

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 304 w obrębie ewidencyjnym 140405_2.0039.304
Jego przeznaczenie określone zostało przez inwestora jako budynek mieszkalny całoroczny.

3.1 Dane o lokalizacji budynku inwestora

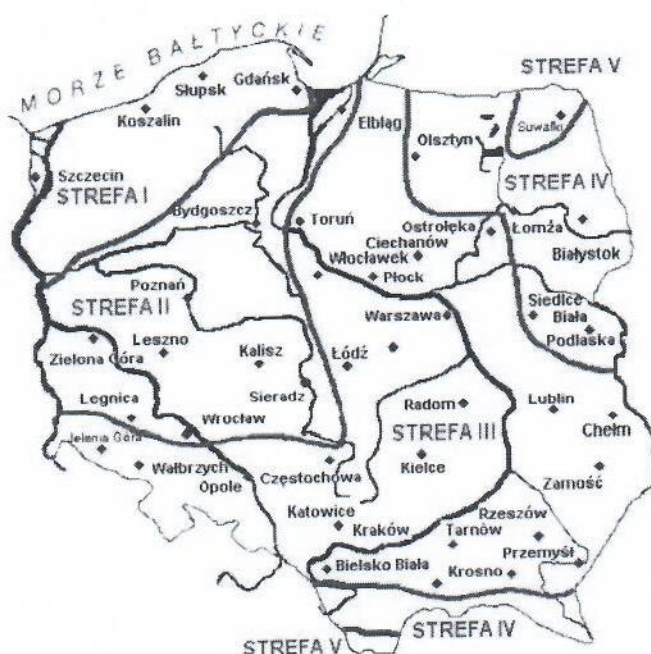
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

Dane o budynku	
Ulica	ul. Spokojna 3
Miejscowość	09-550 Szczawin Koś.
Nr działki	304
Obręb ewidencyjny	140405_2.0039.304

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	15 kW

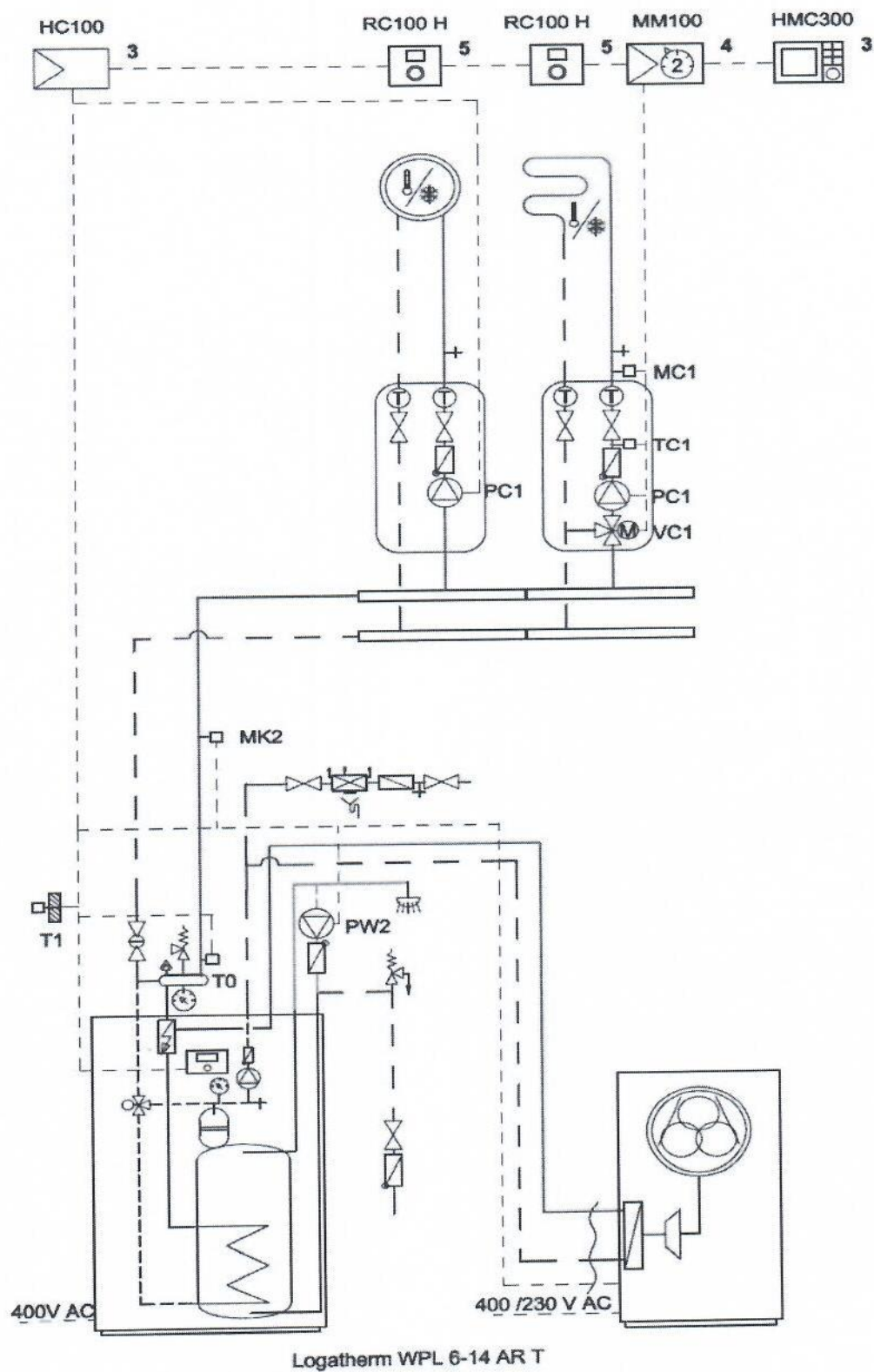
4.2 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

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.

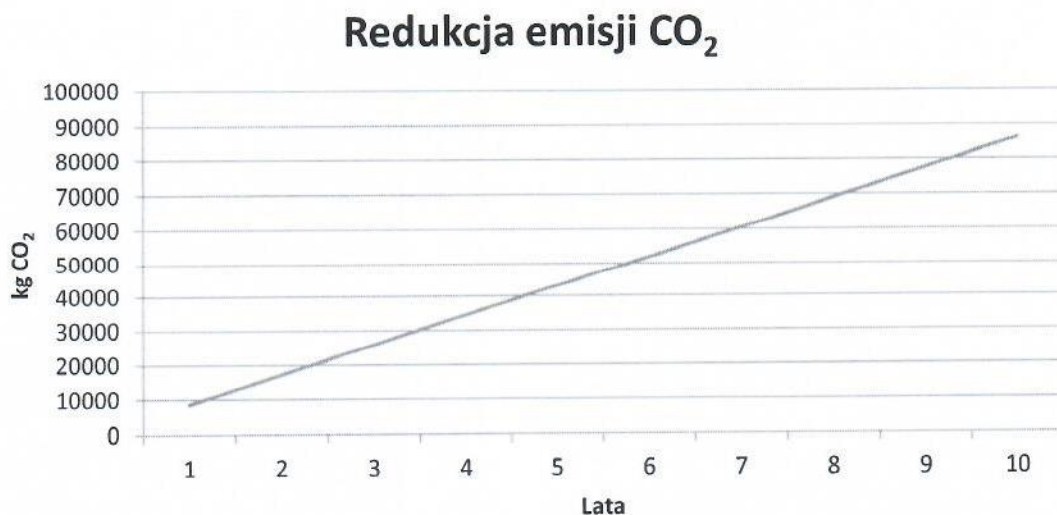
4.3 Schemat technologiczny instalacji powietrznej pompy ciepła



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 CO₂

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%)=			
Wkład własny=			

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.

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 304 w obrębie ewidencyjnym 140405_2.0039.304. 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

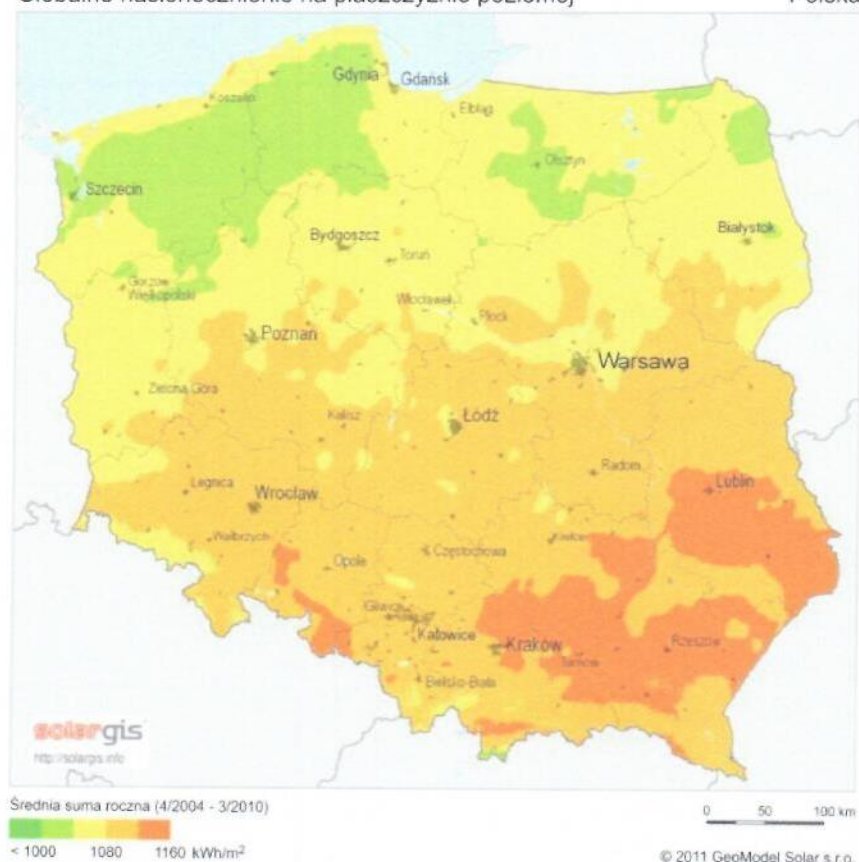
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

Dane o budynku	
Ulica	ul. Spokojna 3
Miejscowość	09-550 Szczawin Koś.
Nr działki i obręb ewidencyjny	304, 140405_2.0039.304
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 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 10,15 kW będzie składał się z 35 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 mm² 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 mm²
- 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 mm², 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 10,15 kW będzie składał się z 35 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.	35
Moc modułu	Wp	290
Moc instalacji	kWp	10,15
Moc falownika	kW	10
Roczna jednostkowa produkcja energii	kWh/kWp	1000
Roczna całkowita produkcja energii	kWh	10150

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.

4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji

Proponowane rozwiązanie zakłada realizację elektrowni o mocy znamionowej 10,15 kW. Zakłada ono posadowienie 35 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 6mm² 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 6mm² 0,6/1 kV

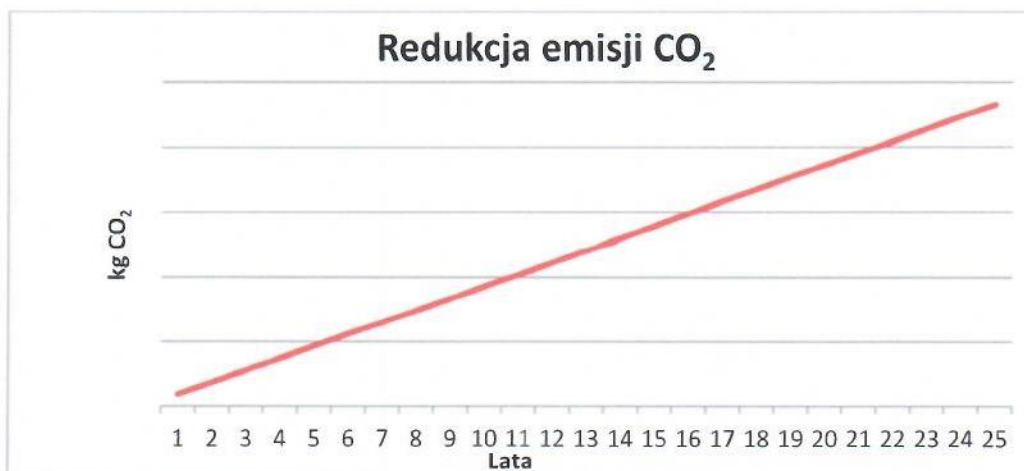
AC – YDYp 5x 10 mm² 450/750V

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 CO₂ (podanego przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, równego 95,48 kg/GJ) wynosi 859 kgCO₂/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 CO₂

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 CO₂.

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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{9405,4}{5582,5} = 2 \text{ lata}$$

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	35	szt.
2	Trójfazowy inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji	1	szt.
3	Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV	35	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.