

## **1. Cel wymiany obecnego źródła ciepła na kocioł gazowy**

Celem projektu jest montaż kotła na paliwo gazowe, którego zadaniem będzie przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz pokrycia zapotrzebowania na energię cieplną w budynku mieszkalnym. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł gazowy. Instalacja nowego 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 paliwa na podstawie informacji przekazanych przez inwestora oraz charakterystyki energetycznej budynku
- 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 kotła 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 w miejscowości 09-550 Szczawin Koś., przy ulicy Kaźmierków 6. Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny. Model danych klimatycznych mających określić temperaturę projektową w danej lokalizacji uwzględnia położenie geograficzne, na której planowany jest montaż kotła.

#### 3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

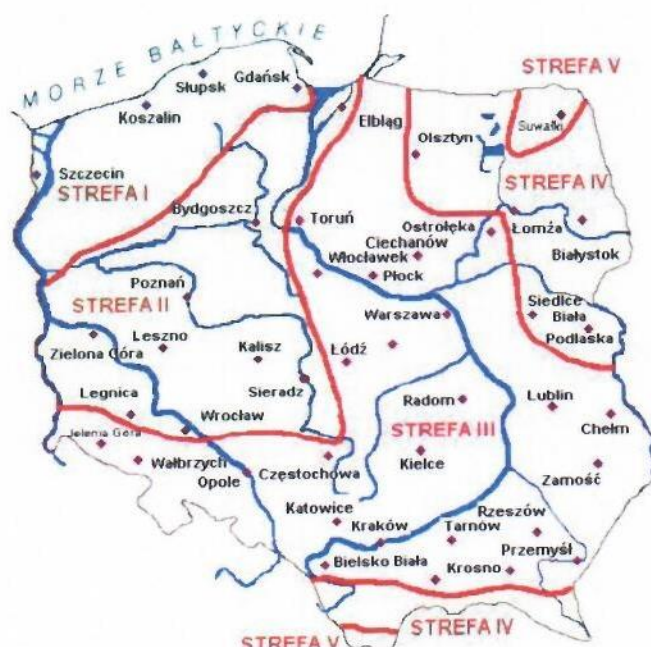
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

Dane o budynku	
Ulica	Kaźmierków 6
Miejscowość	09-550 Szczawin Koś.
Nr działki, obręb ewidencyjny	75, 140405_2.0021.75
Przeznaczenie budynku	budynek mieszkalny

#### 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 kotła na gaz, system montażowy

Urządzenie zostanie podłączone do istniejącej instalacji grzewczej. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono przeciwwskazań do montażu kotła gazowego. Należy pamiętać iż kocioł gazowy zasilany gazem ze zbiornika może być wykonany jedynie ponad poziomem gruntu. Ostateczne miejsce montażu należy uzgodnić z inwestorem podczas wizji lokalnej poprzedzającej procedurę projektową. Stan instalacji wentylacyjnej kotłowni został oceniony jako dobry, dopuszczający montaż wskazanych w opracowaniu urządzeń. Wykonawca zobowiązany jest do sprawdzenia drożności komina bezpośrednio przed przystąpieniem do prac montażowych.

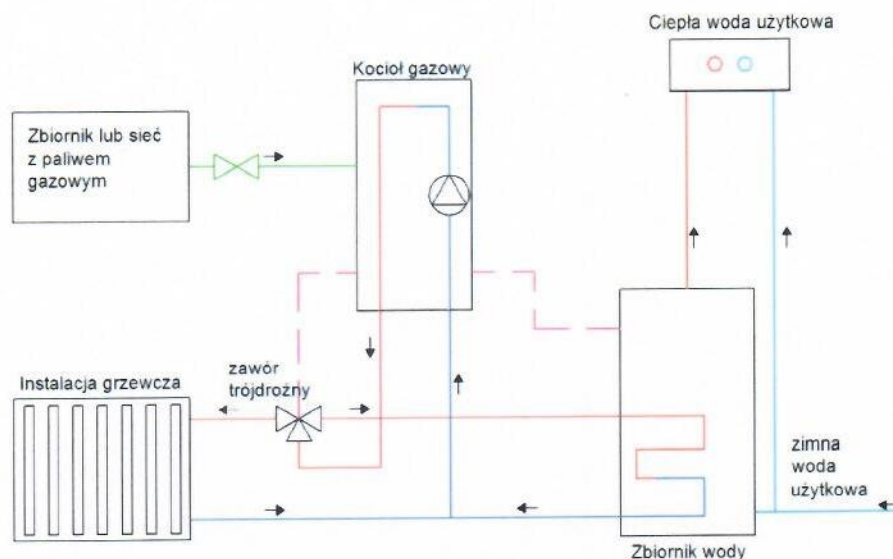
## 4. Koncepcja systemu grzewczego

Instalacja kotła gazowego projektowana jest w celu ograniczenia emisji substancji szkodliwych do atmosfery poprzez wykorzystanie gazu płynnego lub ziemnego jako głównego paliwa. Kocioł gazowy pozwala na ograniczenie czasu pracy oraz obsługi urządzenia. Zastosowanie kotła zasilanego gazem płynnym LPG lub ziemnym E(Lw, Ls) skutkuje minimalizacją wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko.

### 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Głównymi elementami zestawu jest kocioł wraz z wbudowanym zasobnikiem na paliwo gazowe, wysokoefektywna pompa, zawór bezpieczeństwa oraz palnik ze mieszaniną wstępną. Na rysunku 2 przedstawiono koncepcyjny schemat instalacji cieplnej.





Rys. 2 – Schemat ideowy instalacji cieplnej z kotłem gazowym

Dobór zestawu został dokonany na podstawie obliczeń opartych na założeniach przedstawionych przez inwestora. Poniżej przedstawiono charakterystykę obecnego źródła ciepła oraz wybranego zestawu kotła gazowego. Na podstawie obliczeń, których wyniki przedstawia (Tabela.3) zaproponowano wiszący gazowy kocioł kondensacyjny, minimalnej klasy energetyczności „A” o mocy modulowanej w zakresie 5-30 kW (możliwe +10%). Kocioł może być wyposażony w wbudowany zasobnik wykonany ze stali szlachetnej, ładowany warstwowo zgodnie z DIN 4753-3 o pojemności minimum 100 litrów, celem zwiększenia komfortu podgrzewu CWU. Dopuszczalny jest również montaż zasobnika zewnętrznego. System grzewczy powinien zautomatyzowany i dawać możliwość regulacji temperatury w poszczególnych pomieszczeniach. Kocioł powinien posiadać funkcję zmiany typu obsługiwanego gazu oraz precyzyjnego doboru mieszanki gazowo-powietrznej za pomocą zwężki Venturiego. Dopuszczalne ciśnienie paliwa gazowego na przyłączy zamieszczono w tabeli 3.

**Tabela 3.** Wyniki obliczeń doboru urządzenia grzewczego

Rodzaj gazu	Dopuszczalne ciśnienie na przyłączy [mbar]
E	17 – 25
Lw	16 – 23
Ls	10 – 16
LPG	37

Paliwo gazowe pobierane będzie ze zamontowanego zbiornika o pojemności 4850 l. Sposób montażu zbiornika (zbiornik naziemny, wkopany) należy dostosować do obowiązujących przepisów prawa budowlanego oraz uzgodnić z inwestorem.

Palnik gazowy, ze wstępnym mieszaniem modulujący moc cieplną paleniska w zakresie od kilkunastu procent do 100%, umożliwiający jak najdokładniejsze dopasowanie ciepła do aktualnego zapotrzebowania na energię grzewczą i ciepłą wodę użytkową. Wymiennik ciepła winien umożliwiać całoroczną pracę w kondensacji.

Kocioł powinien charakteryzować się znormalizowaną sprawnością maksymalną min. 108% oraz sezonową efektywnością energetyczną ogrzewania pomieszczenia na poziomie minimum 94%.

Kotły muszą spełniać wymagania dla klasy 5 (wg normy PN-EN 303-5:2012) jak i Dyrektywy EU o Eco Design, i dodatkowo posiadać sprawność powyżej 90%, a emisję pyłów poniżej 26 mg/m<sup>3</sup> spalin. Parametry te muszą być potwierdzone stosownym świadectwem, wydanym przez Polski instytut badawczy – Polską jednostkę akredytowaną.

**Tabela 4.** Wyniki obliczeń doboru urządzenia grzewczego

L.p.	Nazwa	
1	Obecnie stosowane paliwo	węgiel
2	Typ projektowanego kotła	kocioł gazowy zasilany gazem ciekłym
3	Moc projektowanego kotła	O mocy modulowanej w zakresie: 5-30 kW
4	Zewnętrzny zasobnik gazu	4850 l

## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Po zdemontowaniu istniejącego kotła, należy ocenić drożność przewodów kominowych oraz dokonać modernizacji istniejącej instalacji hydraulicznej kotłowni w celu przyłączenia projektowanego kotła gazowego. Podczas montażu należy zwrócić szczególną uwagę na zapewnienie dostępu serwisowego poprzez stosowanie do wytycznych producenta określających wymiary montażowe. Połączenie kominowe należy wykonać w sposób

zapewniający szczelność oraz należy zapewnić drożność kanału spalinowego. Należy zamontować wkład ze stali kwasoodpornej, należyty dla montowanego kotła.

Podczas rozruchu urządzenia należy stosować się do wskazówek producenta, prawidłowo przeprowadzony rozruch i konfiguracja parametrów pracy urządzenia ma znaczny wpływ na późniejszą prawidłową eksploatację. Wskazówki eksploatacyjne wraz z instrukcją obsługi należy przekazać inwestorowi po prawidłowym rozruchu.

## 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Instalacja grzewcza z wykorzystaniem kotła na paliwo gazowe ma znaczny wpływ na środowisko. Produkcja energii cieplnej z wykorzystaniem gazu ziemnego pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku wytwarzania energii cieplnej w procesie spalania paliw kopalnych. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.3).



Rys. 3. Redukcja emisji CO<sub>2</sub>



## 6. Oferta na budowę instalacji w oparciu o proponowane urządzenia

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Kocioł gazowy kondensacyjny o mocy modulowanej w zakresie 5-30 kW	1	kpl.
2	Zestaw przyłączeniowy kotła	1	kpl.
3	Niezbędna armatura hydrauliczna	1	kpl.
4	Sterownik pozwalający na kontrolę pracy urządzenia	1	kpl.
5	Zbiornik paliwa o pojemności 4850 l	1	szt.
6	Wkład kominowy ze stali kwasoodpornej	1	kpl.
<b>Prace związane z montażem kotła</b>			
1	Demontaż starego i montaż nowego kotła oraz zasobnika paliwowego	1	kpl.
2	Prowadzenie tras rurociągów		
3	Podłączenie do obecnej instalacji		
4	Rozruch instalacji		
5	Konfiguracja systemu		
<b>SUMA (netto)=</b>			
<b>SUMA (brutto)=</b>			
<b>WKŁAD WŁASNY INWESTORA</b>			
<b>DOFINANSOWANIE ZE ŚRODKÓW RPO</b>			

## 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 i UE.

## **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 75 w obrębie ewidencyjnym 140405\_2.0021.75. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest dach. 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

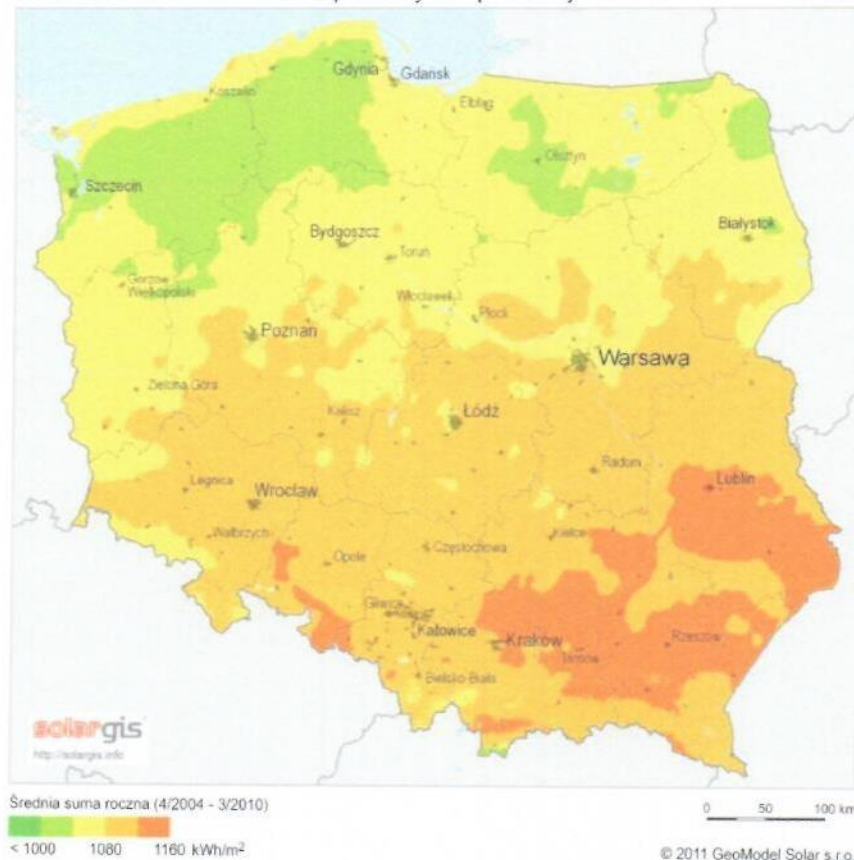
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

Dane o budynku	
Ulica	Kaźmierków 6
Miejscowość	09-550 Szczawin Koś.
Nr działki i obręb ewidencyjny	75, 140405_2.0021.75
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 na 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 klemy montażowe. W przypadku montażu na dachu budynku, technologia montażu ma zapewnić nie pogorszoną 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 przekształcanie 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.

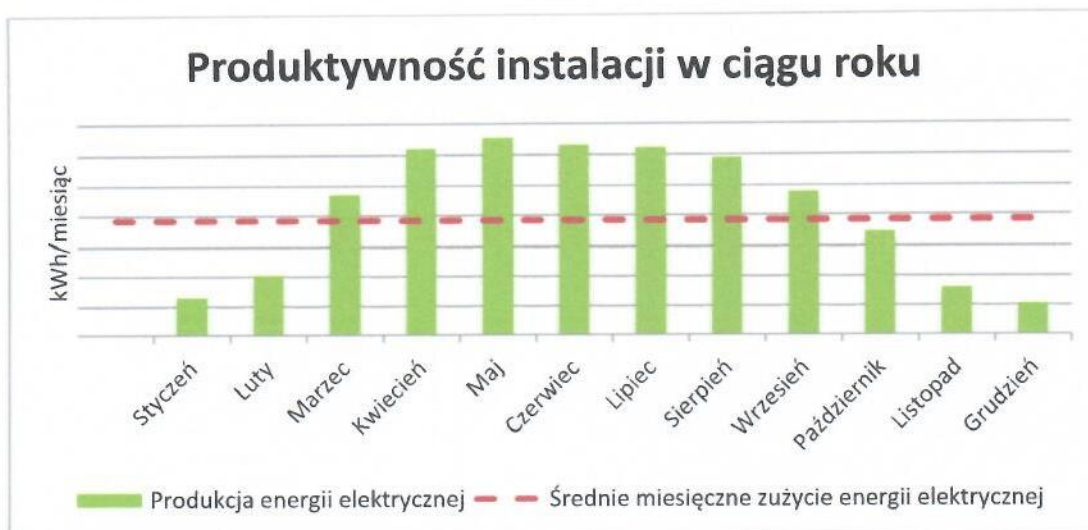
Dobry do instalacji falownik należy przewymiarować tzn. moc falownika powinna być mniejsza niż maksymalna moc produkowana przez panele fotowoltaiczne. Zabieg ten stosuje się, aby falownik podczas eksploatacji pracował ze swoją nominalną mocą, co przekłada się na wysokie współczynniki sprawności falownika.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

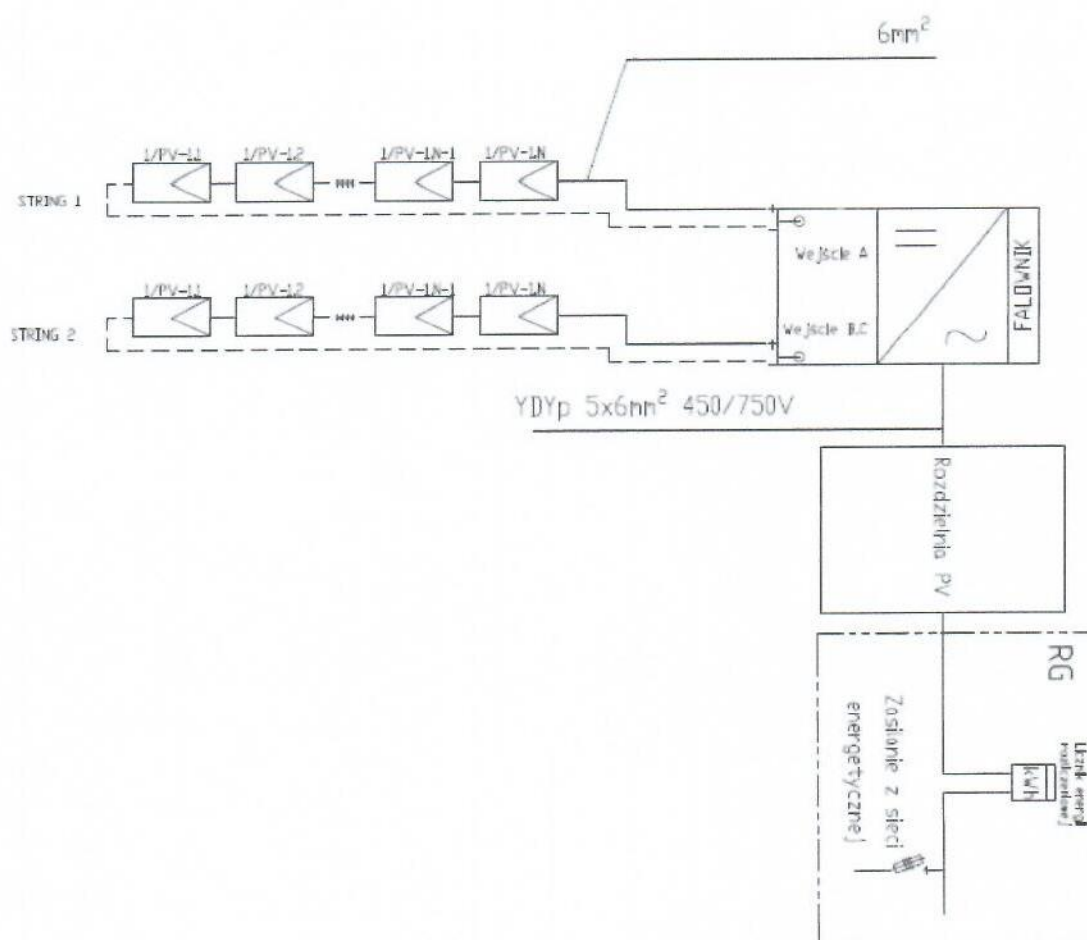
Parametry okablowania DC:





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

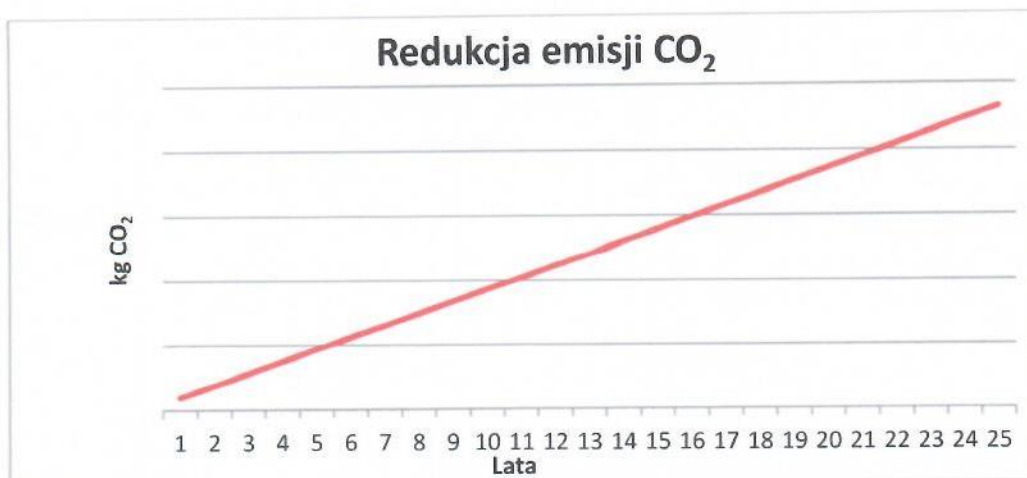
**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 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: 0,55 zł
- Wartość dofinansowania: 74% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{6449,41}{3828} = 2 \text{ lata}$$

$K_i$  = 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 2 lata. Został on obliczony uwzględniając wkład własny mieszkańca.



Podsumowując, inwestycja związana z wykorzystaniem ogniw fotowoltaicznych do wytwarzania energii elektrycznej, zwróci się po okresie 2 lat. Biorąc pod uwagę średnią żywotność paneli PV (25 ÷ 30 lat) inwestycja jest opłacana ponieważ już w 2 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 modulem 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 przeciwprzebieciowym (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 % )=			
Wkład własny=			

## 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.