

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

Celem projektu jest montaż kotła na biomasę (pellet), którego zadaniem będzie przygotowanie ciepłej wody użytkowej oraz pokrycia zapotrzebowania na energię cieplną w budynku mieszkalnym. Głównym źródłem ciepła w budynku będzie kocioł pelletowy. Instalacja wybranego źródła ciepła ma na celu zminimalizowanie wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko (w procesie spalania biomasy nie wytwarza się więcej dwutlenku węgla niż w trakcie procesu fotosyntezy w czasie swojego wzrostu).

## **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 Gołas 12. 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

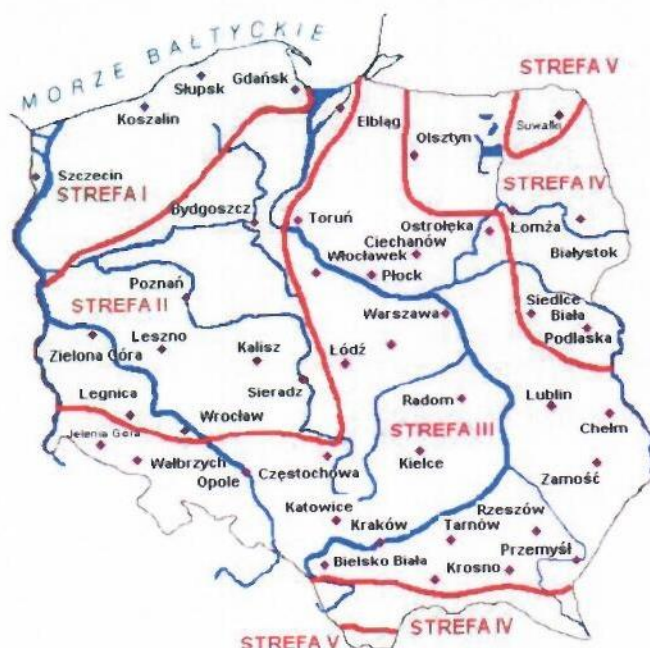
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

Dane o budynku	
Ulica	Gołas 12
Miejscowość	09-550 Szczawin Koś.
Nr działki, obręb ewidencyjny	145/4, 140405_2.0006.145/4
Przeznaczenie budynku	budynek mieszkalny

### 3.2 Uwarunkowania meteorologiczne

Położenie obiektu, w którym planowany jest montaż, na mapie ma wpływ na pracę instalacji oraz na dobór mocy projektowanego kotła. W zależności od współrzędnych geograficznych rozbieżności w temperaturach projektowych mogą mieć znaczącą wartość i wpływ na zapotrzebowane na ciepło w budynku. 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 pellet, system montażowy

Kocioł zostanie zainstalowany w istniejącej kotłowni znajdującej się w budynku mieszkalnym. Urządzenie zostanie podłączone do istniejącej instalacji grzewczej. Podczas wizji lokalnej nie stwierdzono przeciwwskazań do montażu kotła pelletowego. 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 pelletowego projektowana jest w celu ograniczenia emisji substancji szkodliwych do atmosfery poprzez wykorzystanie biomasy jako głównego paliwa. Pełna automatyka kotła na pellet pozwala na ograniczenie czasu pracy oraz obsługi urządzenia. Zastosowanie kotła opalanego biomasą skutkuje minimalizacją wpływu procesu spalania paliw kopalnych na środowisko.

### 4.1 Dobór urządzeń składowych instalacji

Głównymi elementami zestawu jest kocioł wraz z sterownikiem, palnik z systemem automatycznego rozpalania, oraz zasobnik na pellet z automatycznym podajnikiem ślimakowym (Rys. 2). Dobór zestawu został dokonany na podstawie obliczeń opartych na założeniach przedstawionych przez inwestora. Poniżej przedstawiono charakterystykę obecnego źródła ciepła oraz wybranego zestawu kotła na pellet. Na podstawie obliczeń, których wyniki przedstawia (Tabela.3) zaproponowano samoczynny kocioł pelletowy stalowy/żeliwny piątej klasy energetycznej o mocy grzewczej 25 kW. Palnik z automatycznym wkładem, rozpalaniem i dodatkowym podajnikiem wewnętrznym. Sterowanie pogodowe, obsługujące pracę min 4 pomp utrzymujących zadaną temperaturę kotła i c.w.u. Kocioł

powinien posiadać funkcję, która pozwoli na automatyczne adaptowanie parametrów pracy do jakości pelletu. Dopuszcza się montaż urządzeń o mocy grzewczej rozbieżnej o +/- 10% od mocy wskazanej w opracowaniu.

**Wymagane parametry pracy kotła:**

- Minimalna sprawność kotła 90%
- Maksymalna temperatura zasilania 95 °C
- Maksymalna temperatura powrotu 70 °C
- Minimalna temperatura powrotu czynnika grzewczego 55 °C
- Dopuszczalne ciśnienie robocze kotła do 2 barów
- Maksymalna dopuszczalna wysokość słupa wody nie może przekraczać 20 m
- Kocioł można eksploatować w pomieszczeniach posiadających skuteczną wentylację i nawiew powietrza.
- Kocioł powinien być eksploatowany przy różnicy temperatur zasilania i powrotu w zakresie 10 – 20 °C
- Przy ściankach kotła i w powiązaniu z toksycznymi związkami zawartymi w produktach spalania tworzy substancje żrące, mogące powodować korozję kotła, tym samym powodujące skrócenie pracy kotła.
- Najbardziej efektywną pracę kotła zapewnia eksploatacja kotła z mocą około 80% mocy nominalnej przy temperaturze zasilania 65 – 70 °C
- W celu uzyskania wydłużonej gwarancji na kocioł konieczne jest zastosowanie ochrony temperatury powrotu czynnika grzewczego.
- Średnia temperatura spalin 180 °C
- Komora spalania i wymiennik wykonane z blachy kotłowej o minimalnej grubości 5 mm, o zwiększonej odporności na korozję, temperaturę i działanie związków tlenku siarki i azotu.
- Trójciągowy przepływ spalin
- Spaliny z kotła muszą być odprowadzone do samodzielnego komina, o średnicy i wysokości dobranej do mocy kotła, zapewniającej bezpieczną pracę urządzenia.
- Do każdego kotła musi być dołączona dokumentacja techniczno-ruchowa (DTR), instrukcja montażu kotła, instrukcja obsługi i bezpiecznego użytkowania, uproszczona instrukcja obsługi urządzenia w języku polskim opisująca w skrócie podstawowe czynności obsługowe i sposoby reagowania na mogące pojawić się typowe problemy.



Kocioł stalowy, trójciągowy, z wymiennikiem o konstrukcji płomieniówkowo - półkowej w układzie poziomym, (z poziomym przepływem spalin), wyposażony w wodną podłogę i urządzenie do awaryjnego odprowadzenia nadmiaru ciepła - w przypadku montażu w układzie ciśnieniowym – zamkniętym, zgodnie z PN-EN 303.5-2012. Grubość blachy, z której wykonany jest wymiennik w kotle, nie mniej niż 5 mm.

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.

Kotły mają być wyposażone w pelletowe palniki wrzutkowe, modułowane w zakresie 30 % - 100 % mocy, do automatycznego spalania pelletu o średnicy 6 – 8 mm.

Palnik ma być wyposażony w element do samoczynnego zapłonu, fotoelement do kontroli stanu pracy palnika i czujnik temperatury palnika. Dla poprawienia efektywności spalania palnika przy niskich obciążeniach, palnik ma posiadać cylindryczną budowę komory spalania ze skośną podłogą, dzięki czemu paliwo usypuje się wzdłuż komory paleniskowej

Palnik ma być wyposażony w mechaniczny zgarniacz szlaki, kształtem odpowiadający kształtowi skośnej podłogi paleniska, dla skutecznego usuwania produktów spalania, występujących podczas spalania paliw o niższej jakości, a co za tym idzie, o wyższej zawartości popiołu. Praca zgarniacza szlaki kontrolowana jest przez regulator kotłowy pozwalający na zmianę czasu pomiędzy cyklami jego pracy palnika stanowiąc zwarte złoże.

Sterownik kotła powinien być wyposażony w duży czytelny wyświetlacz umożliwiający intuicyjną obsługę. W podstawowej wersji regulator powinien sterować pracą palnika, układu podawania paliwa oraz podstawowych funkcji hydraulicznych kotła i instalacji centralnego ogrzewania. W standardowej wersji sterownik powinien co najmniej sterować pompą centralnego ogrzewania, pompą ciepłej wody użytkowej, pracą palnika i układu podawania paliwa. Sterownik w wersji podstawowej będzie posiadał możliwość precyzyjnego sterowania pracą kotła zarówno w trybie automatycznym ( spalanie pelletu) jak również przy spalaniu drewna lub brykietów drzewnych na ruszcie awaryjnym. Opcjonalnie jako rozszerzenie funkcjonalności sterownika powinien on mieć możliwość rozbudowy o funkcję sterowania pogodowego, sterowanie zaworami mieszającymi na obiegach grzewczych, współpracy z panelem zdalnego sterowania z termostatem pokojowym, współpracy z buforem ciepła i pompą cyrkulacyjną ciepłej wody użytkowej, dodatkowym układem mechanicznego uzupełniania paliwa w zasobniku trzykotłowym oraz możliwość współpracy z modulem internetowym umożliwiającym zdalne sterowanie pracą kotła przez Internet. Zasadą jest montaż sterownika w wersji podstawowej. Rozbudowa sterownika o dodatkowe funkcje będzie możliwa za dodatkową opłatą w 100 % pokrytą przez mieszkańca.

Ochrona temperaturowa – aby uzyskać przedłużoną maksymalną gwarancję na szczelność korpusu kotła należy zastosować jedno z dwóch rozwiązań zabezpieczających temperaturę powrotu czynnika grzewczego do kotła:

- Zamontować zawór trzydrogowy lub czterodrogowy dla celów regulacyjnych ustalających temperaturę instalacji
- Zamontować zawór temperaturowy zabezpieczający powrót kotła przed wpływaniem czynnika grzewczego o temperaturze niższej niż 55 °C

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

L.p.	Nazwa	
1	Obecnie stosowane paliwo	węgiel
2	Typ projektowanego kotła	pellet
3	Nowy wkład kominowy	tak
4	Moc projektowanego kotła	25 kW

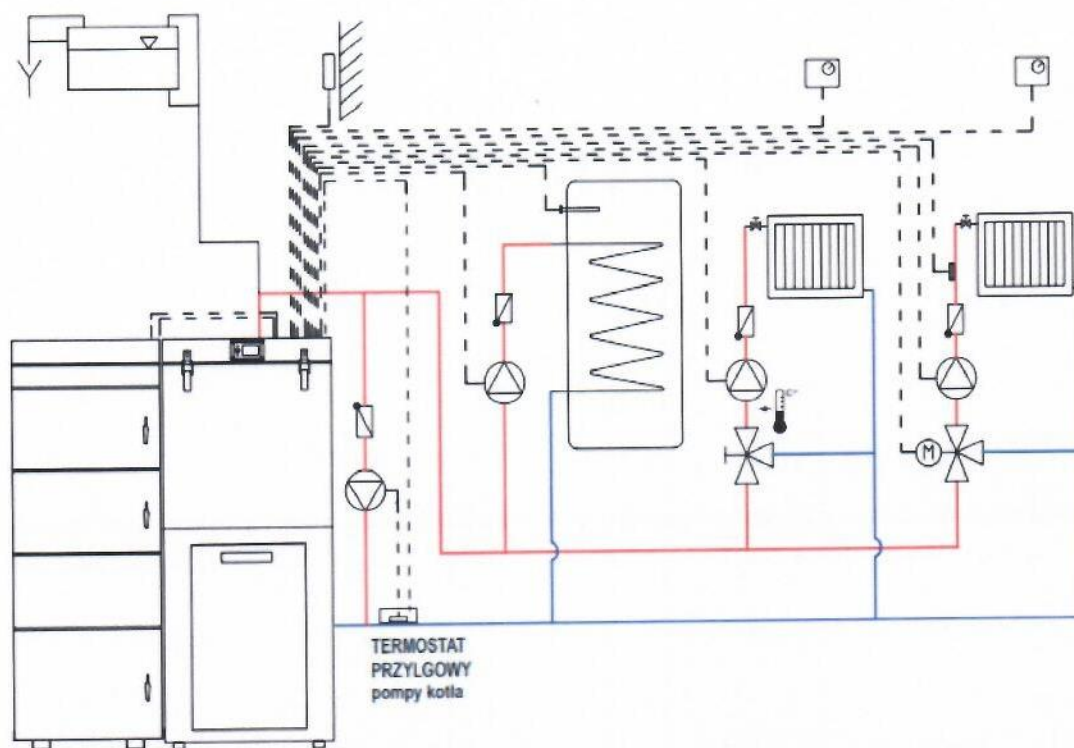
## 4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Po zdemontowaniu istniejącego kotła, należy ocenić drożność przewodów kominowych oraz dokonać modernizacji istniejącej instalacji hydraulicznej kotłowni w celu przyłączenia projektowanego kotła pelletowego. Palnik ma być wyposażony w element do samoczynnego zapłonu, fotoelement do kontroli stanu pracy palnika i czujnik temperatury palnika, wymaga to zastosowania dedykowanych przez producenta rozwiązań. Podczas montażu należy zwrócić szczególną uwagę na zapewnienie dostępu serwisowego poprzez stosowanie do wytycznych producenta określających wymiary montażowe. Projektowane urządzenie posiada możliwość konfiguracji ustawienia zasobnika względem kotła oraz drzwi dostępowych do komory spalania. Połączenie kominowe należy wykonać w sposób zapewniający szczelność oraz należy zapewnić drożność kanału spalinowego.

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.



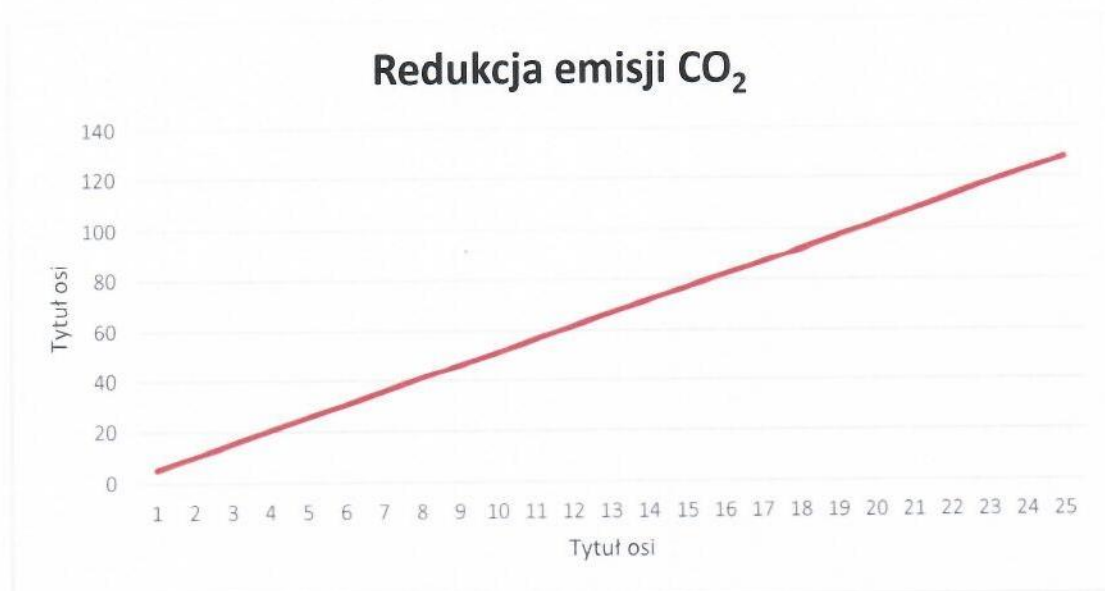
#### 4.3 Przykładowy schemat instalacji z kotłem na pellet



Rys. 2 Przykładowy schemat instalacji z kotłem na pellet (źródło: <https://www.hewalux.pl>)

### 5. Analiza ekologiczna inwestycji

Instalacja grzewcza z wykorzystaniem kotła na pellet ma znaczny wpływ na środowisko. Produkcja energii cieplnej z wykorzystaniem biomasy pozwala na redukcję emisji dwutlenku węgla, która miałaby miejsce w wypadku wytwarzania energii cieplnej w procesie spalania paliw kopalnych. Dane potrzebne do poniższej analizy zostały zaczerpnięte z raportów Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami.. Dla proponowanej instalacji wskaźnik ten pokazuje poniższy wykres (Rys.2).



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

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

L.p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1	Kocioł na pellet 25 kW z palnikiem ze zgarniaczem	1	kpl.
2	Zestaw przyłączeniowy kotła	1	kpl.
3	Przepływomierz zintegrowany	1	kpl.
4	Wyłącznik krańcowy drzwi paleniska	1	kpl.
5	Termostat bezprzewodowy	1	kpl.
6	Czujnik zatoru pelletu	1	kpl.
7	Termometr analogowy i zawirowywacze	1	kpl.
8	Niezbędna drobna armatura hydrauliczna	1	kpl.
Prace związane z montażem kotła			
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		
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 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 145/4 w obrębie ewidencyjnym 140405\_2.0006.145/4. 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

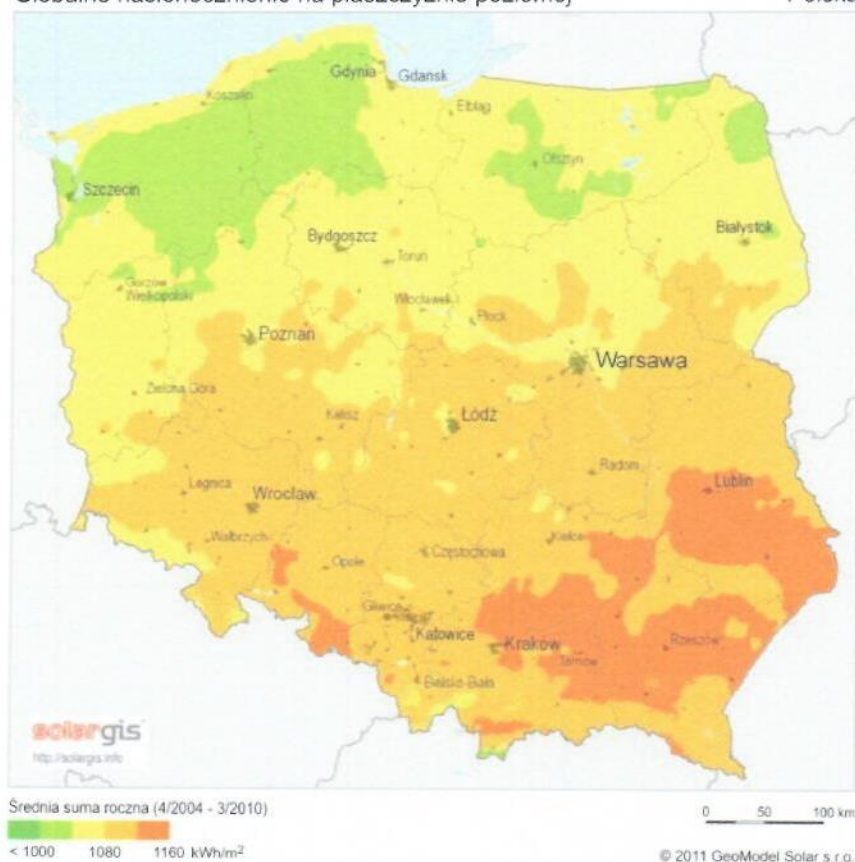
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

Dane o budynku	
Ulica	Gołas 12
Miejscowość	09-550 Szczawin Koś.
Nr działki i obręb ewidencyjny	145/4, 140405_2.0006.145/4
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 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 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:  $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- 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 zwarceniowe.

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 4,06 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.

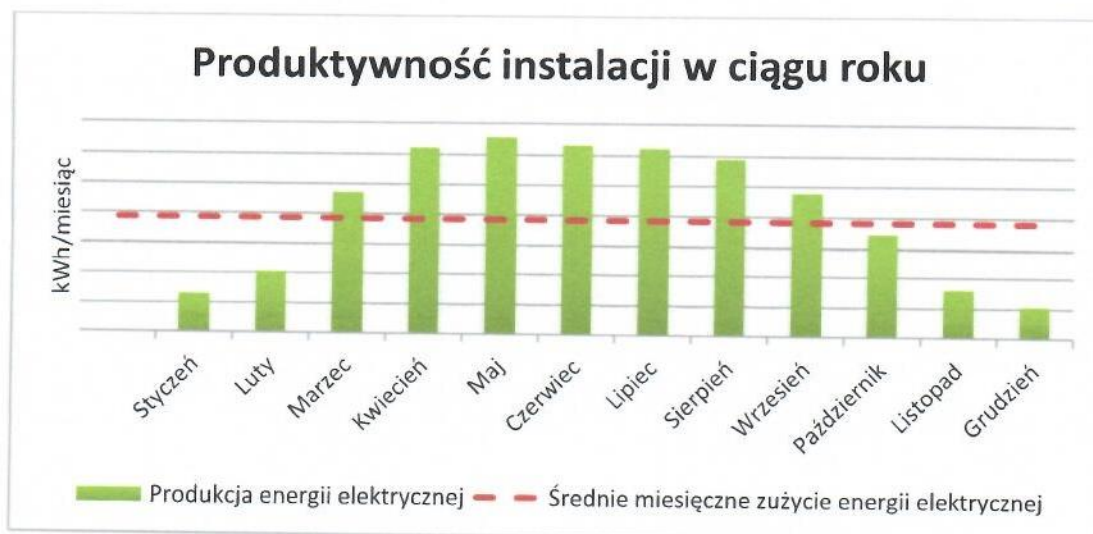
### 4.3 Wymiarowanie instalacji

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

Wymiarowanie instalacji		
	Jednostka	Wartość
Liczba modułów	szt.	14
Moc modułu	Wp	290
Moc instalacji	kWp	4,06
Moc falownika	kW	4
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	1000
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	4060

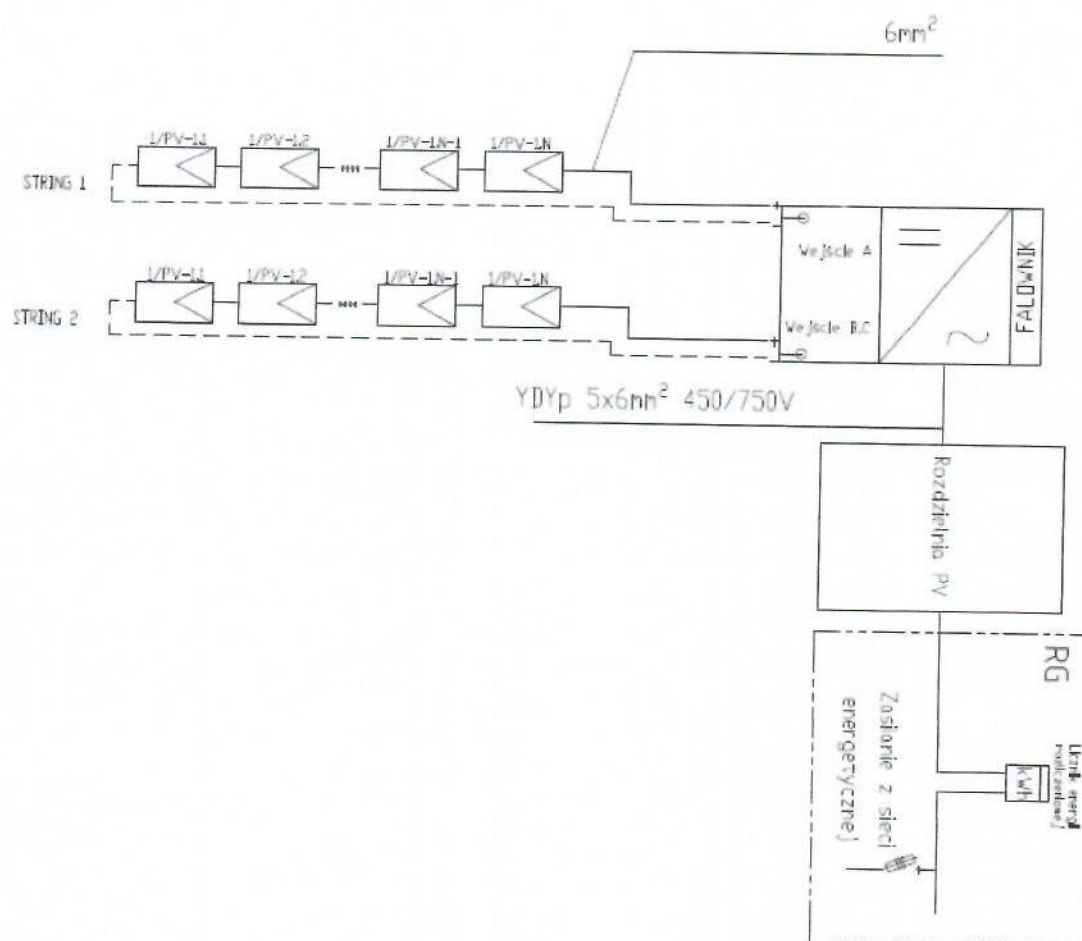
### 4.4 Produktywność elektrowni

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. 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

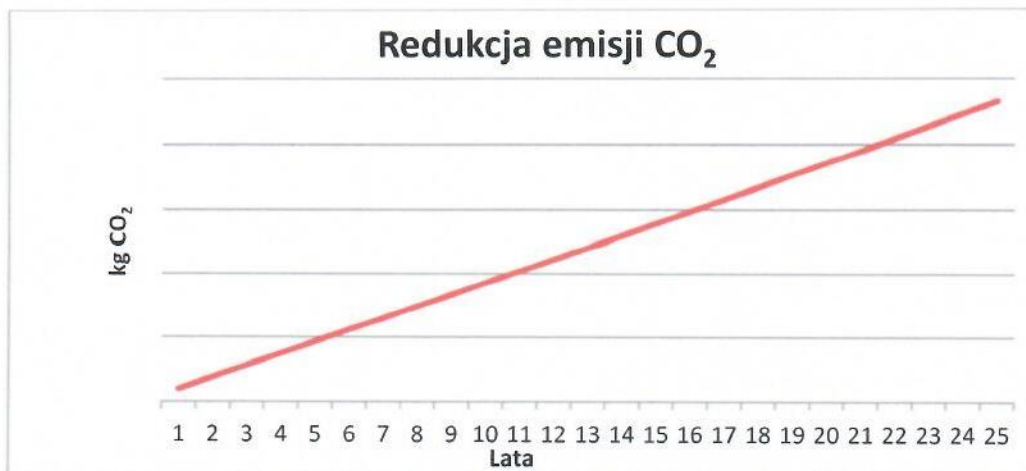
**AC** – YDYp 5x 6 mm<sup>2</sup> 450/750V

#### 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{3762,16}{2233} = 2 \text{ lata}$$

$K_i$  = 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	14	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modulem 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 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.