stałopalny. Funkcje sterownika pozwalają na współpracę z kotłem w celu optymalizacji kosztów podgrzewania wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców. Złącze komunikacyjne RS485 służy do współpracy ze zdalnym nadzorem pracy przez Internet.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	300 l
2	Moc grzewcza pompy	2,5 kW

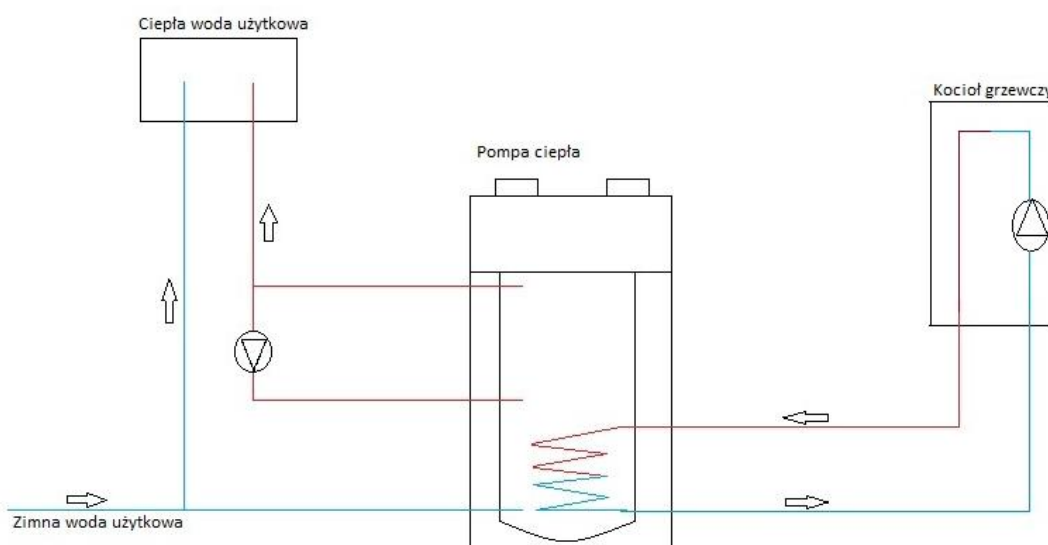
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

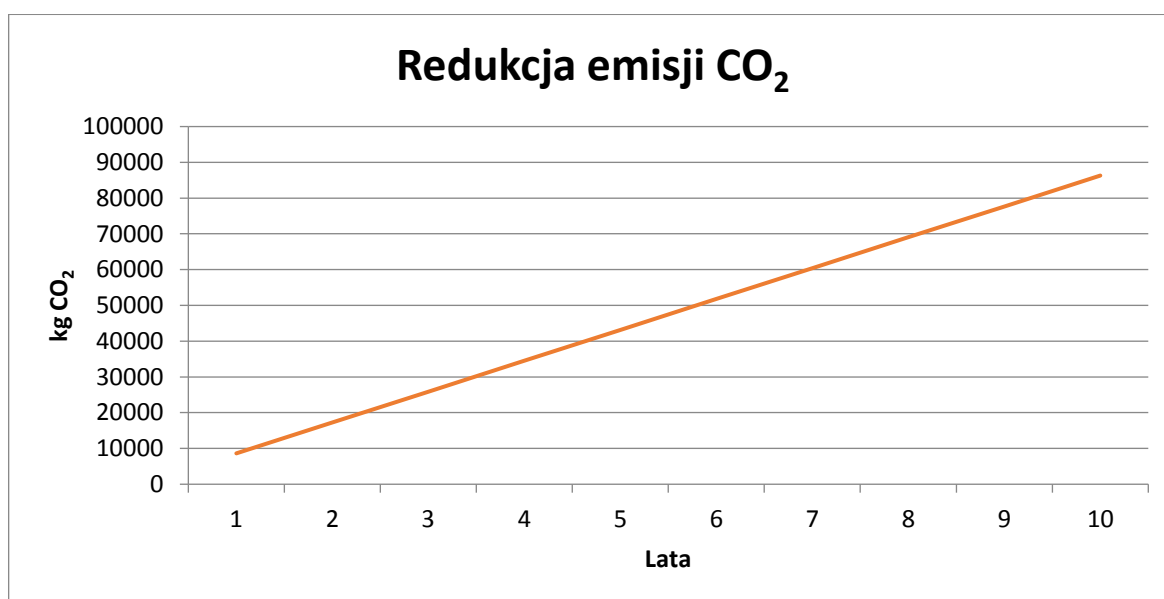
Węzownica grzejna powinna stanowić standardowe wyposażenie pomp ciepła wody użytkowej. Pozwala to na współpracę z instalacją solarną, a w szczególności z konwencjonalnym źródłem ciepła, np. kotłem gazowym lub stałopalnym. Duża powierzchnia oddawania ciepła z węzownicy (1,5 m<sup>2</sup>) zapewnia wydajne podgrzewanie wody.

### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Poza aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>



## 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

**Tabela 4.** Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła o mocy grzewczej min. 2,5 kW	1	szt.
2	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
3	Zasobnik c.w.u. zintegrowany z pompą 300 l	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		8964 zł	
Wkład własny=		4814 zł	

## 6. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Wiślana 20, Ostromecko  
działka nr 243/15, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

PROJEKT NR 5/PPC/W/2018

Andrzej Meller

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	5
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	7
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	8

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, których zadaniem będzie wspomaganie przygotowania ciepłej wody użytkowej. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł uniwersalny. Instalacja pompy ma odciążać kocioł w okresach przejściowych, a poza okresem grzewczym w całości ma przejmować zadanie produkcji c.w.u.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia c.w.u. na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji powietrznej pompy ciepła stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawie poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 243/15 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

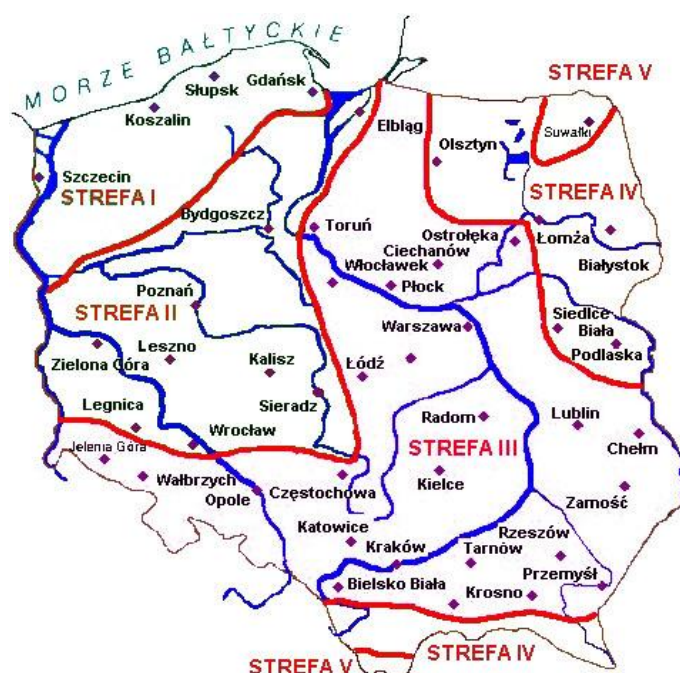
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Wiślana 20
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki	243/15
Obręb ewidencyjny	OSTROMECKO

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1 Strefy klimatyczne Polski i temperatury obliczeniowe (źródło: <https://www.hvacr.pl/>)

**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### **3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy**

Instalacja zostanie posadowiona w kotłowni budynku mieszkalnego. Instalację należy połączyć ze zbiornikiem dwuwężownicowym, który należy podłączyć do istniejącego kotła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## **4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła**

Pompa ciepła PCWU 2,5kW może stanowić samodzielne lub współpracujące z innym źródłem ciepła urządzenie, przeznaczone do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do istniejącego podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń..

### **4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji**

Modułowa budowa pompy ciepła PCWU 2,5kW daje szereg możliwości zastosowania. Współpraca pompy ciepła może odbywać się zarówno z nowym, jak istniejącym w budynku podgrzewaczem wody. W zależności od liczby wężownic podgrzewacza, współpraca pompy

ciepła może odbywać się tylko z kotłem grzewczym lub też dodatkowo z instalacją solarną. Zalecana pojemność podgrzewania wody: od 100 do 300 litrów. Pompa ciepła powinna być podłączona nie do węzownicy grzejnej, a podgrzewacze bezpośrednio wodę gromadzoną w podgrzewaczu. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy.

Sterownik umożliwia wybór schematu hydraulicznego instalacji wyposażonej w kocioł gazowy lub stałopalny. Funkcje sterownika pozwalają na współpracę z kotłem w celu optymalizacji kosztów podgrzewania wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców. Złącze komunikacyjne RS485 służy do współpracy ze zdalnym nadzorem pracy przez Internet.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	300 l
2	Moc grzewcza pompy	2,5 kW

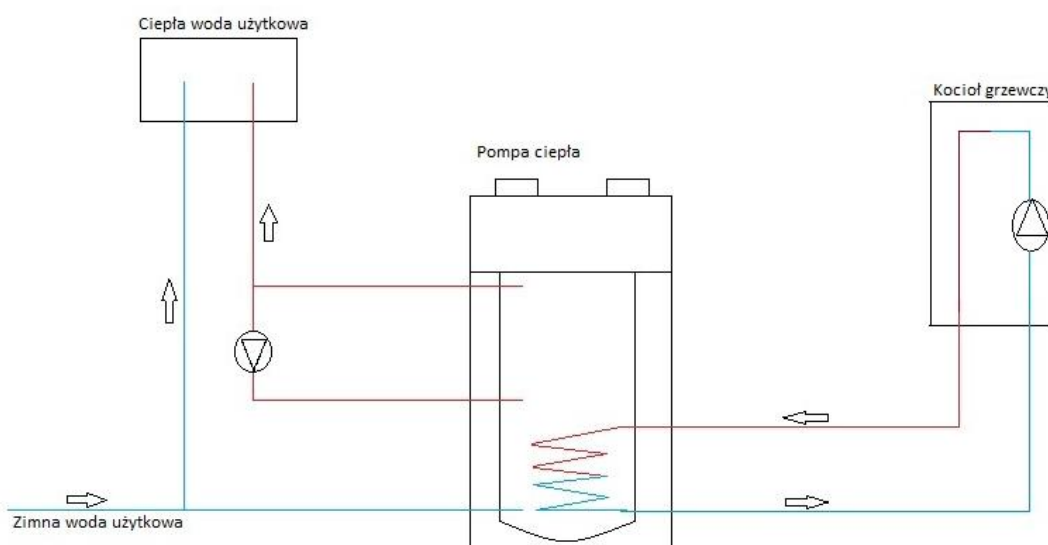
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

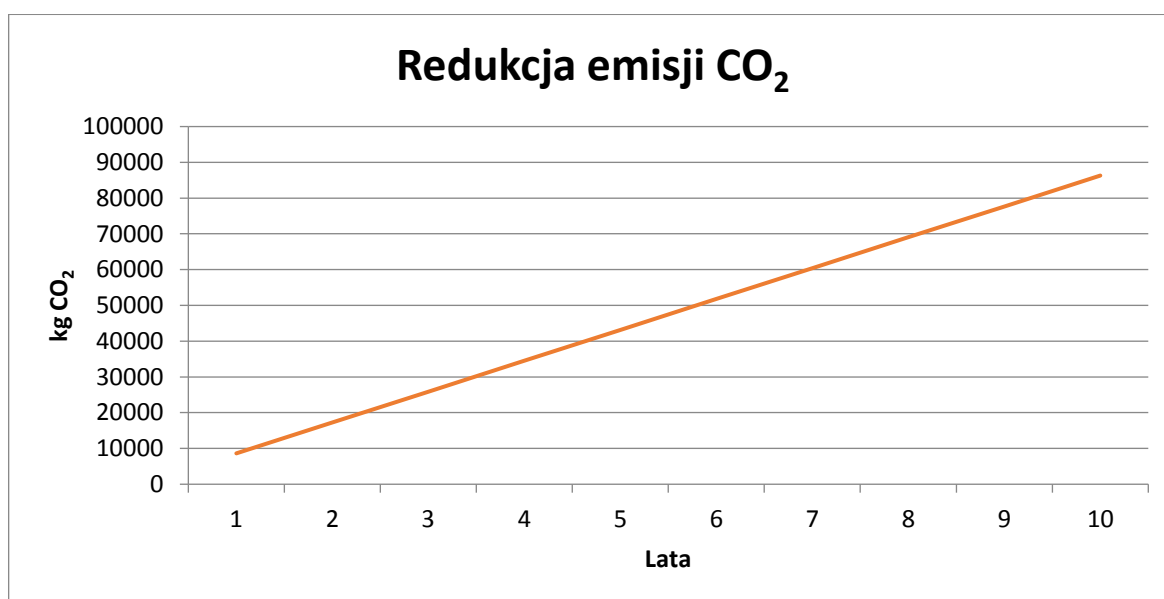
Węzownica grzejna powinna stanowić standardowe wyposażenie pomp ciepła wody użytkowej. Pozwala to na współpracę z instalacją solarną, a w szczególności z konwencjonalnym źródłem ciepła, np. kotłem gazowym lub stałopalnym. Duża powierzchnia oddawania ciepła z węzownicy (1,5 m<sup>2</sup>) zapewnia wydajne podgrzewanie wody.

### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Poza aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>



## 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

**Tabela 4.** Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła o mocy grzewczej min. 2,5 kW	1	szt.
2	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
3	Zasobnik c.w.u. zintegrowany z pompą 300 l	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		8964 zł	
Wkład własny=		4814 zł	

## 6. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT INSTALACJI POWIETRZNEJ POMPY CIEPŁA

Obiekt:

Budynek jednorodzinny  
ul. Otowicka 9, Dąbrowa Chełmińska  
działka nr 236/6, obręb DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

Inwestor:

PROJEKT NR 6/PPC/W/2018

Jerzy Tronowski

Jednostka projektowa:

Opis:	Projektant:	Podpis:
Jednostka projektowa:	Grupa GlobalECO	Ul. Słoneczna 47, 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła.....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	6
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła .....	7
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	7
5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia .....	8
6. Podsumowanie .....	8

## **1. Cel instalacji systemu powietrznej pompy ciepła**

Celem projektu jest montaż powietrznej pompy ciepła, których zadaniem będzie wspomaganie przygotowania ciepłej wody użytkowej. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł uniwersalny. Instalacja pompy ma odciążać kocioł w okresach przejściowych, a poza okresem grzewczym w całości ma przejmować zadanie produkcji c.w.u.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia c.w.u. na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji powietrznej pompy ciepła stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawie poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 236/6 w obrębie ewidencyjnym DĄBROWA CHEŁMIŃSKA. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Otowicka 9
Miejscowość	Dąbrowa Chełmińska
Nr działki	236/6
Obręb ewidencyjny	DĄBROWA CHEŁMIŃSKA

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



**Tabela 2.** Projektowa temperatura zewnętrzna i średnia roczna temperatura zewnętrzna

Strefa klimatyczna	Projektowa temperatura zewnętrzna, °C	Średnia roczna temperatura zewnętrzna, °C
I	-16	7,7
II	-18	7,9
III	-20	7,6
IV	-22	6,9
V	-24	5,5

### 3.3 Miejsce montażu pompy, system montażowy

Instalacja zostanie posadowiona w kotłowni budynku mieszkalnego. Instalację należy połączyć ze zbiornikiem dwuwężownicowym, który należy podłączyć do istniejącego kotła. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność obecnej instalacji.

## 4. Koncepcja systemu powietrznej pompy ciepła

Pompa ciepła PCWU 2,5kW może stanowić samodzielne lub współpracujące z innym źródłem ciepła urządzenie, przeznaczone do podgrzewania ciepłej wody użytkowej. Samodzielnie jest w stanie pokrywać typowe potrzeby w budynku mieszkalnym lub większej ilości osób w budynku biurowym itp. Znajduje częste zastosowanie w budynkach modernizowanych, gdzie zostaje podłączona do istniejącego podgrzewacza wody. Pompa ciepła może pracować przez większą część roku, ekonomicznie do temperatury zewnętrznej rzędu -5°C. Jest przeznaczona do zabudowy wewnątrz budynku, najczęściej miejscem zabudowy jest pomieszczenie gospodarcze lub piwnica. Króćce powietrzne pozwalają na podłączenie przewodów wentylacyjnych dla pracy niezależnej od powietrza w pomieszczeniu, a także dla okresowego chłodzenia pomieszczeń..

## 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Modułowa budowa pompy ciepła PCWU 2,5kW daje szereg możliwości zastosowania. Współpraca pompy ciepła może odbywać się zarówno z nowym, jak istniejącym w budynku podgrzewaczem wody. W zależności od liczby węzownic podgrzewacza, współpraca pompy ciepła może odbywać się tylko z kotłem grzewczym lub też dodatkowo z instalacją solarną. Zalecana pojemność podgrzewania wody: od 100 do 300 litrów. Pompa ciepła powinna być podłączona nie do węzownicy grzejnej, a podgrzewacze bezpośrednio wodę gromadzoną w podgrzewaczu. Zapewnia to wysoką efektywność i wydajność pracy.

Sterownik umożliwia wybór schematu hydraulicznego instalacji wyposażonej w kocioł gazowy lub stałopalny. Funkcje sterownika pozwalają na współpracę z kotłem w celu optymalizacji kosztów podgrzewania wody użytkowej. Ekran tekstowy zwiększa wygodę korzystania z poszerzonego zakresu nastaw i odczytów stanów pracy. Funkcje czasowe pozwalają dostosować pracę pompy ciepła, a także pompy cyrkulacyjnej wody użytkowej do potrzeb mieszkańców. Złącze komunikacyjne RS485 służy do współpracy ze zdalnym nadzorem pracy przez Internet.

**Tabela 3.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Zasobnik c.w.u.	300 l
2	Moc grzewcza pompy	2,5 kW

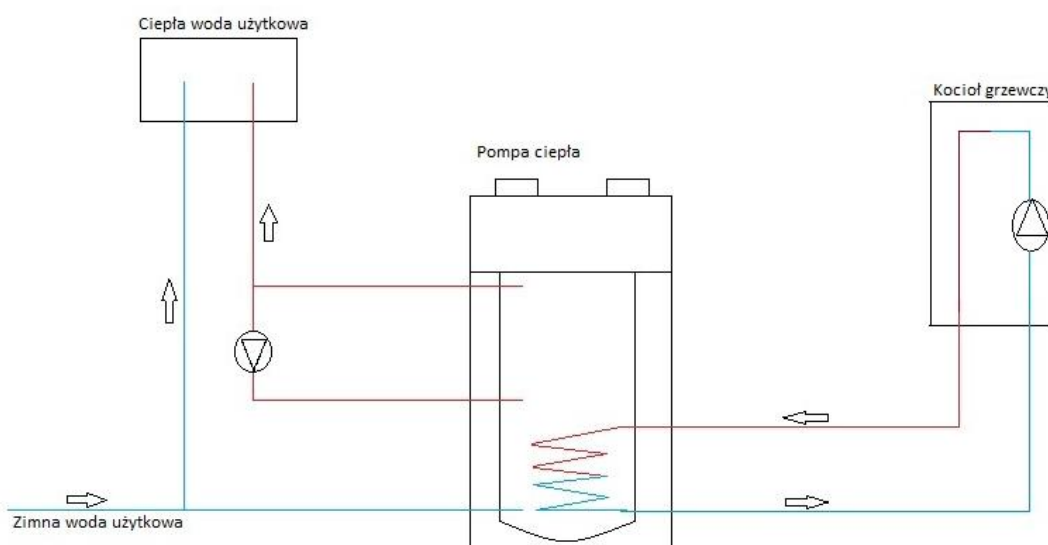
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Pompa ciepła powinna być wyposażona w króćce powietrza DN160 mm. Dzięki temu możliwe jest niezależne zasysanie powietrza z zewnątrz budynku (np. przy małej kubaturze pomieszczenia). Możliwe jest także usuwanie schłodzonego powietrza na zewnątrz budynku lub do innego pomieszczenia, w celu jego okresowego chłodzenia. Do dyspozycji pozostają pojedyncze elementy lub kompletne zestawy wentylacyjne.

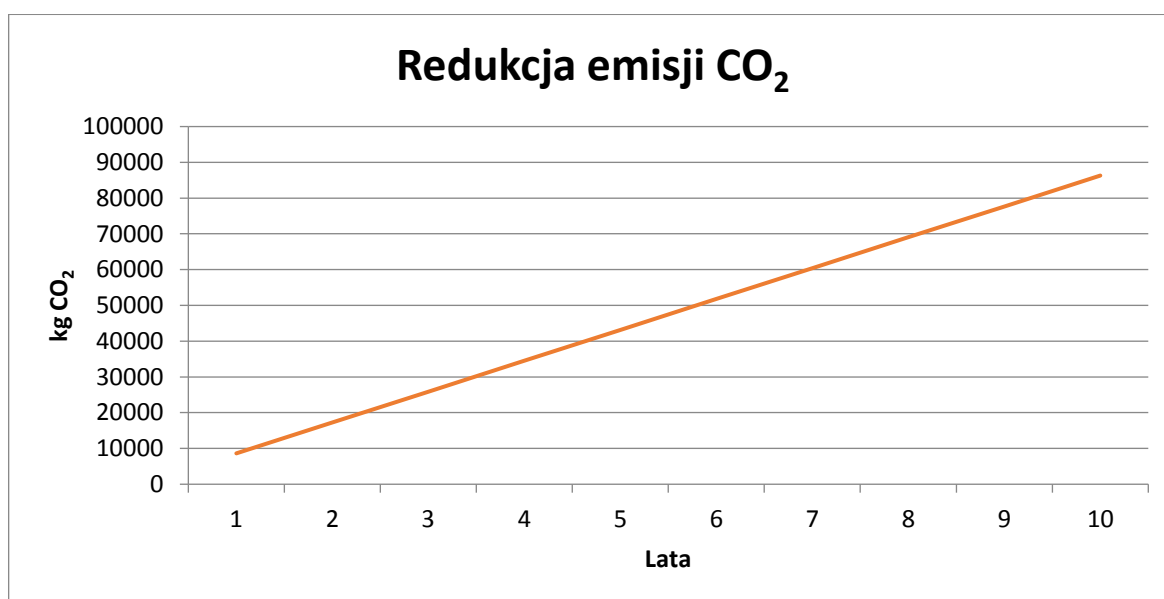
Węzownica grzejna powinna stanowić standardowe wyposażenie pomp ciepła wody użytkowej. Pozwala to na współpracę z instalacją solarną, a w szczególności z konwencjonalnym źródłem ciepła, np. kotłem gazowym lub stałopalnym. Duża powierzchnia oddawania ciepła z węzownicy (1,5 m<sup>2</sup>) zapewnia wydajne podgrzewanie wody.

### 4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja pompy ciepła ma również znaczny wpływ na środowisko. Produkcja ciepłej wody użytkowej w instalacji z powietrzną pompą ciepła pozwala na odciążenie istniejącego kotła, co w konsekwencji przekłada się na mniejsze zużycie paliwa oraz redukcję emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>



## 5.1 Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

**Tabela 4.** Kosztorys wykonania instalacji powietrznej pompy ciepła.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Powietrzna pompa ciepła o mocy grzewczej min. 2,5 kW	1	szt.
2	Zestaw przyłączeniowy pompy	1	kpl.
3	Zasobnik c.w.u. zintegrowany z pompą 300 l	1	kpl.
4	Drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
5	Kanały powietrzne	2	kpl.
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż instalacji	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		8964 zł	
Wkład własny=		4814 zł	

## 6. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY INSTALACJI SOLARNEJ

Obiekt:

PROJEKT NR 1/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Okrężna 22, Gzin  
działka nr 260/4, obręb GZIN GÓRNY

Inwestor:

Józefa Jakubowska

Jednostka projektowa:

Jednostka projektowa	Adres:
Grupa GlobalECO	ul. Słoneczna 47 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu solarnego.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu kolektorów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu solarnego .....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	11
4.5 Uruchomienie i próby instalacji.....	11
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	11
6. Analiza ekonomiczna inwestycji.....	12
7. Oferta na budowę instalacji w opraciu o proponowane urządzenia .....	13
8. Podsumowanie .....	13

## **1. Cel instalacji systemu solarnego**

Celem projektu jest montaż zestawu kolektorów słonecznych, których zadaniem będzie wspomaganie przygotowania ciepłej wody użytkowej. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł uniwersalny. Instalacja solarna ma odciążać kocioł w okresach przejściowych, a poza okresem grzewczym w całości ma przejmować zadanie produkcji c.w.u. Kolektory będą zwrócone w kierunku południowym aby zmaksymalizować ich uzysk.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia c.w.u. na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji solarnej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 260/4 w obrębie ewidencyjnym GZIN GÓRNY Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci, na której planowany jest montaż instalacji solarnej .

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

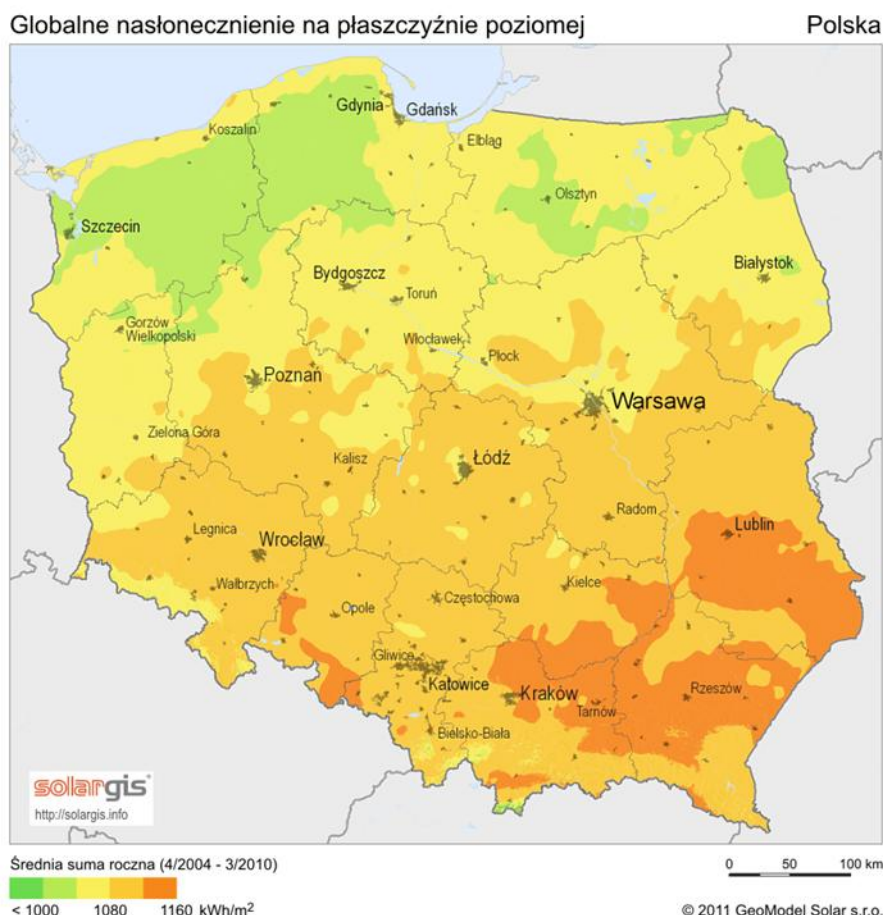
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Okrężna 22
Miejscowość	Gzin
Nr działki	260/4
Obręb ewidencyjny	GZIN GÓRNY
Miejsce montażu	Dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez kolektory

### 3.3 Miejsce montażu kolektorów, system montażowy

Instalacja zostanie posadowiona na dachu budynku mieszkalnego. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do montażu instalacji na dachu. Z budynku wyprowadzone zostaną na etapie montażu rurociągi przystosowane do współpracy z instalacją solarną. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność pokrycia dachowego.

Miejsce montażu powinno pozwalać na optymalną, niezacienioną ekspozycję kolektora słonecznego. Optymalny kąt pochylenia względem poziomu to zakres od 30 do 45 stopni, kąt ten jest powinien być zbliżony do 45 stopni.

## 4. Koncepcja systemu solarnego

Instalacja solarna projektowana jest w celu minimalizacji prognozowanych kosztów przygotowanie ciepłej wody użytkowej przy wykorzystaniu kotła węglowego.

System solarny został dobrany na podstawie ankiety wypełnionej przez właściciela budynku, wizji lokalnej na obiekcie, materiałów technicznych oraz pracowni własnych.

Instalacja kolektorów słonecznych składa się z następujących głównych elementów:

- próżniowy kolektor słoneczny,
- konstrukcja nośna,
- przewody solarne w otulinie,
- grupa pompowa, grupa bezpieczeństwa, sterownik solarny
- naczynie zbiorcze,
- zasobnik wody dwuwężownicowy.

Do wykonania inwestycji mogą być stosowane wyroby producentów krajowych lub zagranicznych. Wszystkie materiały użyte do wykonania instalacji muszą być zgodne z Ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych oraz posiadać aktualne polskie aprobaty techniczne lub odpowiadać Polskim Normom. Odbiór techniczny materiałów będzie dokonywany według wymagań Inspektora Nadzoru. W przypadku braku takich dokumentów niezbędne jest uzyskanie certyfikatu dopuszczającego dany wyrób do jednostkowego stosowania, obowiązek uzyskania takiego certyfikatu leży po stronie Wykonawcy.

#### **4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji**

Głównymi elementami zestawu solarnego są kolektory słoneczne o pow.  $5,7 \text{ m}^2$  oraz zbiornik ciepłej wody użytkowej o pojemności  $300 \text{ dm}^3$ , których dobór opierał się na obliczeniach opartych na założeniach przedstawionych przez inwestora. Wszystkie obliczenia zawarte zostały poniżej.

##### **4.1.1. Kolektory słoneczne**

Kolektory są to urządzenia do przemiany energii promieniowania słonecznego na energię cieplną nośnika. Kolektory należy montować zgodnie z instrukcją producenta. Baterię solarną należy skierować płaszczyzną w kierunku południowym.

Minimalne parametry techniczne, jakie muszą posiadać zastosowane kolektory słoneczne:

- powierzchnia brutto  $< 2,0 \text{ m}^2$ ,
- sprawność optyczna  $> 75\%$ ,
- współczynnik strat ciepła  $< 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,
- współczynnik strat ciepła  $< 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,

##### **4.1.2. Zestaw przyłączeniowy kolektorów słonecznych z odpowietrznikiem**

Jest to zestaw umożliwiający kompletny montaż i połączenie dwóch lub więcej kolektorów z rurami instalacyjnymi o średnicy odpowiadającej konstrukcji i wymogom danej instalacji. Odpowietrznik przeznaczony jest do usuwania z czynnika grzewczego pęcherzy i

mikropęcherzy powietrza, które pojawiły się w wyniku napełniania instalacji i parowania czynnika grzewczego (zjawisko kawitacji).

#### **4.1.3. Zbiornik solarny c.w.u.**

Energia cieplna pozyskiwana z kolektorów słonecznych będzie przekazywana wodzie zgromadzonej w nowoprojektowanym zasobniku. Zasobnik wykonany w technologii z dwoma węzownikami musi umożliwiać współpracę instalacji solarnej z istniejącym źródłem ciepła (np. kocioł gazowy).

Zbiornik zabezpieczony będzie wysokiej jakości powłoką emalii wewnątrz i na zewnątrz zasobnika oraz anodą magnezową. Maksymalne ciśnienie robocze zbiornika min. 6 bar, maksymalna temperatura robocza min. 90°C. Izolację termiczną zbiornika powinna stanowić pianka poliuretanowa o współczynniku przenikania ciepła nie gorszym niż 0,02273 W/mK, która redukuje straty ciepła do minimum oraz zewnętrzny płaszcz typu skay. Wymiennik ciepła z 1 odcinka rury stalowej bez szwów, ciśnienie próbne węzownicy min. 8,5 bar. Zbiornik powinien być zewnętrznie i wewnętrznie emaliowany oraz być wyposażony w króciec umożliwiający podłączenie grzałki elektrycznej. Minimalna powierzchnia węzownic spiralnych dla poszczególnych pojemności zasobnika: 200l – 1,4/1,4m<sup>2</sup>, 300l – 1,6/1,6m<sup>2</sup>, 1000l – 3/3m<sup>2</sup>.

Należy dołączyć do oferty kartę katalogową, autoryzację producenta na montaż zbiorników oraz ważny atest higieniczny.

#### **4.1.4. Grupa pompowa**

Zadaniem pompy obiegu solarnego jest wymuszenie obiegu płynu solarnego między kolektorami słonecznymi, a węzownicą w projektowanym zasobniku.

Należy zastosować grupę pompową składającą się m.in. z następujących elementów:

- przepływomierz pozwalający na regulację przepływu z zaworami napełniającymi i opróżniającymi,
- pompa obiegowa elektroniczna o dobranej na etapie projektowania średnicy nominalnej i wysokości podnoszenia dla poszczególnych obiektów,
- zawór kulowy z termometrem.

#### **4.1.5. Konstrukcja nośna**

Należy stosować dedykowane rozwiązania przeznaczone do montażu próżniowych kolektorów słonecznych. Konstrukcje nośną należy dobrać do rodzaju dachu i jego pokrycia by zapewnić optymalny i bezpieczny montaż kolektorów.

W przypadku montażu na gruncie należy stosować konstrukcje trwale niezwiązane z gruntem.

Konstrukcja powinna składać się z materiałów odpornych na zewnętrzne warunki atmosferyczne, tj. aluminium, stal nierdzewna, stal ocynkowana.



Montaż konstrukcji nośnej powinien być możliwy bez zastosowania sprzętu ciężkiego, wyłącznie z zastosowaniem narzędzi ręcznych i elektronarzędzi.

## 4.2 Wymiarowanie instalacji

Dobowe zapotrzebowanie na energię do przygotowania c.w.u.

$$Q = N_u * m_j * c * \Delta T \text{ [kWh]}$$

gdzie:

$m$  – dobowe zużycie c.w.u. = GZIN GÓRNY [dm<sup>3</sup>],

$c$  – pojemność cieplna wody [Wh/kgK],

$\Delta T$  – różnica temperatur [K].

$N_u$  – liczba użytkowników = 4

$Q = 11,6 \text{ kWh}$

Minimalna powierzchnia czynna kolektora do wspomagania c.w.u.

$$F = \frac{W_p * Q * 365}{(W_w - K) * Q_c}$$

gdzie:

$W_p$  – współczynnik pokrycia c.w.u. w ciągu roku,

$W_w$  – współczynnik wykorzystania c.w.u w ciągu roku,

$K$  – stopień obniżenia sprawności spowodowany niekorzystnym ukierunkowaniem instalacji,

$Q_c$  – nasłonecznienie roczne w miejscu montażu instalacji [kWh/m<sup>2</sup>].

$F = 4,15 \text{ m}^2$

Dla w.w. celów dobrano 3 szt. kolektorów płaskich, każdy o powierzchni 1,9 m<sup>2</sup> każdy.

Dobór pojemności zbiornika

$$V_{ps} = 1,5 * V_{cwu} * n_u * \frac{(T_w - T_k)}{T_{ps} - T_k}$$

Gdzie :

$V_{c.w.u.}$  – dobowe zużycie wody przez jednego użytkownika [ $dm^3$ ]

$N_u$  – liczba użytkowników

$T_w$ - temperatura wody w punkcie poboru [ $^{\circ}C$ ]

$T_k$ - temperatura wody zasilającej [ $^{\circ}C$ ]

$T_{ps}$ - temperatura wody w podgrzewaczu [ $^{\circ}C$ ]

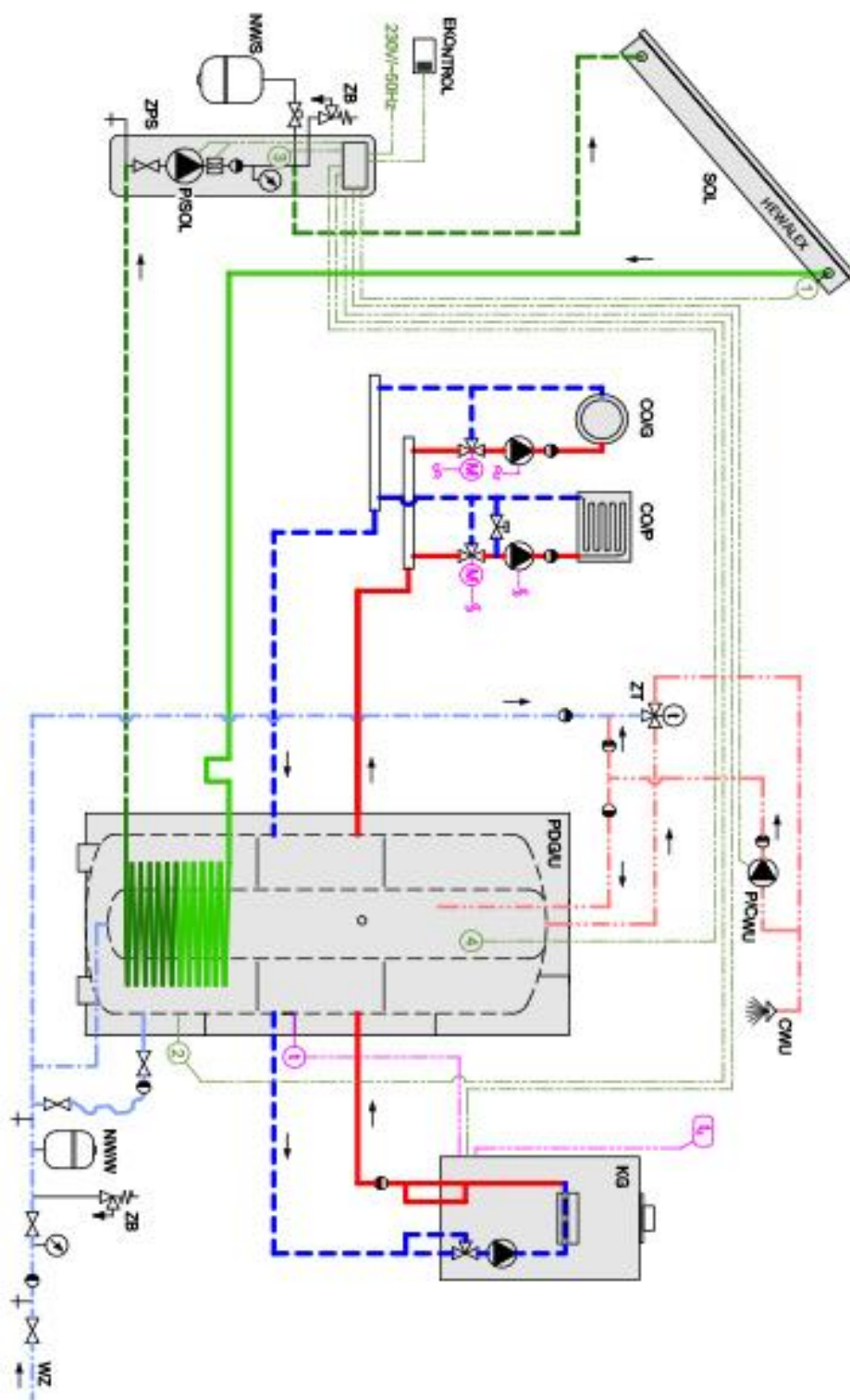
$V_{ps}= 297 \text{ dm}^3$

Na podstawie powyższych wyliczeń dobrano zasobnik C.W.U. o **pojemności 300 l**. Pozostałe elementy składowe zestawu zostały dobrane wedle zaleceń producenta. Założenia oraz wyniki obliczeń przedstawia poniższa tabela (Tabela.2).

**Tabela 2.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Liczba mieszkańców	4
2	Zasobnik c.w.u.	300 l
3	Kierunek świata	południe
4	Powierzchnia instalacji	5,7 m <sup>2</sup>

#### 4.3 Schemat technologiczny instalacji solarnej



#### **4.4 Wskazówki dla wykonawcy instalacji**

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Sterownik wyposażony jest standardowo w 4 czujniki temperatury. Pompa obiegu solarnego włączana jest w zależności od różnicy temperatury między czujnikami  $T_1$  i  $T_2$ . Czujnik  $T_3$  na powrocie pozwala bilansować uzyski ciepła. Sterownik współpracuje z elektronicznym przepływomierzem (w grupie pompowej). Regulacja obrotów pompy obiegowej – stała lub zmienna. Możliwe zastosowanie pompy elektronicznej. Czujnik  $T_4$  umożliwia sterowanie pracą kotła grzewczego w trybie podgrzewania c.w.u. – blokowanie pracy kotła przy osiągniętej temperaturze w górnej strefie podgrzewacza. Blokowanie pracy kotła - za pomocą wejścia sterującego w sterowniku kotła lub podłączenie dodatkowego opornika w obwód pomiaru temperatury c.w.u. przez sterownik kotła. Sterownik o zaawansowanych funkcjach pozwala także na obsługę pracy pompy cyrkulacyjnej c.w.u. oraz podłączenie systemu zdalnego nadzoru. Dodatkowo instalacja kolektorów słonecznych muszą zostać wyposażone w system upustu nadmiaru ciepła z systemu, w przypadku braku odbioru ciepła, aby nie dopuścić do przegrzania czynnika roboczego.

#### **4.5 Uruchomienie i próby instalacji**

Po wykonaniu montażu należy przeprowadzić na otwartych przewodach badanie szczelności instalacji na ciśnienie próbne zgodnie z procedurą przeprowadzania badań szczelności.

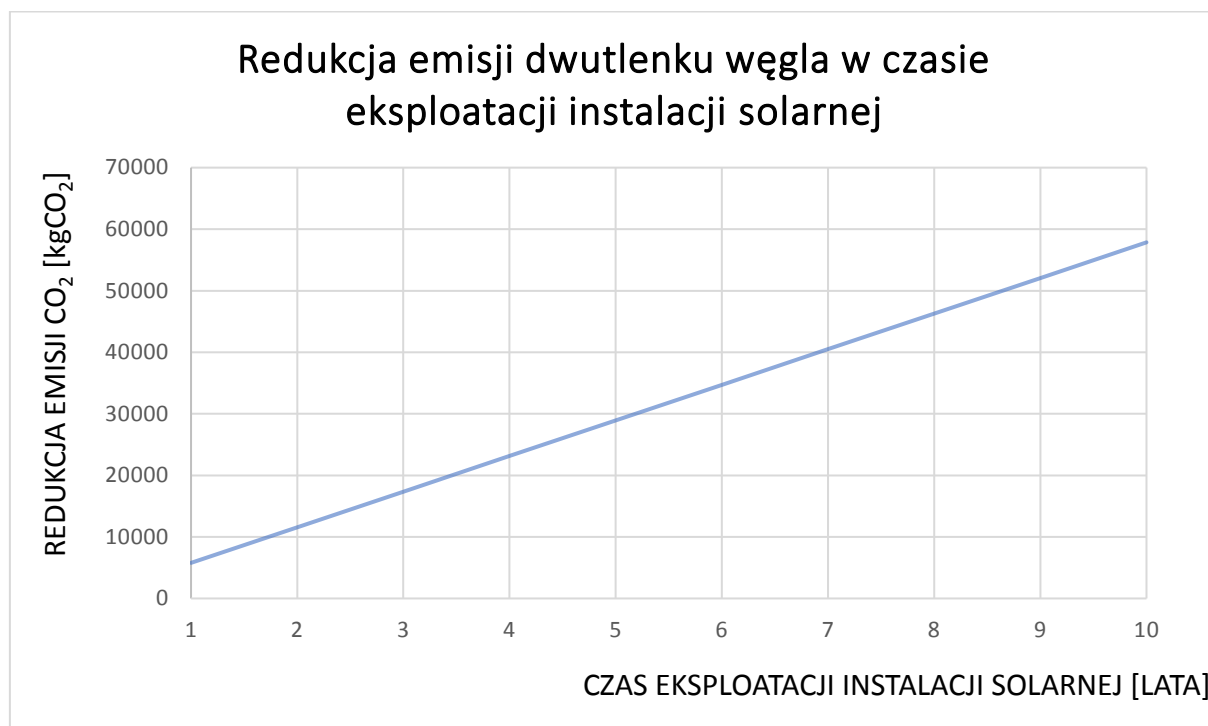
Regulację eksploatacyjną należy przeprowadzać po ustabilizowaniu przepływów czynnika w instalacji.

### **5. Analiza ekologiczna inwestycji**

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja solarna ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację solarną będzie przekazana do podgrzania ciepłej wody użytkowej w budynku. Produkcja energii cieplnej z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii cieplnej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 94,90 kg/GJ) wynosi 854,1 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji solarnej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 3.



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Koszt c.w.u. dla 4 osób
- Wielkość dofinansowania: 50%
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Dla przyjętych założeń zwrot nakładów inwestycyjnych potrwa około dwóch lat. Dokładny czas zwrotu zależy od sposobu eksploatacji urządzeń.

## 7. Oferta na budowę instalacji w opraciu o proponowane urządzenia

**Tabela 3.** Kosztorys wykonania instalacji solarnej.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Kolektor słoneczny próżniowy o powierzchni 1,9 m <sup>2</sup>	3	szt.
2	Zestaw przyłączeniowy kolektora	1	kpl.
3	Przewody solarne w otulinie	20	m
4	Elektroniczna grupa pompowa	1	Kpl.
5	Sterownik solarny	1	szt.
6	Podgrzewacz biwalentny 300 l	1	kpl.
7	Zespół naczynia przeponowego	1	kpl.
8	Konstrukcja aluminiowa	1	kpl.
9	Czynnik roboczy	30	l
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż konstrukcji nośnej i kolektorów słonecznych	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Napełnienie instalacji czynnikiem		
5	Rozruch instalacji		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		8964 zł	
Wkład własny=		4814 zł	

## 8. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY INSTALACJI SOLARNEJ

Obiekt:

PROJEKT NR 2/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. Bydgoska 13a, Ostromecko  
działka nr 220/21, obręb OSTROMECKO

Inwestor:

Patrycja Jaworska

Jednostka projektowa:

Jednostka projektowa	Adres:
Grupa GlobalECO	ul. Słoneczna 47 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu solarnego.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu kolektorów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu solarnego .....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	11
4.5 Uruchomienie i próby instalacji.....	11
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	11
6. Analiza ekonomiczna inwestycji.....	12
7. Oferta na budowę instalacji w opraciu o proponowane urządzenia .....	13
8. Podsumowanie .....	13



## **1. Cel instalacji systemu solarnego**

Celem projektu jest montaż zestawu kolektorów słonecznych, których zadaniem będzie wspomaganie przygotowania ciepłej wody użytkowej. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł uniwersalny. Instalacja solarna ma odciążać kocioł w okresach przejściowych, a poza okresem grzewczym w całości ma przejmować zadanie produkcji c.w.u. Kolektory będą zwrócone w kierunku południowym aby zmaksymalizować ich uzysk.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia c.w.u. na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji solarnej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 220/21 w obrębie ewidencyjnym OSTROMECKO. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci, na której planowany jest montaż instalacji solarnej.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

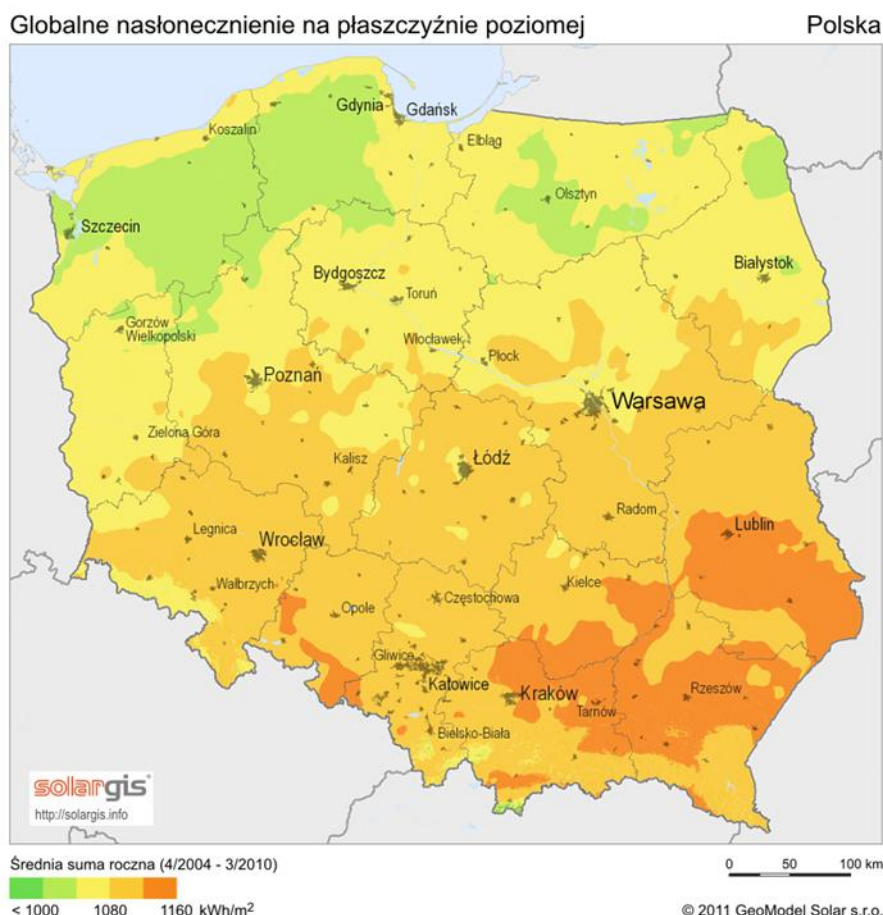
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Bydgoska 13a
Miejscowość	Ostromecko
Nr działki	220/21
Obręb ewidencyjny	OSTROMECKO
Miejsce montażu	Dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez kolektory

### 3.3 Miejsce montażu kolektorów, system montażowy

Instalacja zostanie posadowiona na dachu budynku mieszkalnego. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do montażu instalacji na dachu. Z budynku wyprowadzone zostaną na etapie montażu rurociągi przystosowane do współpracy z instalacją solarną. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność pokrycia dachowego.

Miejsce montażu powinno pozwalać na optymalną, niezacienioną ekspozycję kolektora słonecznego. Optymalny kąt pochylenia względem poziomu to zakres od 30 do 45 stopni, kąt ten jest powinien być zbliżony do 45 stopni.

## 4. Koncepcja systemu solarnego

Instalacja solarna projektowana jest w celu minimalizacji prognozowanych kosztów przygotowanie ciepłej wody użytkowej przy wykorzystaniu kotła węglowego.

System solarny został dobrany na podstawie ankiety wypełnionej przez właściciela budynku, wizji lokalnej na obiekcie, materiałów technicznych oraz pracowni własnych.

Instalacja kolektorów słonecznych składa się z następujących głównych elementów:

- próżniowy kolektor słoneczny,
- konstrukcja nośna,
- przewody solarne w otulinie,
- grupa pompowa, grupa bezpieczeństwa, sterownik solarny
- naczynie zbiorcze,
- zasobnik wody dwuwężownicowy.

Do wykonania inwestycji mogą być stosowane wyroby producentów krajowych lub zagranicznych. Wszystkie materiały użyte do wykonania instalacji muszą być zgodne z Ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych oraz posiadać aktualne polskie aprobaty techniczne lub odpowiadać Polskim Normom. Odbiór techniczny materiałów będzie dokonywany według wymagań Inspektora Nadzoru. W przypadku braku takich dokumentów niezbędne jest uzyskanie certyfikatu dopuszczającego dany wyrób do jednostkowego stosowania, obowiązek uzyskania takiego certyfikatu leży po stronie Wykonawcy.

#### **4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji**

Głównymi elementami zestawu solarnego są kolektory słoneczne o pow.  $3,8 \text{ m}^2$  oraz zbiornik ciepłej wody użytkowej o pojemności  $200 \text{ dm}^3$ , których dobór opierał się na obliczeniach opartych na założeniach przedstawionych przez inwestora. Wszystkie obliczenia zawarte zostały poniżej.

##### **4.1.1. Kolektory słoneczne**

Kolektory są to urządzenia do przemiany energii promieniowania słonecznego na energię cieplną nośnika. Kolektory należy montować zgodnie z instrukcją producenta. Baterię solarną należy skierować płaszczyzną w kierunku południowym.

Minimalne parametry techniczne, jakie muszą posiadać zastosowane kolektory słoneczne:

- powierzchnia brutto  $< 2,0 \text{ m}^2$ ,
- sprawność optyczna  $> 75\%$ ,
- współczynnik strat ciepła  $< 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,
- współczynnik strat ciepła  $< 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,

##### **4.1.2. Zestaw przyłączeniowy kolektorów słonecznych z odpowietrznikiem**

Jest to zestaw umożliwiający kompletny montaż i połączenie dwóch lub więcej kolektorów z rurami instalacyjnymi o średnicy odpowiadającej konstrukcji i wymogom danej instalacji. Odpowietrznik przeznaczony jest do usuwania z czynnika grzewczego pęcherzy i

mikropęcherzy powietrza, które pojawiły się w wyniku napełniania instalacji i parowania czynnika grzewczego (zjawisko kawitacji).

#### **4.1.3. Zbiornik solarny c.w.u.**

Energia cieplna pozyskiwana z kolektorów słonecznych będzie przekazywana wodzie zgromadzonej w nowoprojektowanym zasobniku. Zasobnik wykonany w technologii z dwoma węzownikami musi umożliwiać współpracę instalacji solarnej z istniejącym źródłem ciepła (np. kocioł gazowy).

Zbiornik zabezpieczony będzie wysokiej jakości powłoką emalii wewnątrz i na zewnątrz zasobnika oraz anodą magnezową. Maksymalne ciśnienie robocze zbiornika min. 6 bar, maksymalna temperatura robocza min. 90°C. Izolację termiczną zbiornika powinna stanowić pianka poliuretanowa o współczynniku przenikania ciepła nie gorszym niż 0,02273 W/mK, która redukuje straty ciepła do minimum oraz zewnętrzny płaszcz typu skay. Wymiennik ciepła z 1 odcinka rury stalowej bez szwów, ciśnienie próbne węzownicy min. 8,5 bar. Zbiornik powinien być zewnętrznie i wewnętrznie emaliowany oraz być wyposażony w króciec umożliwiający podłączenie grzałki elektrycznej. Minimalna powierzchnia węzownic spiralnych dla poszczególnych pojemności zasobnika: 200l – 1,4/1,4m<sup>2</sup>, 300l – 1,6/1,6m<sup>2</sup>, 1000l – 3/3m<sup>2</sup>.

Należy dołączyć do oferty kartę katalogową, autoryzację producenta na montaż zbiorników oraz ważny atest higieniczny.

#### **4.1.4. Grupa pompowa**

Zadaniem pompy obiegu solarnego jest wymuszenie obiegu płynu solarnego między kolektorami słonecznymi, a węzownicą w projektowanym zasobniku.

Należy zastosować grupę pompową składającą się m.in. z następujących elementów:

- przepływomierz pozwalający na regulację przepływu z zaworami napełniającymi i opróżniającymi,
- pompa obiegowa elektroniczna o dobranej na etapie projektowania średnicy nominalnej i wysokości podnoszenia dla poszczególnych obiektów,
- zawór kulowy z termometrem.

#### **4.1.5. Konstrukcja nośna**

Należy stosować dedykowane rozwiązania przeznaczone do montażu próżniowych kolektorów słonecznych. Konstrukcje nośną należy dobrać do rodzaju dachu i jego pokrycia by zapewnić optymalny i bezpieczny montaż kolektorów.

W przypadku montażu na gruncie należy stosować konstrukcje trwale niezwiązane z gruntem.

Konstrukcja powinna składać się z materiałów odpornych na zewnętrzne warunki atmosferyczne, tj. aluminium, stal nierdzewna, stal ocynkowana.

Montaż konstrukcji nośnej powinien być możliwy bez zastosowania sprzętu ciężkiego, wyłącznie z zastosowaniem narzędzi ręcznych i elektronarzędzi.

## 4.2 Wymiarowanie instalacji

Dobowe zapotrzebowanie na energię do przygotowania c.w.u.

$$Q = N_u * m_j * c * \Delta T \text{ [kWh]}$$

gdzie:

$m$  – dobowe zużycie c.w.u. = OSTROMECKO [dm<sup>3</sup>],

$c$  – pojemność cieplna wody [Wh/kgK],

$\Delta T$  – różnica temperatur [K].

$N_u$  – liczba użytkowników = 3

$Q = 8,7 \text{ kWh}$

Minimalna powierzchnia czynna kolektora do wspomagania c.w.u.

$$F = \frac{W_p * Q * 365}{(W_w - K) * Q_c}$$

gdzie:

$W_p$  – współczynnik pokrycia c.w.u. w ciągu roku,

$W_w$  – współczynnik wykorzystania c.w.u w ciągu roku,

$K$  – stopień obniżenia sprawności spowodowany niekorzystnym ukierunkowaniem instalacji,

$Q_c$  – nasłonecznienie roczne w miejscu montażu instalacji [kWh/m<sup>2</sup>].

$F = 3,11 \text{ m}^2$

Dla w.w. celów dobrano 2 szt. kolektorów płaskich, każdy o powierzchni 1,9 m<sup>2</sup> każdy.

Dobór pojemności zbiornika

$$V_{ps} = 1,5 * V_{cwu} * n_u * \frac{(T_w - T_k)}{T_{ps} - T_k}$$

Gdzie :

$V_{c.w.u.}$  – dobowe zużycie wody przez jednego użytkownika [ $dm^3$ ]

$N_u$  – liczba użytkowników

$T_w$ - temperatura wody w punkcie poboru [ $^{\circ}C$ ]

$T_k$ - temperatura wody zasilającej [ $^{\circ}C$ ]

$T_{ps}$ - temperatura wody w podgrzewaczu [ $^{\circ}C$ ]

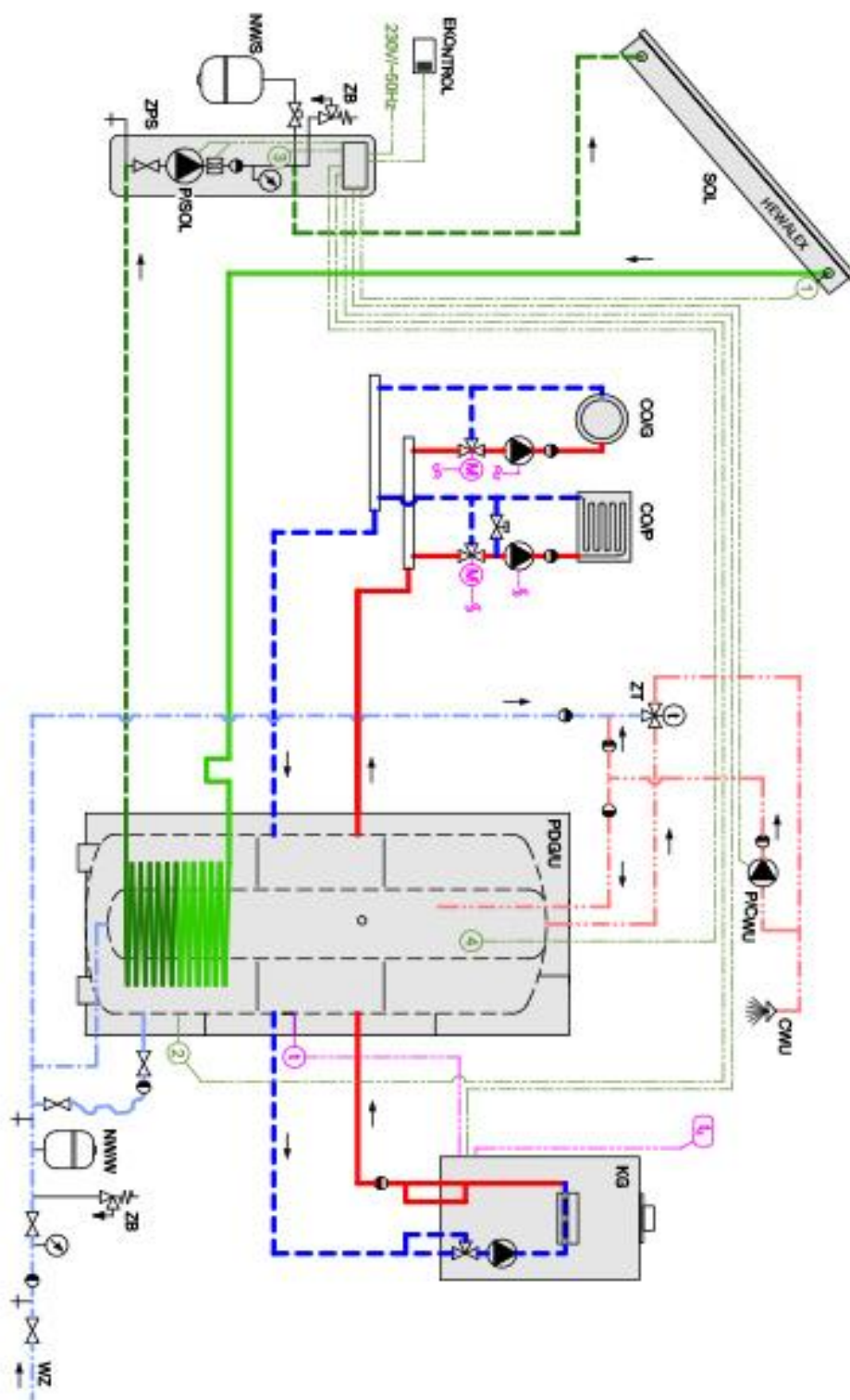
$V_{ps}= 222,75 dm^3$

Na podstawie powyższych wyliczeń dobrano zasobnik C.W.U. o **pojemności 200 l**. Pozostałe elementy składowe zestawu zostały dobrane wedle zaleceń producenta. Założenia oraz wyniki obliczeń przedstawia poniższa tabela (Tabela.2).

**Tabela 2.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Liczba mieszkańców	3
2	Zasobnik c.w.u.	200 l
3	Kierunek świata	południe
4	Powierzchnia instalacji	3,8 m <sup>2</sup>

#### 4.3 Schemat technologiczny instalacji solarnej





#### **4.4 Wskazówki dla wykonawcy instalacji**

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Sterownik wyposażony jest standardowo w 4 czujniki temperatury. Pompa obiegu solarnego włączana jest w zależności od różnicy temperatury między czujnikami  $T_1$  i  $T_2$ . Czujnik  $T_3$  na powrocie pozwala bilansować uzyski ciepła. Sterownik współpracuje z elektronicznym przepływomierzem (w grupie pompowej). Regulacja obrotów pompy obiegowej – stała lub zmienna. Możliwe zastosowanie pompy elektronicznej. Czujnik  $T_4$  umożliwia sterowanie pracą kotła grzewczego w trybie podgrzewania c.w.u. – blokowanie pracy kotła przy osiągniętej temperaturze w górnej strefie podgrzewacza. Blokowanie pracy kotła - za pomocą wejścia sterującego w sterowniku kotła lub podłączenie dodatkowego opornika w obwód pomiaru temperatury c.w.u. przez sterownik kotła. Sterownik o zaawansowanych funkcjach pozwala także na obsługę pracy pompy cyrkulacyjnej c.w.u. oraz podłączenie systemu zdalnego nadzoru. Dodatkowo instalacja kolektorów słonecznych muszą zostać wyposażone w system upustu nadmiaru ciepła z systemu, w przypadku braku odbioru ciepła, aby nie dopuścić do przegrzania czynnika roboczego.

#### **4.5 Uruchomienie i próby instalacji**

Po wykonaniu montażu należy przeprowadzić na otwartych przewodach badanie szczelności instalacji na ciśnienie próbne zgodnie z procedurą przeprowadzania badań szczelności.

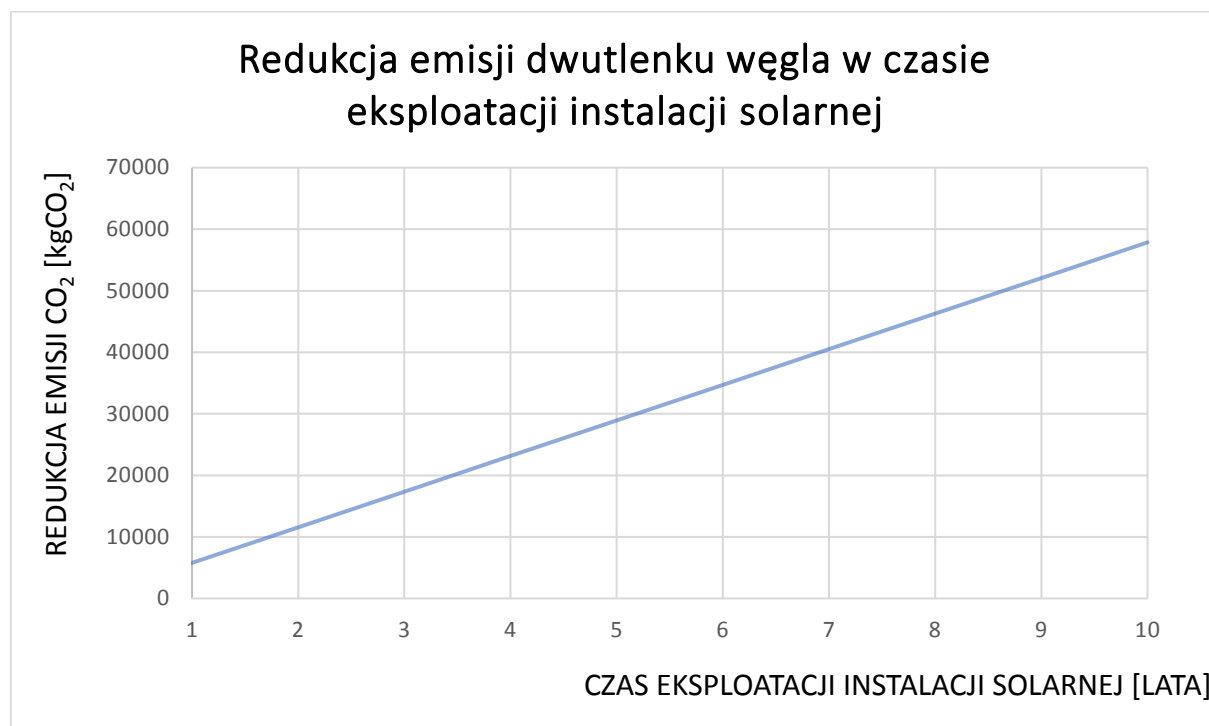
Regulację eksploatacyjną należy przeprowadzać po ustabilizowaniu przepływów czynnika w instalacji.

### **5. Analiza ekologiczna inwestycji**

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja solarna ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację solarną będzie przekazana do podgrzania ciepłej wody użytkowej w budynku. Produkcja energii cieplnej z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii cieplnej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 94,90 kg/GJ) wynosi 854,1 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji solarnej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 3.



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Koszt c.w.u. dla 3 osób
- Wielkość dofinansowania: 50%
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Dla przyjętych założeń zwrot nakładów inwestycyjnych potrwa około dwóch lat. Dokładny czas zwrotu zależy od sposobu eksploatacji urządzeń.

## 7. Oferta na budowę instalacji w opraciu o proponowane urządzenia

**Tabela 3.** Kosztorys wykonania instalacji solarnej.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Kolektor słoneczny próżniowy o powierzchni 1,9 m <sup>2</sup>	2	szt.
2	Zestaw przyłączeniowy kolektora	1	kpl.
3	Przewody solarne w otulinie	20	m
4	Elektroniczna grupa pompowa	1	Kpl.
5	Sterownik solarny	1	szt.
6	Podgrzewacz biwalentny 200 l	1	kpl.
7	Zespół naczynia przeponowego	1	kpl.
8	Konstrukcja aluminiowa	1	kpl.
9	Czynnik roboczy	30	l
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż konstrukcji nośnej i kolektorów słonecznych	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Napełnienie instalacji czynnikiem		
5	Rozruch instalacji		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		7452 zł	
Wkład własny=		4002 zł	

## 8. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.

Temat:

# PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY INSTALACJI SOLARNEJ

Obiekt:

PROJEKT NR 3/W/PV/2018

Budynek jednorodzinny

ul. Rafa 28a, Rafa

działka nr 23/2, obręb RAFA

Inwestor:

Emilia Nicpoń

Jednostka projektowa:

Jednostka projektowa	Adres:
Grupa GlobalECO	ul. Słoneczna 47  80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu solarnego.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu kolektorów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu solarnego .....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	11
4.5 Uruchomienie i próby instalacji.....	11
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	11
6. Analiza ekonomiczna inwestycji.....	12
7. Oferta na budowę instalacji w opraciu o proponowane urządzenia .....	13
8. Podsumowanie .....	13

## **1. Cel instalacji systemu solarnego**

Celem projektu jest montaż zestawu kolektorów słonecznych, których zadaniem będzie wspomaganie przygotowania ciepłej wody użytkowej. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł uniwersalny. Instalacja solarna ma odciążać kocioł w okresach przejściowych, a poza okresem grzewczym w całości ma przejmować zadanie produkcji c.w.u. Kolektory będą zwrócone w kierunku południowym aby zmaksymalizować ich uzysk.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia c.w.u. na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji solarnej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 23/2 w obrębie ewidencyjnym RAFA. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci, na której planowany jest montaż instalacji solarnej.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

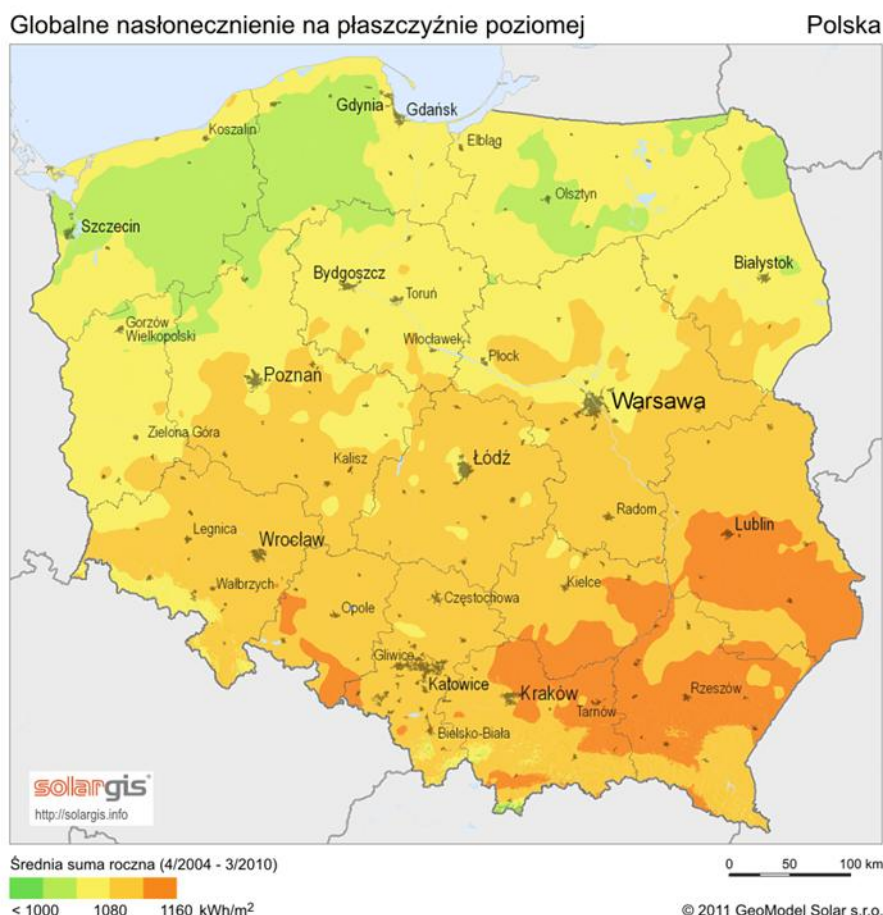
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	Rafa 28a
Miejscowość	Rafa
Nr działki	23/2
Obręb ewidencyjny	RAFA
Miejsce montażu	Dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez kolektory

### 3.3 Miejsce montażu kolektorów, system montażowy

Instalacja zostanie posadowiona na dachu budynku mieszkalnego. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do montażu instalacji na dachu. Z budynku wyprowadzone zostaną na etapie montażu rurociągi przystosowane do współpracy z instalacją solarną. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność pokrycia dachowego.

Miejsce montażu powinno pozwalać na optymalną, niezacienioną ekspozycję kolektora słonecznego. Optymalny kąt pochylenia względem poziomu to zakres od 30 do 45 stopni, kąt ten jest powinien być zbliżony do 45 stopni.

## 4. Koncepcja systemu solarnego

Instalacja solarna projektowana jest w celu minimalizacji prognozowanych kosztów przygotowanie ciepłej wody użytkowej przy wykorzystaniu kotła węglowego.

System solarny został dobrany na podstawie ankiety wypełnionej przez właściciela budynku, wizji lokalnej na obiekcie, materiałów technicznych oraz pracowni własnych.



Instalacja kolektorów słonecznych składa się z następujących głównych elementów:

- próżniowy kolektor słoneczny,
- konstrukcja nośna,
- przewody solarne w otulinie,
- grupa pompowa, grupa bezpieczeństwa, sterownik solarny
- naczynie zbiorcze,
- zasobnik wody dwuwężownicowy.

Do wykonania inwestycji mogą być stosowane wyroby producentów krajowych lub zagranicznych. Wszystkie materiały użyte do wykonania instalacji muszą być zgodne z Ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych oraz posiadać aktualne polskie aprobaty techniczne lub odpowiadać Polskim Normom. Odbiór techniczny materiałów będzie dokonywany według wymagań Inspektora Nadzoru. W przypadku braku takich dokumentów niezbędne jest uzyskanie certyfikatu dopuszczającego dany wyrób do jednostkowego stosowania, obowiązek uzyskania takiego certyfikatu leży po stronie Wykonawcy.

#### **4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji**

Głównymi elementami zestawu solarnego są kolektory słoneczne o pow.  $3,8 \text{ m}^2$  oraz zbiornik ciepłej wody użytkowej o pojemności  $200 \text{ dm}^3$ , których dobór opierał się na obliczeniach opartych na założeniach przedstawionych przez inwestora. Wszystkie obliczenia zawarte zostały poniżej.

##### **4.1.1. Kolektory słoneczne**

Kolektory są to urządzenia do przemiany energii promieniowania słonecznego na energię cieplną nośnika. Kolektory należy montować zgodnie z instrukcją producenta. Baterię solarną należy skierować płaszczyzną w kierunku południowym.

Minimalne parametry techniczne, jakie muszą posiadać zastosowane kolektory słoneczne:

- powierzchnia brutto  $< 2,0 \text{ m}^2$ ,
- sprawność optyczna  $> 75\%$ ,
- współczynnik strat ciepła  $< 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,
- współczynnik strat ciepła  $< 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,

##### **4.1.2. Zestaw przyłączeniowy kolektorów słonecznych z odpowietrznikiem**

Jest to zestaw umożliwiający kompletny montaż i połączenie dwóch lub więcej kolektorów z rurami instalacyjnymi o średnicy odpowiadającej konstrukcji i wymogom danej instalacji. Odpowietrznik przeznaczony jest do usuwania z czynnika grzewczego pęcherzy i

mikropęcherzy powietrza, które pojawiły się w wyniku napełniania instalacji i parowania czynnika grzewczego (zjawisko kawitacji).

#### **4.1.3. Zbiornik solarny c.w.u.**

Energia cieplna pozyskiwana z kolektorów słonecznych będzie przekazywana wodzie zgromadzonej w nowoprojektowanym zasobniku. Zasobnik wykonany w technologii z dwoma węzownikami musi umożliwiać współpracę instalacji solarnej z istniejącym źródłem ciepła (np. kocioł gazowy).

Zbiornik zabezpieczony będzie wysokiej jakości powłoką emalii wewnątrz i na zewnątrz zasobnika oraz anodą magnezową. Maksymalne ciśnienie robocze zbiornika min. 6 bar, maksymalna temperatura robocza min. 90°C. Izolację termiczną zbiornika powinna stanowić pianka poliuretanowa o współczynniku przenikania ciepła nie gorszym niż 0,02273 W/mK, która redukuje straty ciepła do minimum oraz zewnętrzny płaszcz typu skay. Wymiennik ciepła z 1 odcinka rury stalowej bez szwów, ciśnienie próbne węzownicy min. 8,5 bar. Zbiornik powinien być zewnętrznie i wewnętrznie emaliowany oraz być wyposażony w króciec umożliwiający podłączenie grzałki elektrycznej. Minimalna powierzchnia węzownic spiralnych dla poszczególnych pojemności zasobnika: 200l – 1,4/1,4m<sup>2</sup>, 300l – 1,6/1,6m<sup>2</sup>, 1000l – 3/3m<sup>2</sup>.

Należy dołączyć do oferty kartę katalogową, autoryzację producenta na montaż zbiorników oraz ważny atest higieniczny.

#### **4.1.4. Grupa pompowa**

Zadaniem pompy obiegu solarnego jest wymuszenie obiegu płynu solarnego między kolektorami słonecznymi, a węzownicą w projektowanym zasobniku.

Należy zastosować grupę pompową składającą się m.in. z następujących elementów:

- przepływomierz pozwalający na regulację przepływu z zaworami napełniającymi i opróżniającymi,
- pompa obiegowa elektroniczna o dobranej na etapie projektowania średnicy nominalnej i wysokości podnoszenia dla poszczególnych obiektów,
- zawór kulowy z termometrem.

#### **4.1.5. Konstrukcja nośna**

Należy stosować dedykowane rozwiązania przeznaczone do montażu próżniowych kolektorów słonecznych. Konstrukcje nośną należy dobrać do rodzaju dachu i jego pokrycia by zapewnić optymalny i bezpieczny montaż kolektorów.

W przypadku montażu na gruncie należy stosować konstrukcje trwale niezwiązane z gruntem.

Konstrukcja powinna składać się z materiałów odpornych na zewnętrzne warunki atmosferyczne, tj. aluminium, stal nierdzewna, stal ocynkowana.

Montaż konstrukcji nośnej powinien być możliwy bez zastosowania sprzętu ciężkiego, wyłącznie z zastosowaniem narzędzi ręcznych i elektronarzędzi.

## 4.2 Wymiarowanie instalacji

Dobowe zapotrzebowanie na energię do przygotowania c.w.u.

$$Q = N_u * m_j * c * \Delta T \text{ [kWh]}$$

gdzie:

$m$  – dobowe zużycie c.w.u. = RAFA [dm<sup>3</sup>],

$c$  – pojemność cieplna wody [Wh/kgK],

$\Delta T$  – różnica temperatur [K].

$N_u$  – liczba użytkowników = 2

$Q = 5,8 \text{ kWh}$

Minimalna powierzchnia czynna kolektora do wspomagania c.w.u.

$$F = \frac{W_p * Q * 365}{(W_w - K) * Q_c}$$

gdzie:

$W_p$  – współczynnik pokrycia c.w.u. w ciągu roku,

$W_w$  – współczynnik wykorzystania c.w.u w ciągu roku,

$K$  – stopień obniżenia sprawności spowodowany niekorzystnym ukierunkowaniem instalacji,

$Q_c$  – nasłonecznienie roczne w miejscu montażu instalacji [kWh/m<sup>2</sup>].

$F = 2,08 \text{ m}^2$

Dla w.w. celów dobrano 2 szt. kolektorów płaskich, każdy o powierzchni 1,9 m<sup>2</sup> każdy.

Dobór pojemności zbiornika

$$V_{ps} = 1,5 * V_{cwu} * n_u * \frac{(T_w - T_k)}{T_{ps} - T_k}$$

Gdzie :

$V_{c.w.u.}$  – dobowe zużycie wody przez jednego użytkownika [ $dm^3$ ]

$N_u$  – liczba użytkowników

$T_w$ - temperatura wody w punkcie poboru [ $^{\circ}C$ ]

$T_k$ - temperatura wody zasilającej [ $^{\circ}C$ ]

$T_{ps}$ - temperatura wody w podgrzewaczu [ $^{\circ}C$ ]

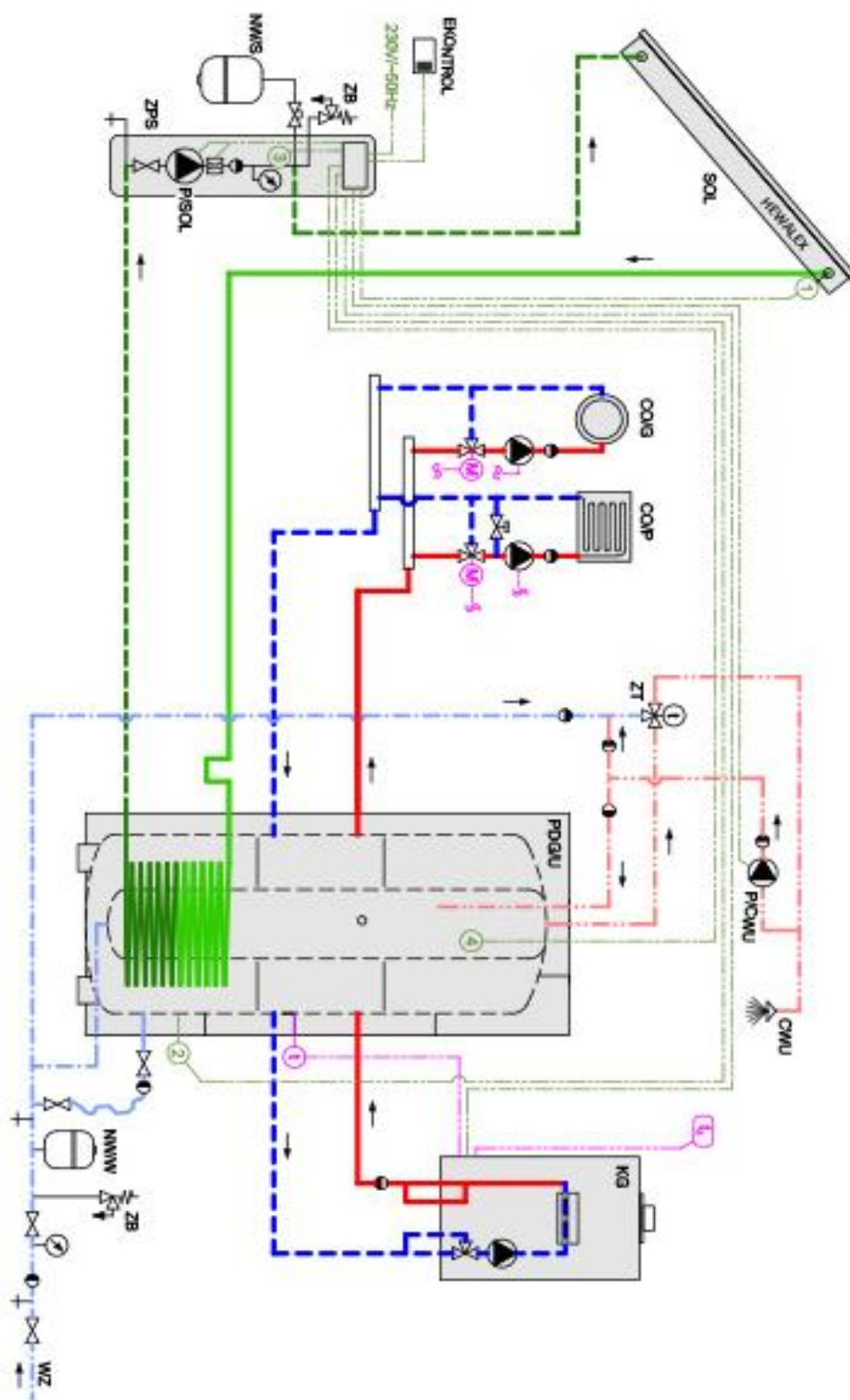
$V_{ps}= 148,5 dm^3$

Na podstawie powyższych wyliczeń dobrano zasobnik C.W.U. o **pojemności 200 l**. Pozostałe elementy składowe zestawu zostały dobrane wedle zaleceń producenta. Założenia oraz wyniki obliczeń przedstawia poniższa tabela (Tabela.2).

**Tabela 2.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Liczba mieszkańców	2
2	Zasobnik c.w.u.	200 l
3	Kierunek świata	południe
4	Powierzchnia instalacji	3,8 m <sup>2</sup>

#### 4.3 Schemat technologiczny instalacji solarnej



#### **4.4 Wskazówki dla wykonawcy instalacji**

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Sterownik wyposażony jest standardowo w 4 czujniki temperatury. Pompa obiegu solarnego włączana jest w zależności od różnicy temperatury między czujnikami  $T_1$  i  $T_2$ . Czujnik  $T_3$  na powrocie pozwala bilansować uzyski ciepła. Sterownik współpracuje z elektronicznym przepływomierzem (w grupie pompowej). Regulacja obrotów pompy obiegowej – stała lub zmienna. Możliwe zastosowanie pompy elektronicznej. Czujnik  $T_4$  umożliwia sterowanie pracą kotła grzewczego w trybie podgrzewania c.w.u. – blokowanie pracy kotła przy osiągniętej temperaturze w górnej strefie podgrzewacza. Blokowanie pracy kotła - za pomocą wejścia sterującego w sterowniku kotła lub podłączenie dodatkowego opornika w obwód pomiaru temperatury c.w.u. przez sterownik kotła. Sterownik o zaawansowanych funkcjach pozwala także na obsługę pracy pompy cyrkulacyjnej c.w.u. oraz podłączenie systemu zdalnego nadzoru. Dodatkowo instalacja kolektorów słonecznych muszą zostać wyposażone w system upustu nadmiaru ciepła z systemu, w przypadku braku odbioru ciepła, aby nie dopuścić do przegrzania czynnika roboczego.

#### **4.5 Uruchomienie i próby instalacji**

Po wykonaniu montażu należy przeprowadzić na otwartych przewodach badanie szczelności instalacji na ciśnienie próbne zgodnie z procedurą przeprowadzania badań szczelności.

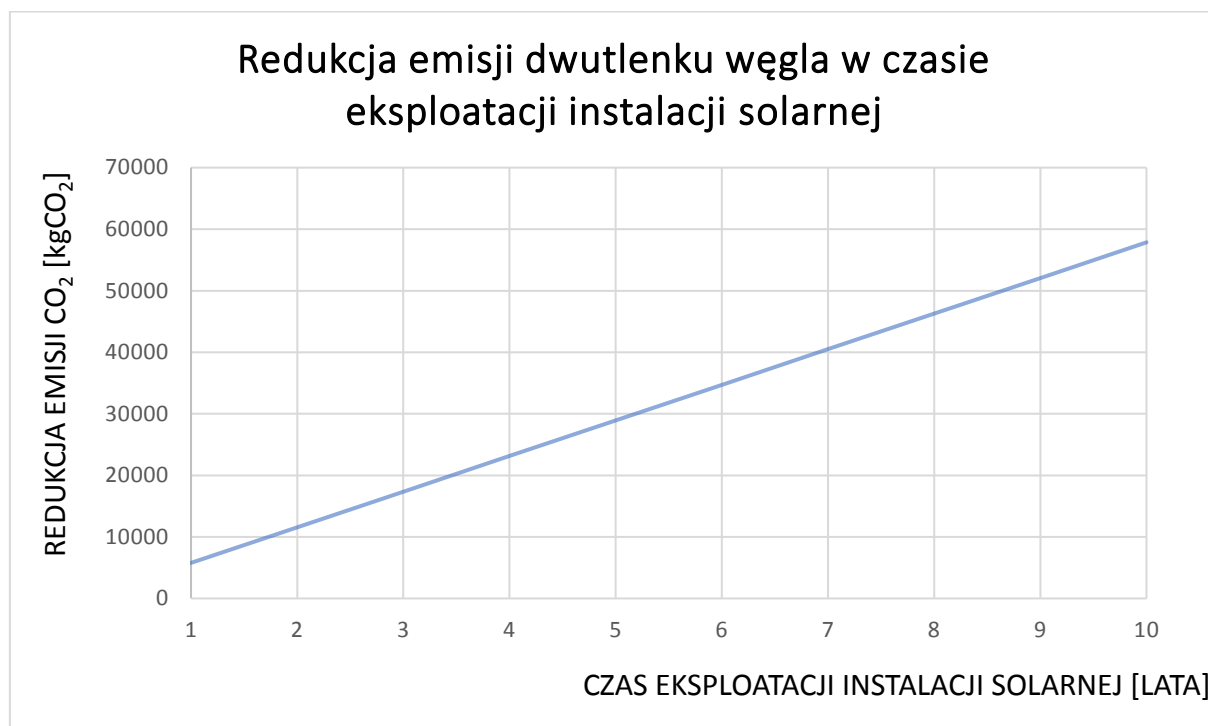
Regulację eksploatacyjną należy przeprowadzać po ustabilizowaniu przepływów czynnika w instalacji.

### **5. Analiza ekologiczna inwestycji**

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja solarna ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację solarną będzie przekazana do podgrzania ciepłej wody użytkowej w budynku. Produkcja energii cieplnej z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii cieplnej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 94,90 kg/GJ) wynosi 854,1 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji solarnej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 3.



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Koszt c.w.u. dla 2 osób
- Wielkość dofinansowania: 50%
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Dla przyjętych założeń zwrot nakładów inwestycyjnych potrwa około dwóch lat. Dokładny czas zwrotu zależy od sposobu eksploatacji urządzeń.

## 7. Oferta na budowę instalacji w opraciu o proponowane urządzenia

**Tabela 3.** Kosztorys wykonania instalacji solarnej.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Kolektor słoneczny próżniowy o powierzchni 1,9 m <sup>2</sup>	2	szt.
2	Zestaw przyłączeniowy kolektora	1	kpl.
3	Przewody solarne w otulinie	20	m
4	Elektroniczna grupa pompowa	1	Kpl.
5	Sterownik solarny	1	szt.
6	Podgrzewacz biwalentny 200 l	1	kpl.
7	Zespół naczynia przeponowego	1	kpl.
8	Konstrukcja aluminiowa	1	kpl.
9	Czynnik roboczy	30	l
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż konstrukcji nośnej i kolektorów słonecznych	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Napełnienie instalacji czynnikiem		
5	Rozruch instalacji		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		7452 zł	
Wkład własny=		4002 zł	

## 8. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.



Temat:

# PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY INSTALACJI SOLARNEJ

Obiekt:

PROJEKT NR 4/W/PV/2018  
Budynek jednorodzinny  
ul. -27, Rafa  
działka nr 249/3, obręb RAFA

Inwestor:

Zenon Wielgos

Jednostka projektowa:

Jednostka projektowa	Adres:
Grupa GlobalECO	ul. Słoneczna 47 80-174 Otomin

Gdynia, 2018

## Spis treści

1. Cel instalacji systemu solarnego.....	3
2. Podstawy opracowania .....	3
3. Przegląd lokalizacji.....	4
3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora.....	4
3.2 Uwarunkowania meteorologiczne.....	4
3.3 Miejsce montażu kolektorów, system montażowy .....	5
4. Koncepcja systemu solarnego .....	5
4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji.....	6
4.2 Wymiarowanie instalacji .....	8
4.4 Wskazówki dla wykonawcy instalacji.....	11
4.5 Uruchomienie i próby instalacji.....	11
5. Analiza ekologiczna inwestycji .....	11
6. Analiza ekonomiczna inwestycji.....	12
7. Oferta na budowę instalacji w opraciu o proponowane urządzenia .....	13
8. Podsumowanie .....	13

## **1. Cel instalacji systemu solarnego**

Celem projektu jest montaż zestawu kolektorów słonecznych, których zadaniem będzie wspomaganie przygotowania ciepłej wody użytkowej. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł uniwersalny. Instalacja solarna ma odciążać kocioł w okresach przejściowych, a poza okresem grzewczym w całości ma przejmować zadanie produkcji c.w.u. Kolektory będą zwrócone w kierunku południowym aby zmaksymalizować ich uzysk.

## **2. Podstawy opracowania**

- zlecenie inwestora
- wizja lokalna
- obmiar istotnych fragmentów budynku
- oszacowanie zużycia c.w.u. na podstawie informacji przekazanych przez inwestora
- obowiązujące przepisy prawne oraz normy techniczne
- dobór urządzeń i ich parametrów w oparciu o wiedzę, doświadczenie oraz specyfikację techniczną udostępnioną przez producentów

Wszelkie zaproponowane elementy składowe instalacji solarnej stanowią jedynie założenie, poczynione na potrzeby obliczeń symulujących pracę instalacji. Zastosowane, podczas realizacji inwestycji, urządzenia winny być równoważne proponowanym i legitymować się parametrami nie gorszymi niż przyjęte na podstawy poniższego opracowania.

### 3. Przegląd lokalizacji

Budynek mieści się na działce nr 249/3 w obrębie ewidencyjnym RAFA. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny. Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej połaci, na której planowany jest montaż instalacji solarnej.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

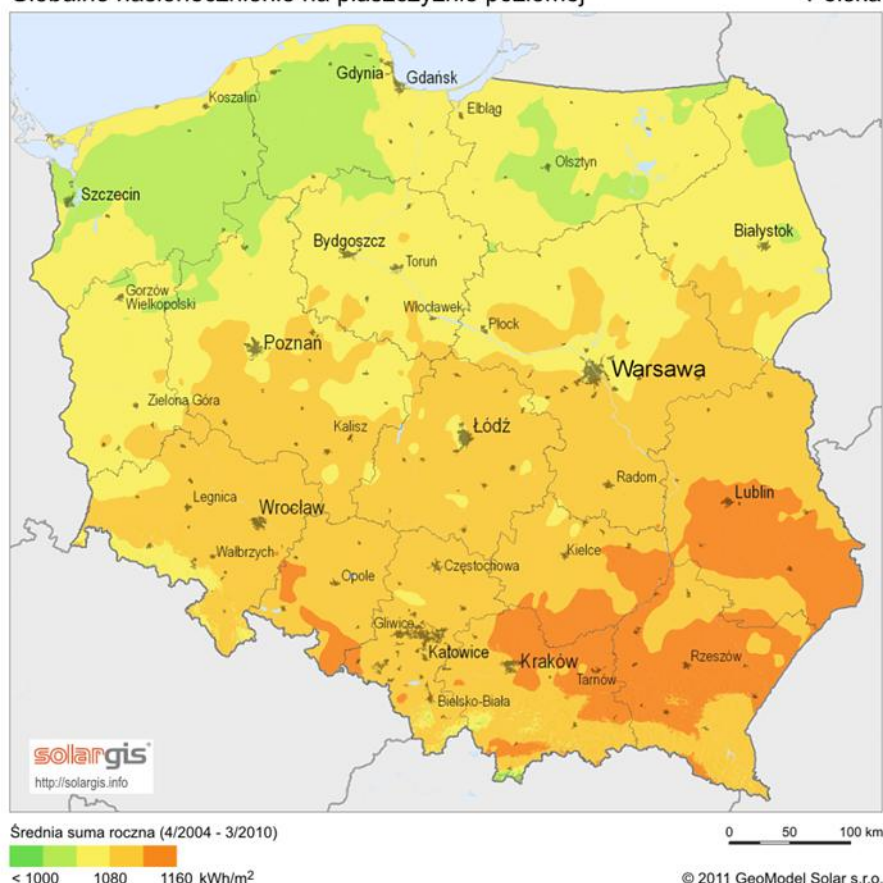
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

**Tabela 1.** Informacje o budynku [opracowanie własne na podstawie audytu]

Dane o budynku	
Ulica	-27
Miejscowość	Rafa
Nr działki	249/3
Obręb ewidencyjny	RAFA
Miejsce montażu	Dach budynku mieszkalnego

#### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, na którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w wartości promieniowania słonecznego mogą mieć znaczącą wartość. W skali kraju ilustruje to poniższa mapa (Rys.1).



Rys. 1. Dawka promieniowania słonecznego możliwa do odebrania przez kolektory

### 3.3 Miejsce montażu kolektorów, system montażowy

Instalacja zostanie posadowiona na dachu budynku mieszkalnego. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie do montażu instalacji na dachu. Z budynku wyprowadzone zostaną na etapie montażu rurociągi przystosowane do współpracy z instalacją solarną. Należy odpowiednio podłączyć zasilanie i powrót obiegu grzewczego. Prace montażowe należy prowadzić tak, by zachować szczelność pokrycia dachowego.

Miejsce montażu powinno pozwalać na optymalną, niezacienioną ekspozycję kolektora słonecznego. Optymalny kąt pochylenia względem poziomu to zakres od 30 do 45 stopni, kąt ten jest powinien być zbliżony do 45 stopni.

## 4. Koncepcja systemu solarnego

Instalacja solarna projektowana jest w celu minimalizacji prognozowanych kosztów przygotowanie ciepłej wody użytkowej przy wykorzystaniu kotła węglowego.

System solarny został dobrany na podstawie ankiety wypełnionej przez właściciela budynku, wizji lokalnej na obiekcie, materiałów technicznych oraz pracowni własnych.

Instalacja kolektorów słonecznych składa się z następujących głównych elementów:

- próżniowy kolektor słoneczny,
- konstrukcja nośna,
- przewody solarne w otulinie,
- grupa pompowa, grupa bezpieczeństwa, sterownik solarny
- naczynie zbiorcze,
- zasobnik wody dwuwężownicowy.

Do wykonania inwestycji mogą być stosowane wyroby producentów krajowych lub zagranicznych. Wszystkie materiały użyte do wykonania instalacji muszą być zgodne z Ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych oraz posiadać aktualne polskie aprobaty techniczne lub odpowiadać Polskim Normom. Odbiór techniczny materiałów będzie dokonywany według wymagań Inspektora Nadzoru. W przypadku braku takich dokumentów niezbędne jest uzyskanie certyfikatu dopuszczającego dany wyrób do jednostkowego stosowania, obowiązek uzyskania takiego certyfikatu leży po stronie Wykonawcy.

#### **4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji**

Głównymi elementami zestawu solarnego są kolektory słoneczne o pow.  $5,7 \text{ m}^2$  oraz zbiornik ciepłej wody użytkowej o pojemności  $200 \text{ dm}^3$ , których dobór opierał się na obliczeniach opartych na założeniach przedstawionych przez inwestora. Wszystkie obliczenia zawarte zostały poniżej.

##### **4.1.1. Kolektory słoneczne**

Kolektory są to urządzenia do przemiany energii promieniowania słonecznego na energię cieplną nośnika. Kolektory należy montować zgodnie z instrukcją producenta. Baterię solarną należy skierować płaszczyzną w kierunku południowym.

Minimalne parametry techniczne, jakie muszą posiadać zastosowane kolektory słoneczne:

- powierzchnia brutto  $< 2,0 \text{ m}^2$ ,
- sprawność optyczna  $> 75\%$ ,
- współczynnik strat ciepła  $< 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,
- współczynnik strat ciepła  $< 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,

##### **4.1.2. Zestaw przyłączeniowy kolektorów słonecznych z odpowietrznikiem**

Jest to zestaw umożliwiający kompletny montaż i połączenie dwóch lub więcej kolektorów z rurami instalacyjnymi o średnicy odpowiadającej konstrukcji i wymogom danej instalacji. Odpowietrznik przeznaczony jest do usuwania z czynnika grzewczego pęcherzy i

mikropęcherzy powietrza, które pojawiły się w wyniku napełniania instalacji i parowania czynnika grzewczego (zjawisko kawitacji).

#### **4.1.3. Zbiornik solarny c.w.u.**

Energia cieplna pozyskiwana z kolektorów słonecznych będzie przekazywana wodzie zgromadzonej w nowoprojektowanym zasobniku. Zasobnik wykonany w technologii z dwoma węzownikami musi umożliwiać współpracę instalacji solarnej z istniejącym źródłem ciepła (np. kocioł gazowy).

Zbiornik zabezpieczony będzie wysokiej jakości powłoką emalii wewnątrz i na zewnątrz zasobnika oraz anodą magnezową. Maksymalne ciśnienie robocze zbiornika min. 6 bar, maksymalna temperatura robocza min. 90°C. Izolację termiczną zbiornika powinna stanowić pianka poliuretanowa o współczynniku przenikania ciepła nie gorszym niż 0,02273 W/mK, która redukuje straty ciepła do minimum oraz zewnętrzny płaszcz typu skay. Wymiennik ciepła z 1 odcinka rury stalowej bez szwów, ciśnienie próbne węzownicy min. 8,5 bar. Zbiornik powinien być zewnętrznie i wewnętrznie emaliowany oraz być wyposażony w króciec umożliwiający podłączenie grzałki elektrycznej. Minimalna powierzchnia węzownic spiralnych dla poszczególnych pojemności zasobnika: 200l – 1,4/1,4m<sup>2</sup>, 300l – 1,6/1,6m<sup>2</sup>, 1000l – 3/3m<sup>2</sup>.

Należy dołączyć do oferty kartę katalogową, autoryzację producenta na montaż zbiorników oraz ważny atest higieniczny.

#### **4.1.4. Grupa pompowa**

Zadaniem pompy obiegu solarnego jest wymuszenie obiegu płynu solarnego między kolektorami słonecznymi, a węzownicą w projektowanym zasobniku.

Należy zastosować grupę pompową składającą się m.in. z następujących elementów:

- przepływomierz pozwalający na regulację przepływu z zaworami napełniającymi i opróżniającymi,
- pompa obiegowa elektroniczna o dobranej na etapie projektowania średnicy nominalnej i wysokości podnoszenia dla poszczególnych obiektów,
- zawór kulowy z termometrem.

#### **4.1.5. Konstrukcja nośna**

Należy stosować dedykowane rozwiązania przeznaczone do montażu próżniowych kolektorów słonecznych. Konstrukcje nośną należy dobrać do rodzaju dachu i jego pokrycia by zapewnić optymalny i bezpieczny montaż kolektorów.

W przypadku montażu na gruncie należy stosować konstrukcje trwale niezwiązane z gruntem.

Konstrukcja powinna składać się z materiałów odpornych na zewnętrzne warunki atmosferyczne, tj. aluminium, stal nierdzewna, stal ocynkowana.

Montaż konstrukcji nośnej powinien być możliwy bez zastosowania sprzętu ciężkiego, wyłącznie z zastosowaniem narzędzi ręcznych i elektronarzędzi.

## 4.2 Wymiarowanie instalacji

Dobowe zapotrzebowanie na energię do przygotowania c.w.u.

$$Q = N_u * m_j * c * \Delta T \text{ [kWh]}$$

gdzie:

$m$  – dobowe zużycie c.w.u. = RAFA [dm<sup>3</sup>],

$c$  – pojemność cieplna wody [Wh/kgK],

$\Delta T$  – różnica temperatur [K].

$N_u$  – liczba użytkowników = 4

$Q = 11,6 \text{ kWh}$

Minimalna powierzchnia czynna kolektora do wspomagania c.w.u.

$$F = \frac{W_p * Q * 365}{(W_w - K) * Q_c}$$

gdzie:

$W_p$  – współczynnik pokrycia c.w.u. w ciągu roku,

$W_w$  – współczynnik wykorzystania c.w.u w ciągu roku,

$K$  – stopień obniżenia sprawności spowodowany niekorzystnym ukierunkowaniem instalacji,

$Q_c$  – nasłonecznienie roczne w miejscu montażu instalacji [kWh/m<sup>2</sup>].

$F = 4,15 \text{ m}^2$

Dla w.w. celów dobrano 3 szt. kolektorów płaskich, każdy o powierzchni 1,9 m<sup>2</sup> każdy.

Dobór pojemności zbiornika

$$V_{ps} = 1,5 * V_{cwu} * n_u * \frac{(T_w - T_k)}{T_{ps} - T_k}$$



Gdzie :

$V_{c.w.u.}$  – dobowe zużycie wody przez jednego użytkownika [ $\text{dm}^3$ ]

$N_u$  – liczba użytkowników

$T_w$ - temperatura wody w punkcie poboru [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$T_k$ - temperatura wody zasilającej [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$T_{ps}$ - temperatura wody w podgrzewaczu [ $^{\circ}\text{C}$ ]

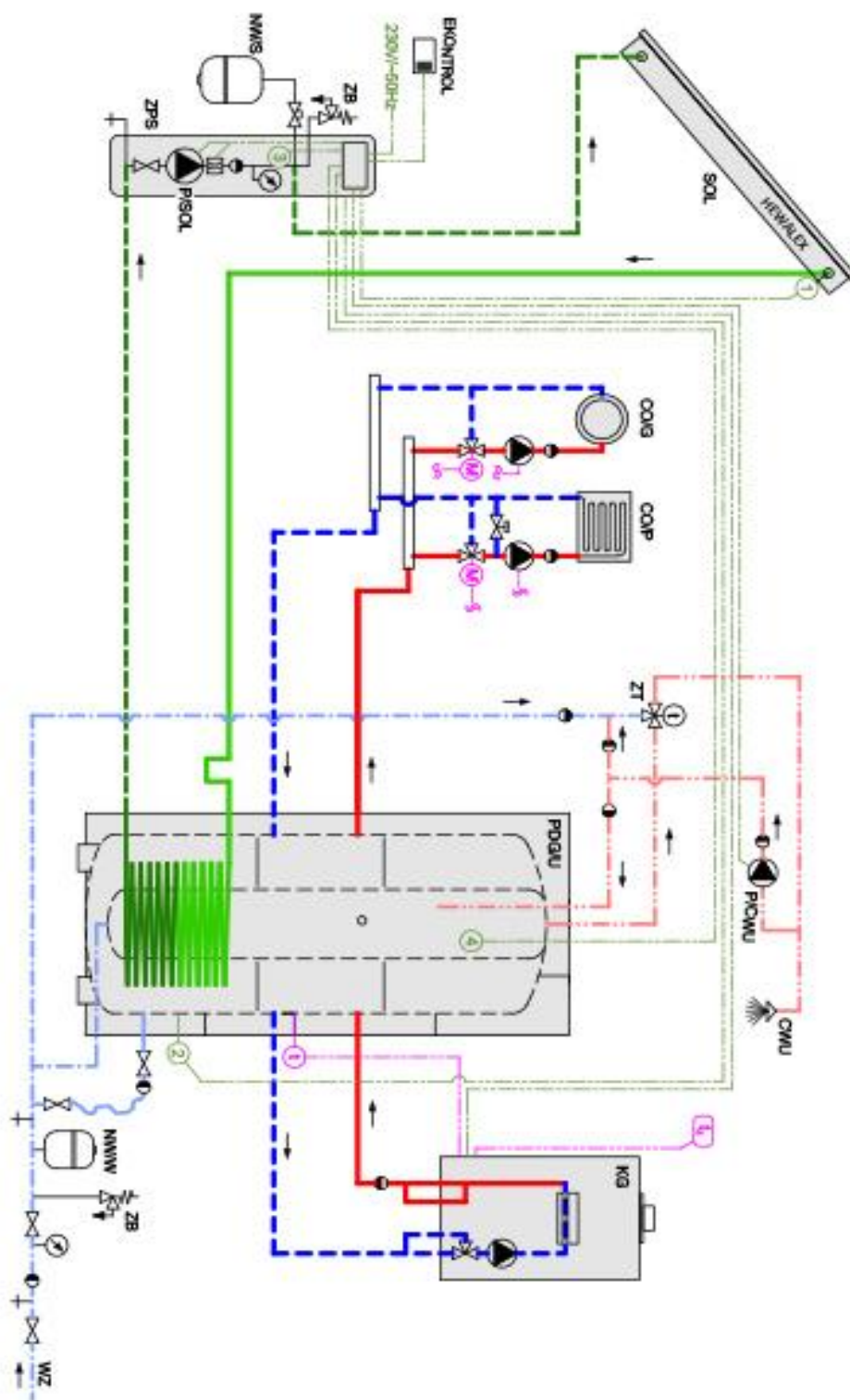
$V_{ps}= 297 \text{ dm}^3$

Na podstawie powyższych wyliczeń dobrano zasobnik C.W.U. o **pojemności 200 l**. Pozostałe elementy składowe zestawu zostały dobrane wedle zaleceń producenta. Założenia oraz wyniki obliczeń przedstawia poniższa tabela (Tabela.2).

**Tabela 2.** Wymiarowanie instalacji.

L.p.	Nazwa	
1	Liczba mieszkańców	4
2	Zasobnik c.w.u.	200 l
3	Kierunek świata	południe
4	Powierzchnia instalacji	5,7 $\text{m}^2$

#### 4.3 Schemat technologiczny instalacji solarnej



#### **4.4 Wskazówki dla wykonawcy instalacji**

Poniższy opis stosowny jest dla instalacji zilustrowanej na schemacie. Dobór ostatecznego rozwiązania montażowego zależy od wykonawcy.

Sterownik wyposażony jest standardowo w 4 czujniki temperatury. Pompa obiegu solarnego włączana jest w zależności od różnicy temperatury między czujnikami  $T_1$  i  $T_2$ . Czujnik  $T_3$  na powrocie pozwala bilansować uzyski ciepła. Sterownik współpracuje z elektronicznym przepływomierzem (w grupie pompowej). Regulacja obrotów pompy obiegowej – stała lub zmienna. Możliwe zastosowanie pompy elektronicznej. Czujnik  $T_4$  umożliwia sterowanie pracą kotła grzewczego w trybie podgrzewania c.w.u. – blokowanie pracy kotła przy osiągniętej temperaturze w górnej strefie podgrzewacza. Blokowanie pracy kotła - za pomocą wejścia sterującego w sterowniku kotła lub podłączenie dodatkowego opornika w obwód pomiaru temperatury c.w.u. przez sterownik kotła. Sterownik o zaawansowanych funkcjach pozwala także na obsługę pracy pompy cyrkulacyjnej c.w.u. oraz podłączenie systemu zdalnego nadzoru. Dodatkowo instalacja kolektorów słonecznych muszą zostać wyposażone w system upustu nadmiaru ciepła z systemu, w przypadku braku odbioru ciepła, aby nie dopuścić do przegrzania czynnika roboczego.

#### **4.5 Uruchomienie i próby instalacji**

Po wykonaniu montażu należy przeprowadzić na otwartych przewodach badanie szczelności instalacji na ciśnienie próbne zgodnie z procedurą przeprowadzania badań szczelności.

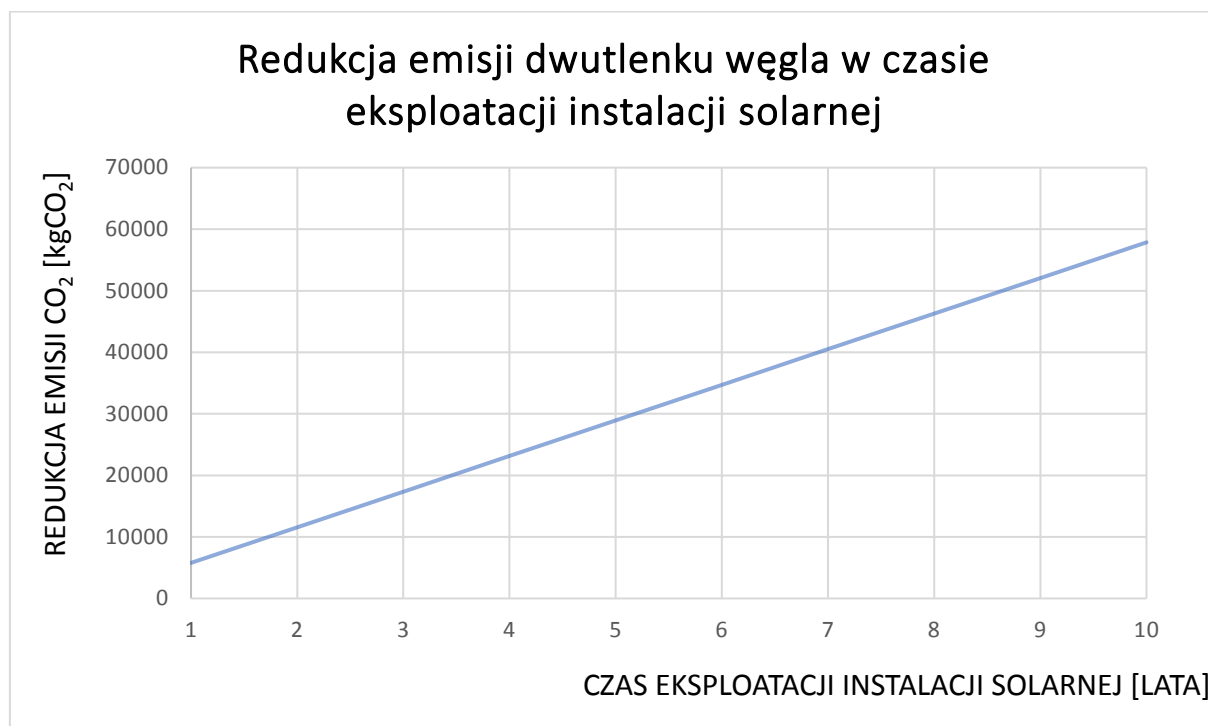
Regulację eksploatacyjną należy przeprowadzać po ustabilizowaniu przepływów czynnika w instalacji.

### **5. Analiza ekologiczna inwestycji**

Prócz aspektów ekonomicznych instalacja solarna ma również znaczny wpływ na środowisko. Energia wygenerowana przez zaprojektowaną instalację solarną będzie przekazana do podgrzania ciepłej wody użytkowej w budynku. Produkcja energii cieplnej z wykorzystaniem energii słonecznej pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku uzyskania energii w procesach konwencjonalnych.

Wartość emisji dwutlenku węgla przy produkcji 1MWh energii cieplnej, obliczona w oparciu o wartość wskaźnika emisji CO<sub>2</sub> (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 94,90 kg/GJ) wynosi 854,1 kgCO<sub>2</sub>/MWh. Na podstawie wyznaczonej emisji określono wartość całkowitej redukcji emisji dwutlenku węgla w założonym czasie eksploatacji instalacji solarnej.

Wyznaczoną wartość redukcji emisji dwutlenku węgla w zależności od czasu eksploatacji zaprojektowanej instalacji przedstawiono na Rys. 3.



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>

## 6. Analiza ekonomiczna inwestycji

Do uzyskania wyników poniższej analizy przyjęto następujące założenia:

- Koszt c.w.u. dla 4 osób
- Wielkość dofinansowania: 50%
- Cena instalacji zgodna z załączoną wyceną

Dla przyjętych założeń zwrot nakładów inwestycyjnych potrwa około dwóch lat. Dokładny czas zwrotu zależy od sposobu eksploatacji urządzeń.

## 7. Oferta na budowę instalacji w opraciu o proponowane urządzenia

**Tabela 3.** Kosztorys wykonania instalacji solarnej.

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Kolektor słoneczny próżniowy o powierzchni 1,9 m <sup>2</sup>	3	szt.
2	Zestaw przyłączeniowy kolektora	1	kpl.
3	Przewody solarne w otulinie	20	m
4	Elektroniczna grupa pompowa	1	Kpl.
5	Sterownik solarny	1	szt.
6	Podgrzewacz biwalentny 200 l	1	kpl.
7	Zespół naczynia przeponowego	1	kpl.
8	Konstrukcja aluminiowa	1	kpl.
9	Czynnik roboczy	30	l
Prace związane z montażem instalacji			
1	Montaż konstrukcji nośnej i kolektorów słonecznych	1	Kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Napełnienie instalacji czynnikiem		
5	Rozruch instalacji		
6	Konfiguracja systemu		
SUMA (brutto ,VAT 8%)=		8964 zł	
Wkład własny=		4814 zł	

## 8. Podsumowanie

Całość prac wykonać zgodnie z PB, PN, przepisami BHP, sztuką instalatorską i budowlaną. Zastosowane materiały winny posiadać odpowiednie świadectwa, deklaracje, certyfikaty dopuszczające je do użytku oraz montażu na terenie RP i UE.