

Temat:

**PROJEKT INSTALACJI
FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY
ZNAMIONOWEJ 9,6 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 2/W/PV/2020

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 9,6 kW. 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 68/3 w obrębie ewidencyjnym Bielsk. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

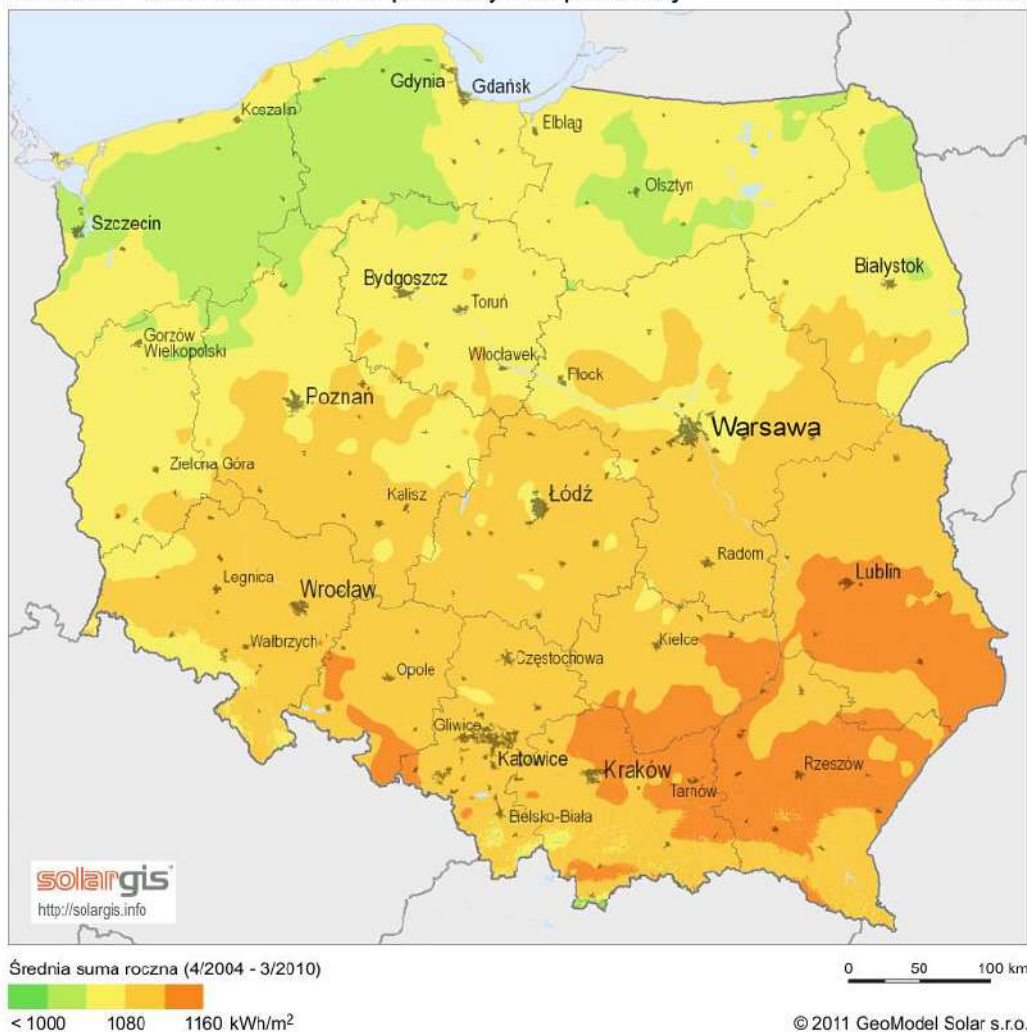
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|--------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Bielsk |
| Rodzaj poszycia dachowego | papa |

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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na papa 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,6 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. Złączeni 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|---------------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 9,6 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

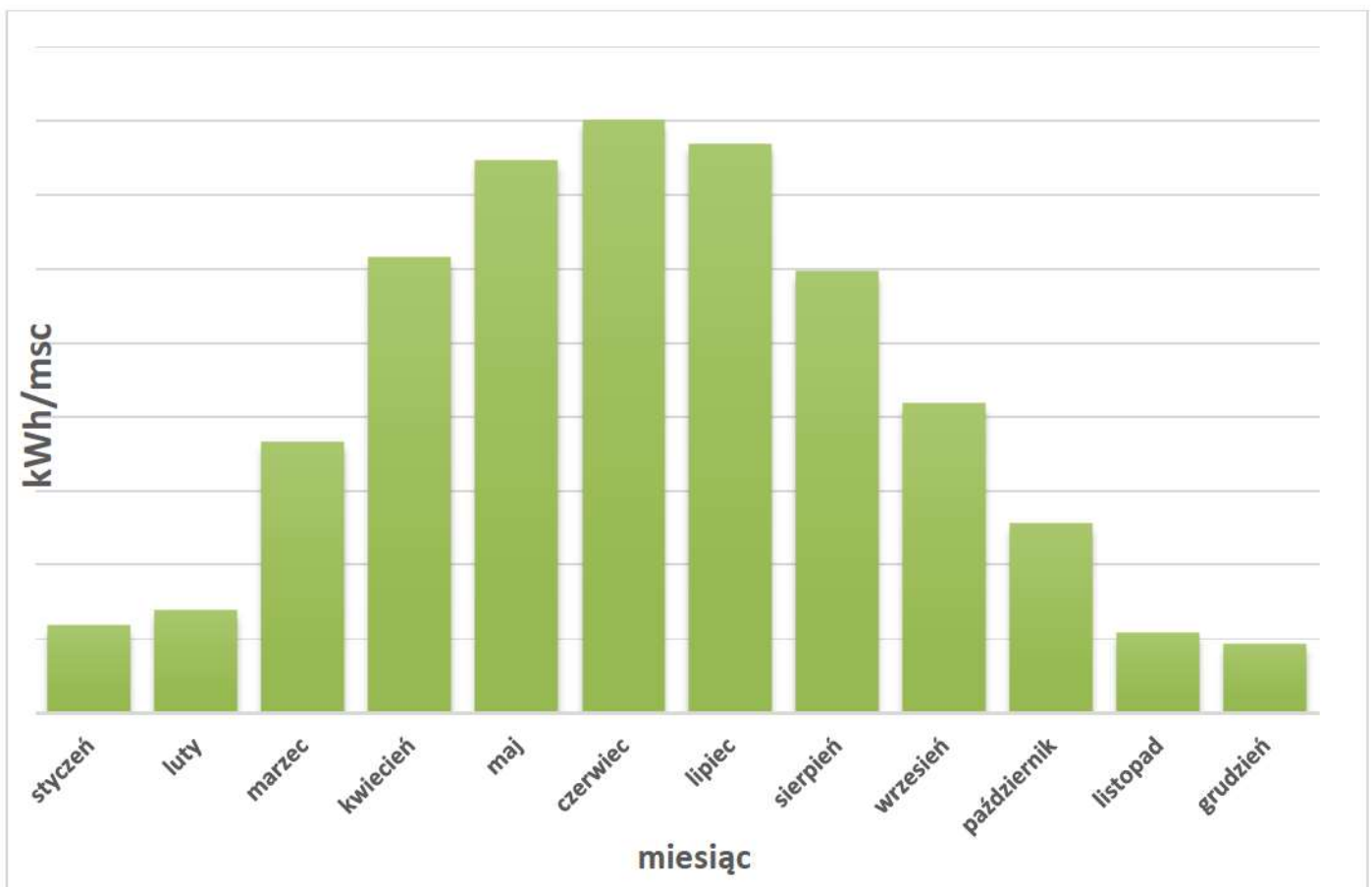
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|--------------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 30 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 20000 |
| Moc instalacji | kWp | 9,6 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 9120 |

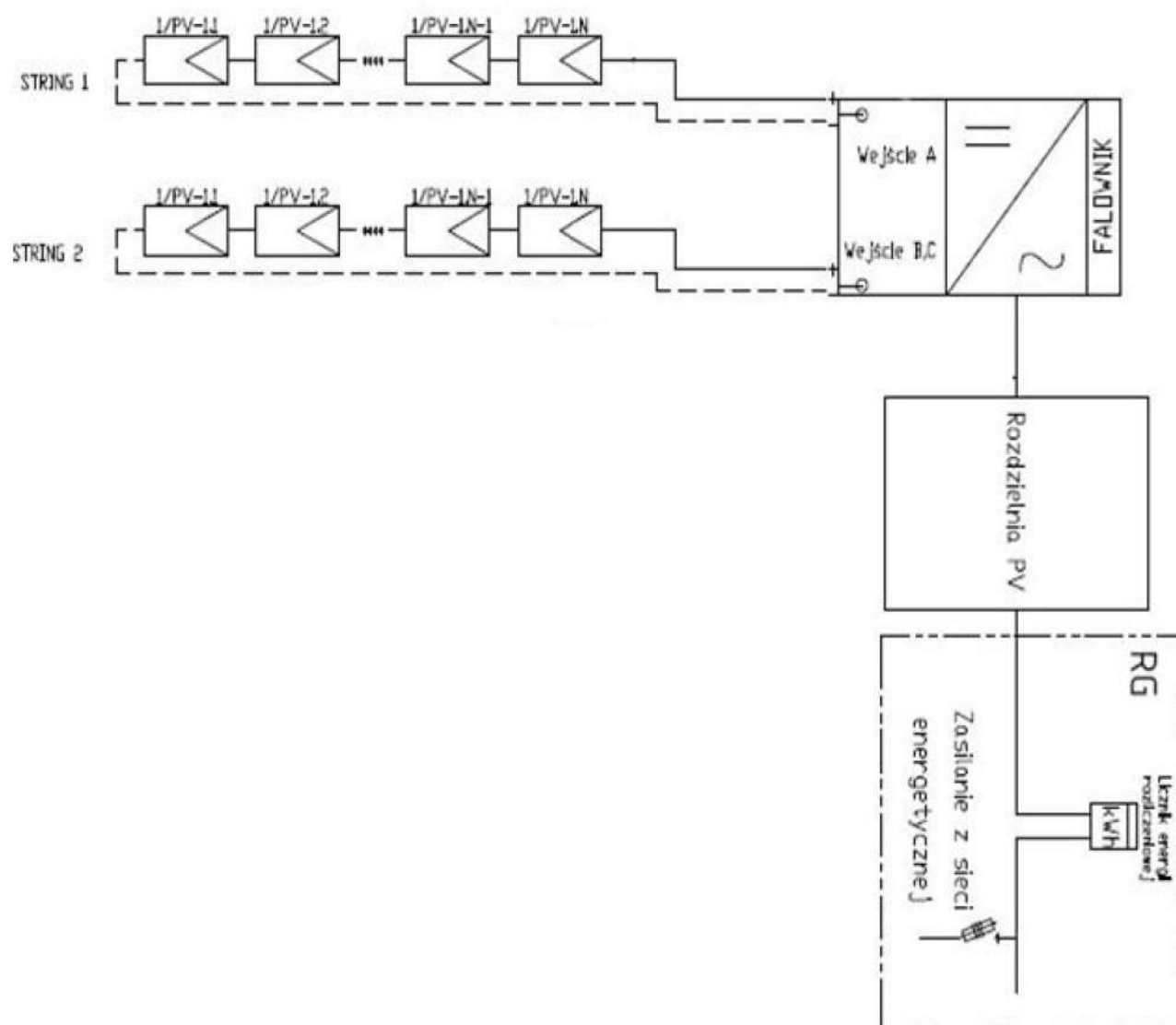
4.4 Produktywność elektrowni

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 9,6 kW. Zakłada ono posadowienie 30 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

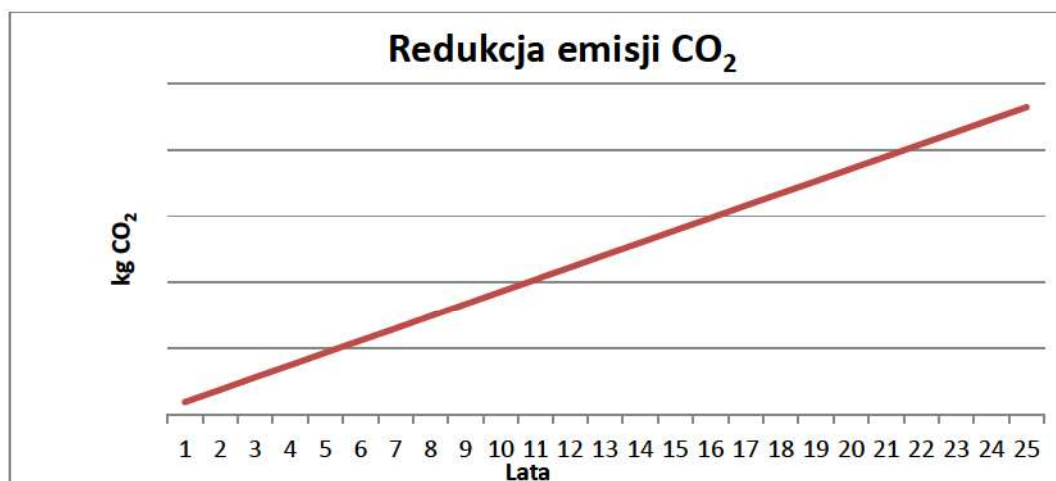
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{5909,76}{5038,8} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 30 | szt. |
| 2 | 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 | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 5,76 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 4/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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 | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 5,76 kW. 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 283/1 w obrębie ewidencyjnym Bielsk. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

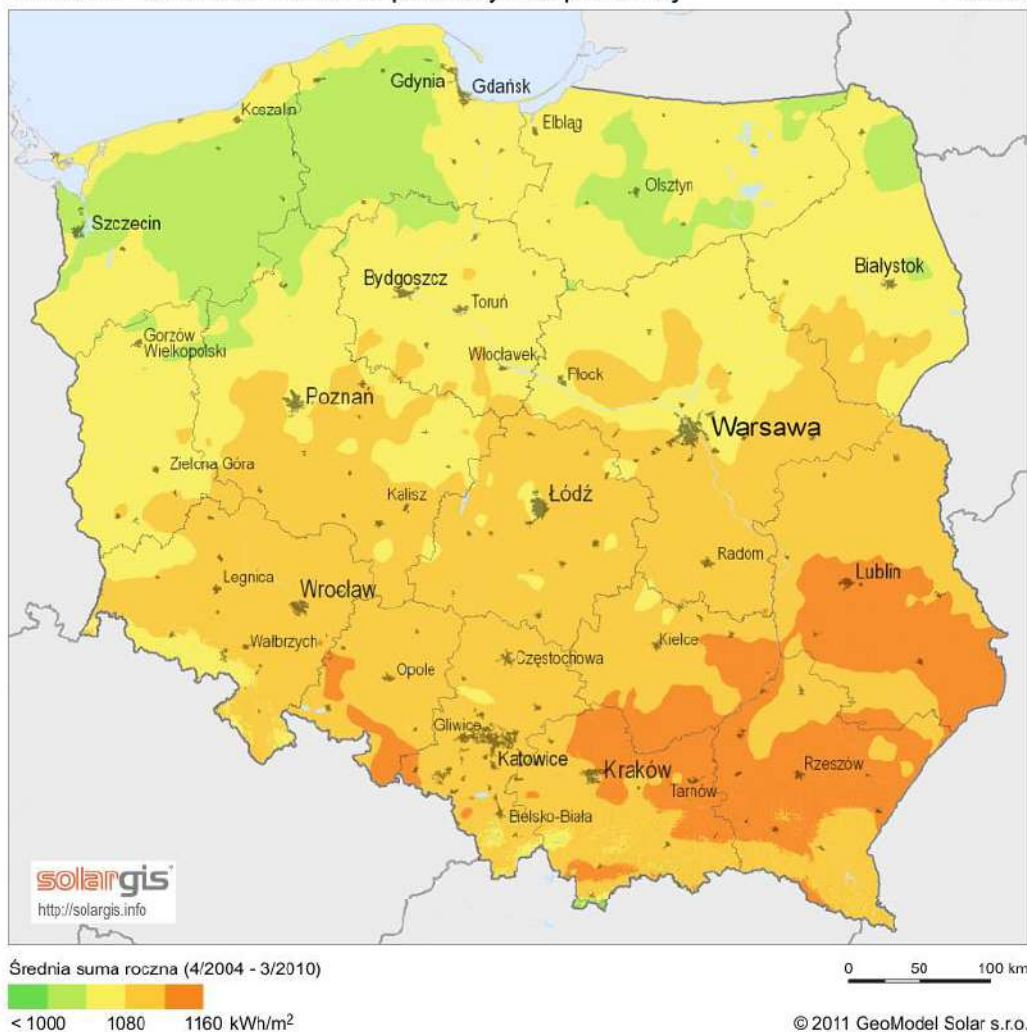
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|-------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Bielsk |
| Rodzaj poszycia dachowego | papa płaski |

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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na papa płaski 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,76 kW będzie składał się z 18 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|---------------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 5,76 kW będzie składał się z 18 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

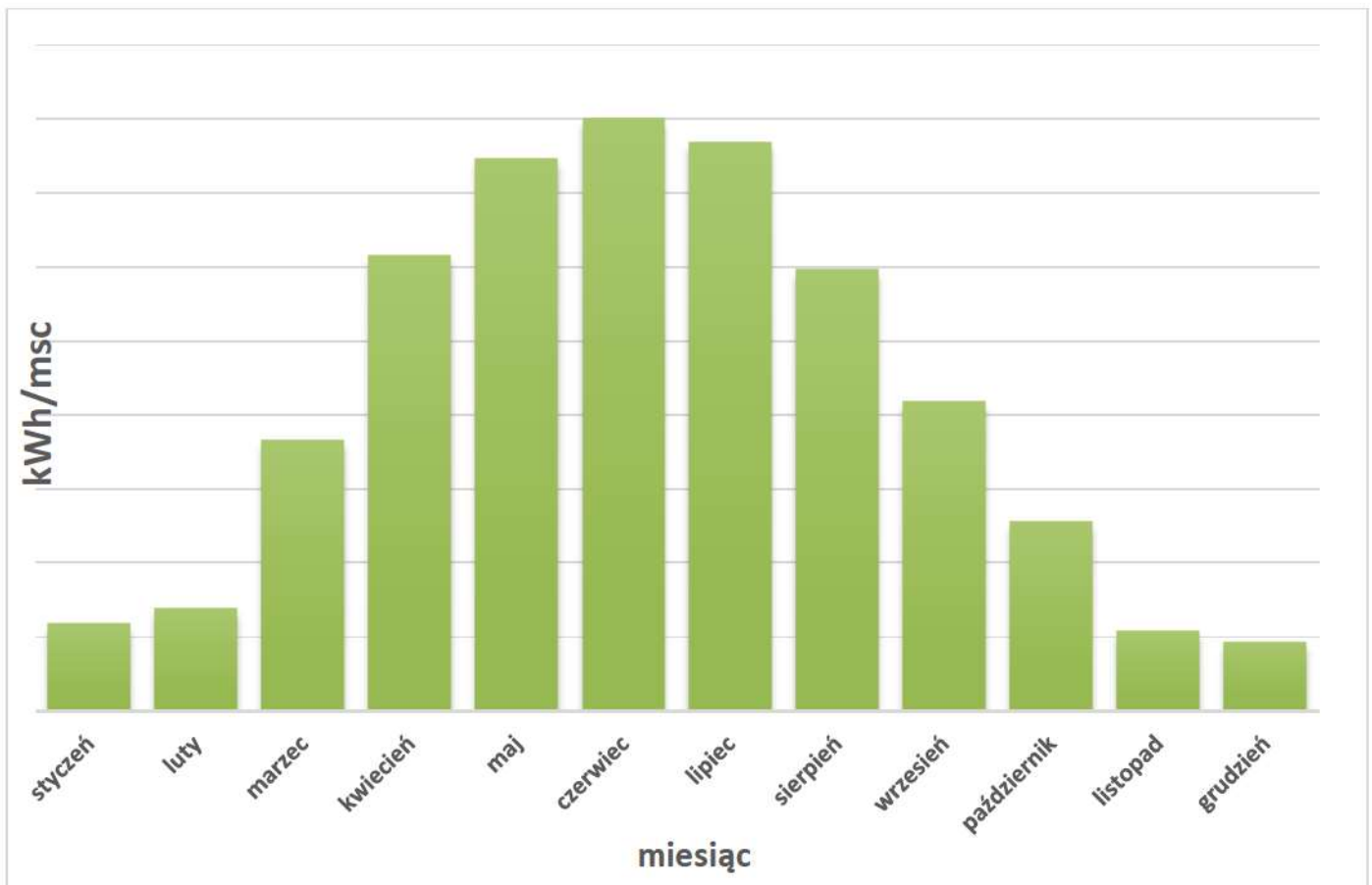
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 18 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 5200 |
| Moc instalacji | kWp | 5,76 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 5470 |

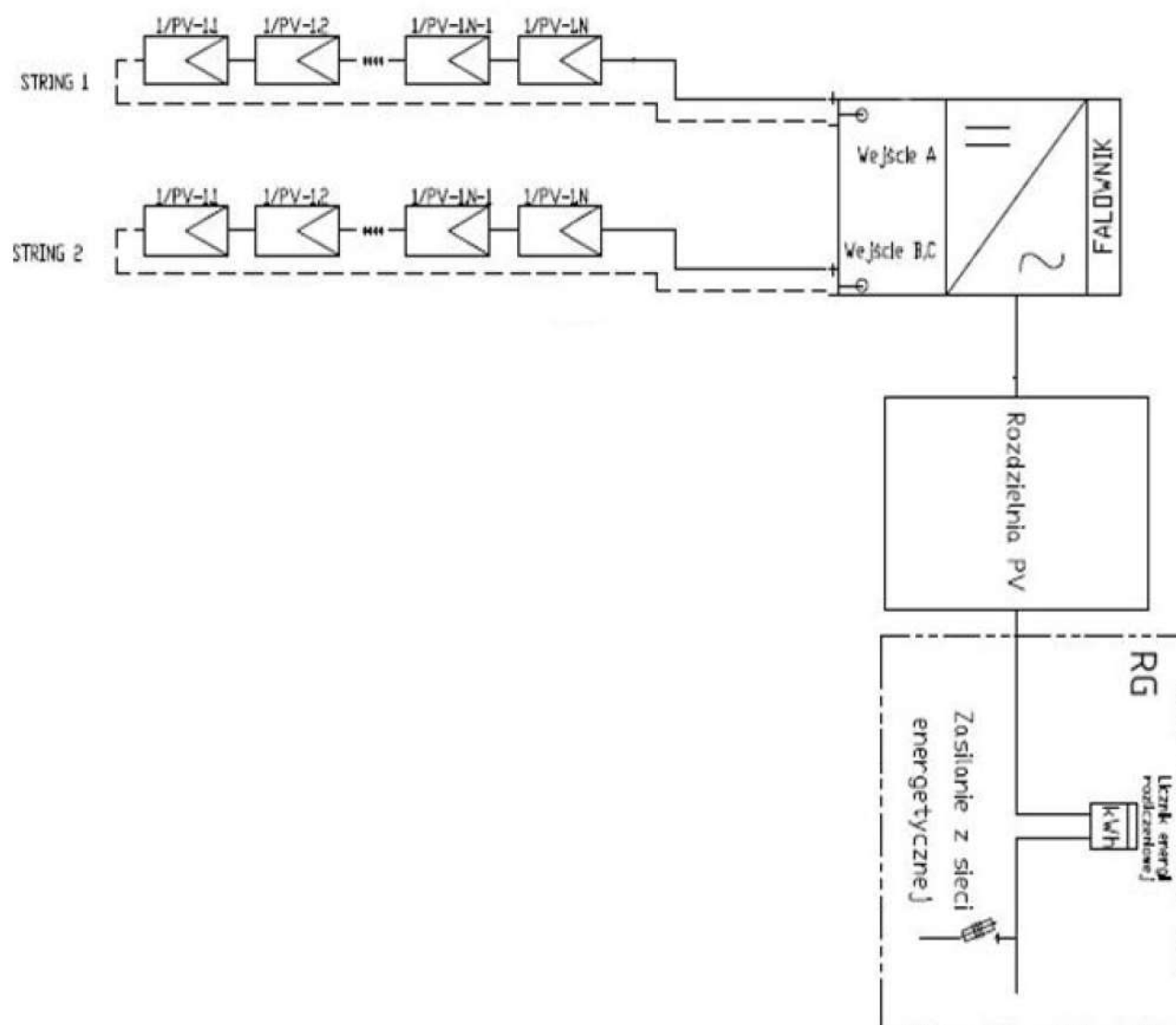
4.4 Produktywność elektrowni

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 5,76 kW. Zakłada ono posadowienie 18 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

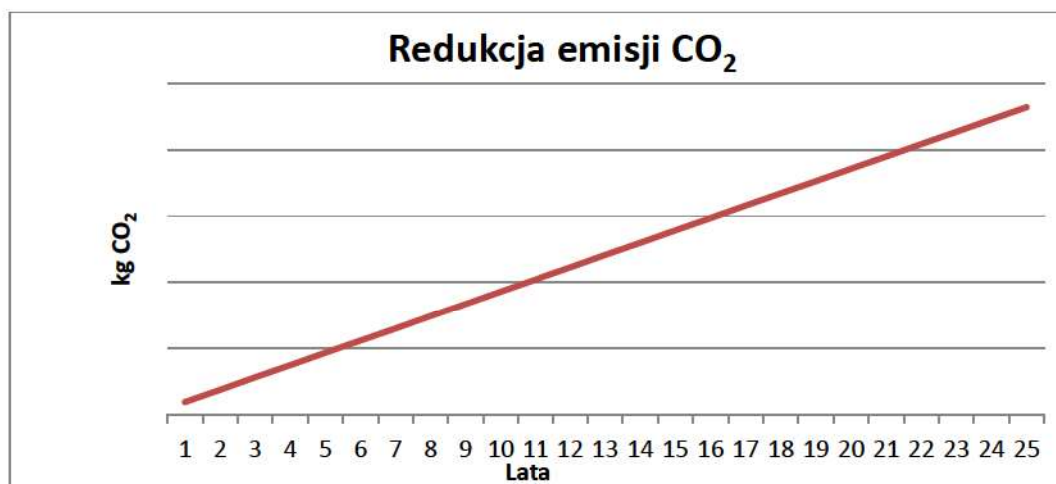
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{3545,86}{3022,18} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 18 | szt. |
| 2 | Inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji | 1 | szt. |
| 3 | Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV | 18 | kpl. |
| 4 | Okablowanie solarne DC 1000V | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 7,68 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 6/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 7,68 kW. 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 105/1 w obrębie ewidencyjnym Borówno. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

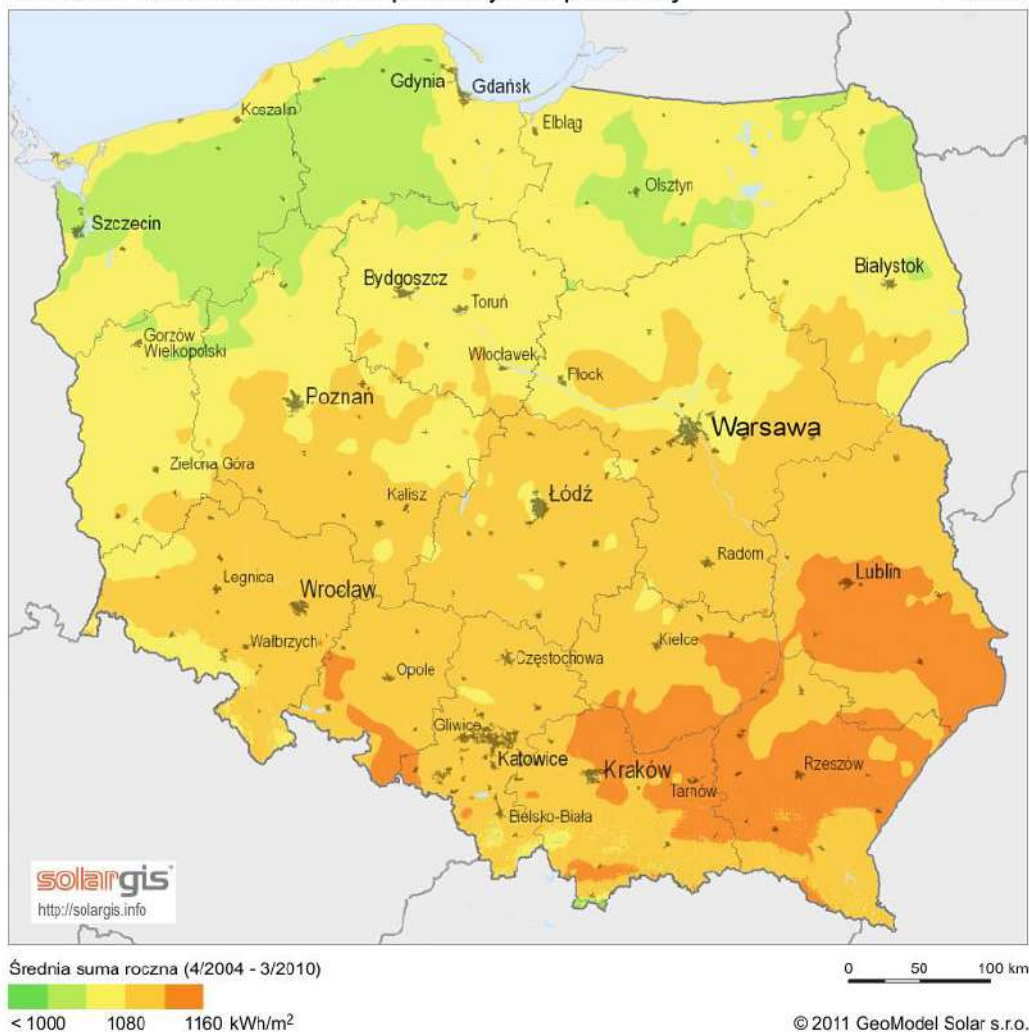
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|---------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Borówno |
| Rodzaj poszycia dachowego | 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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe + wschód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na gruncie 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 monokrystaliczne.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 7,68 kW będzie składał się z 24 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. 4 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 5x4 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. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system. 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|---------------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 7,68 kW będzie składał się z 24 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

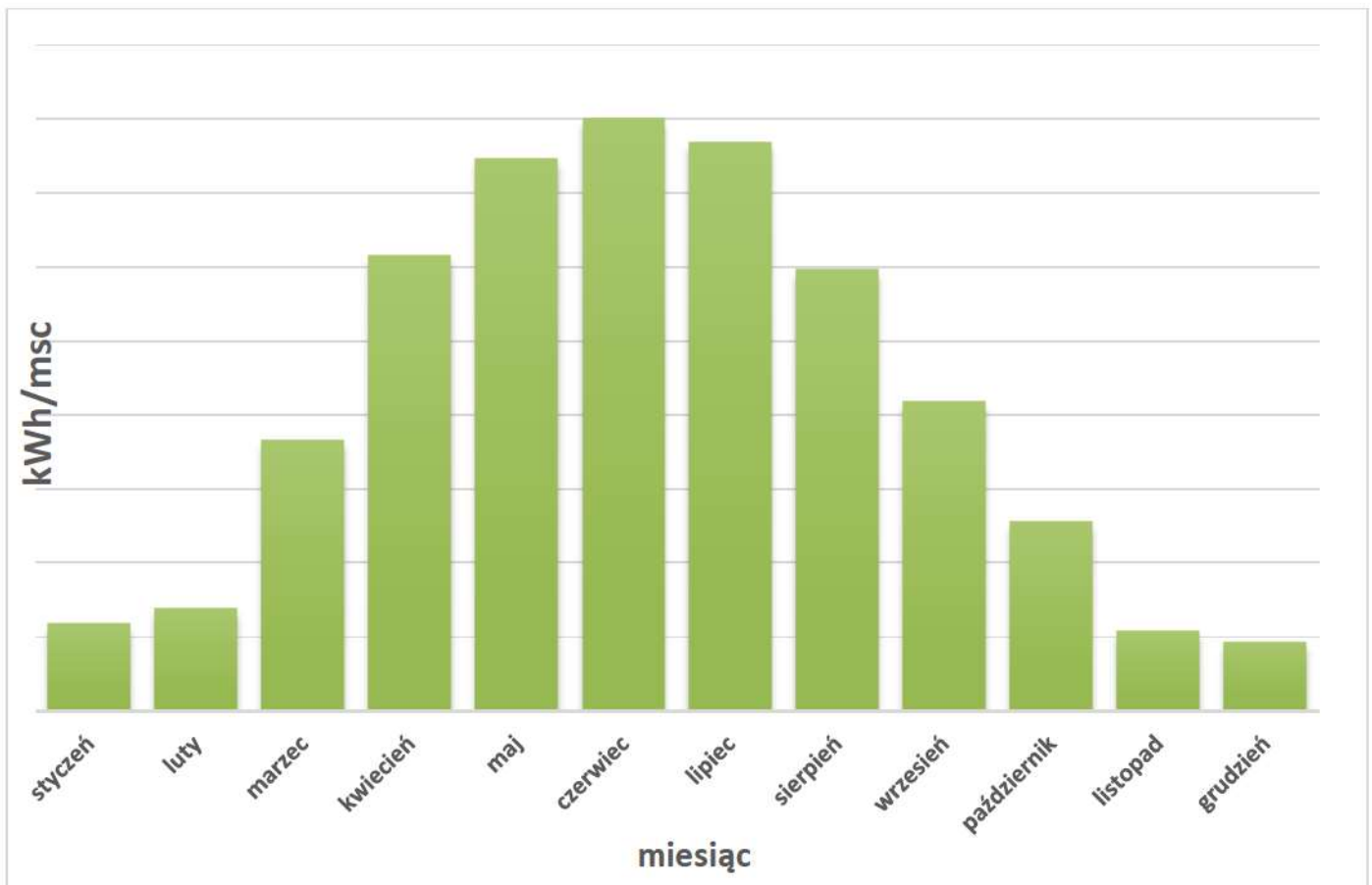
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 24 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 7000 |
| Moc instalacji | kWp | 7,68 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 7300 |

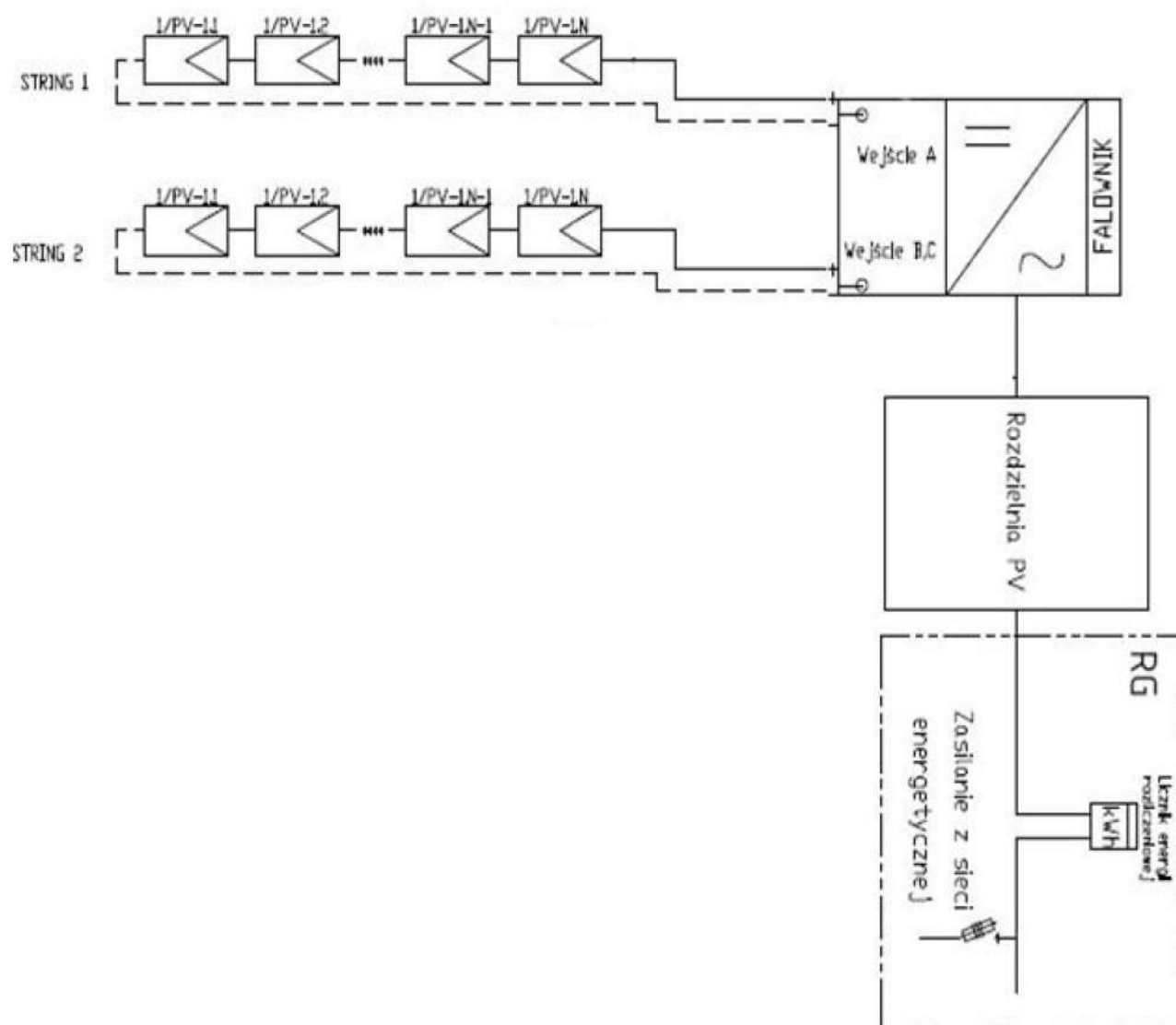
4.4 Produktywność elektrowni

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 7,68 kW. Zakłada ono posadowienie 24 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

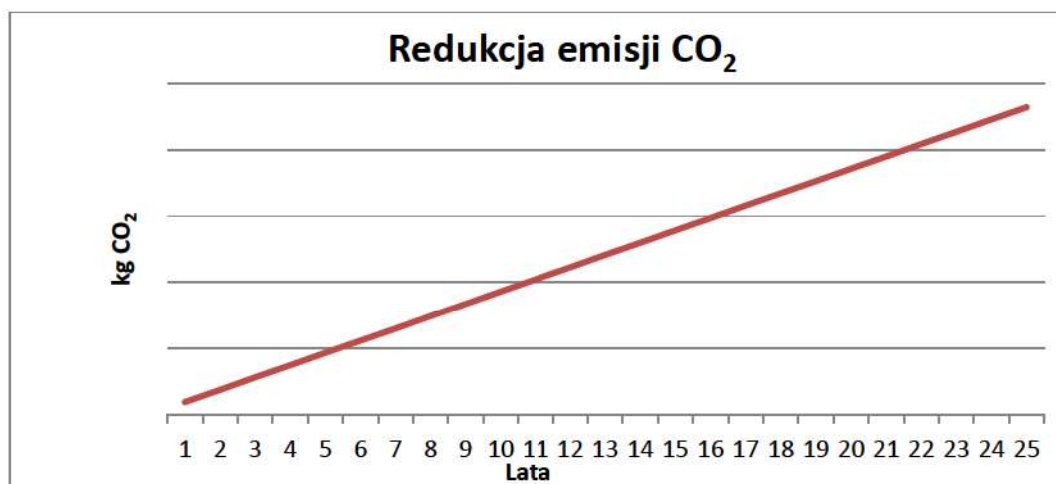
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{4727,81}{4033,25} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 24 | szt. |
| 2 | 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 | 100 | 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 4 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 rozdzielni PV | | |
| 4 | Podpięcie do RG budynku | | |
| 5 | Montaż falowników i ich konfiguracja | | |
| 6 | Konfiguracja systemu | | |
| SUMA (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 5,76 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 7/W/PV/2020

Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 5,76 kW. 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 214/3 w obrębie ewidencyjnym Chełmonie. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

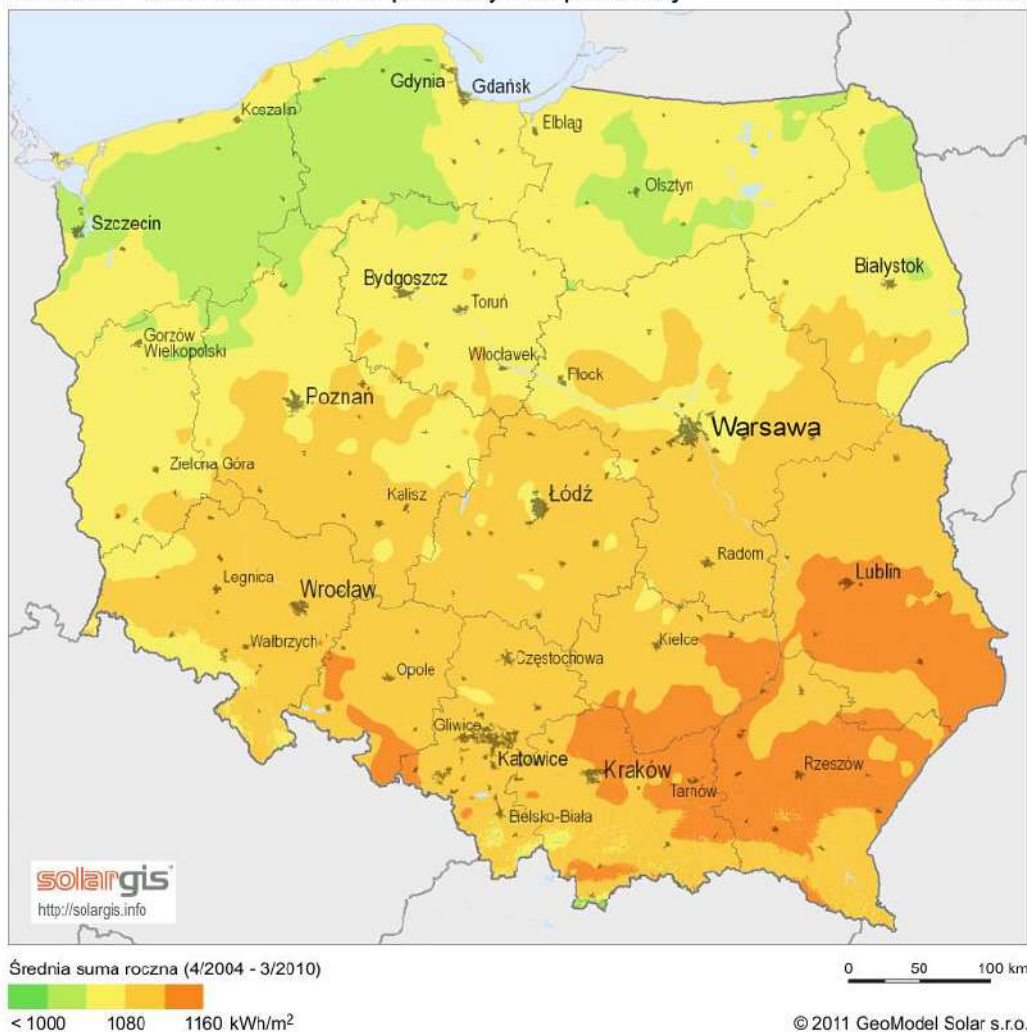
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|-----------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Chełmonie |
| Rodzaj poszycia dachowego | 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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na grunt 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,76 kW będzie składał się z 18 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|--------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 5,76 kW będzie składał się z 18 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

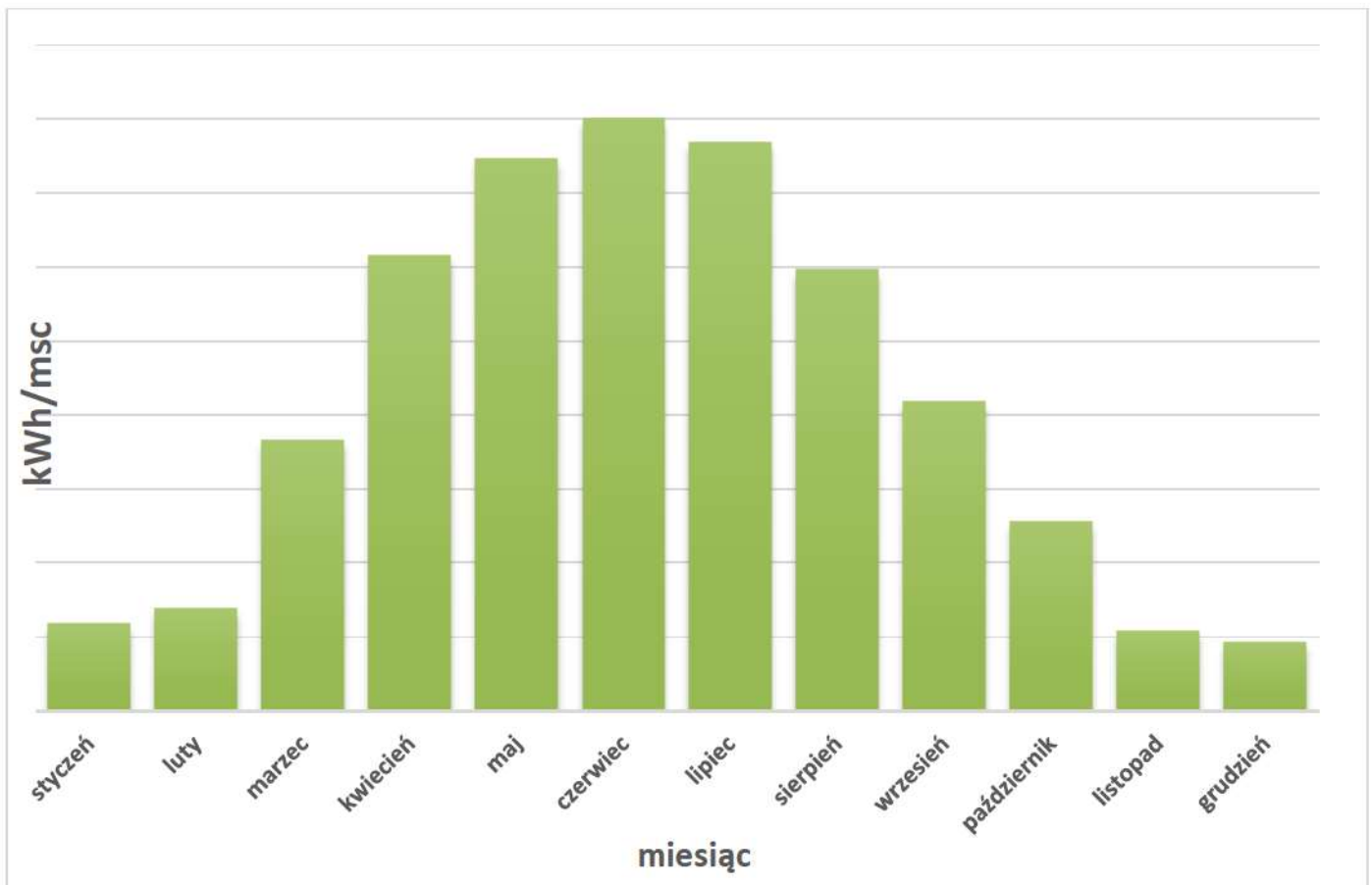
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 18 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 5200 |
| Moc instalacji | kWp | 5,76 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 5470 |

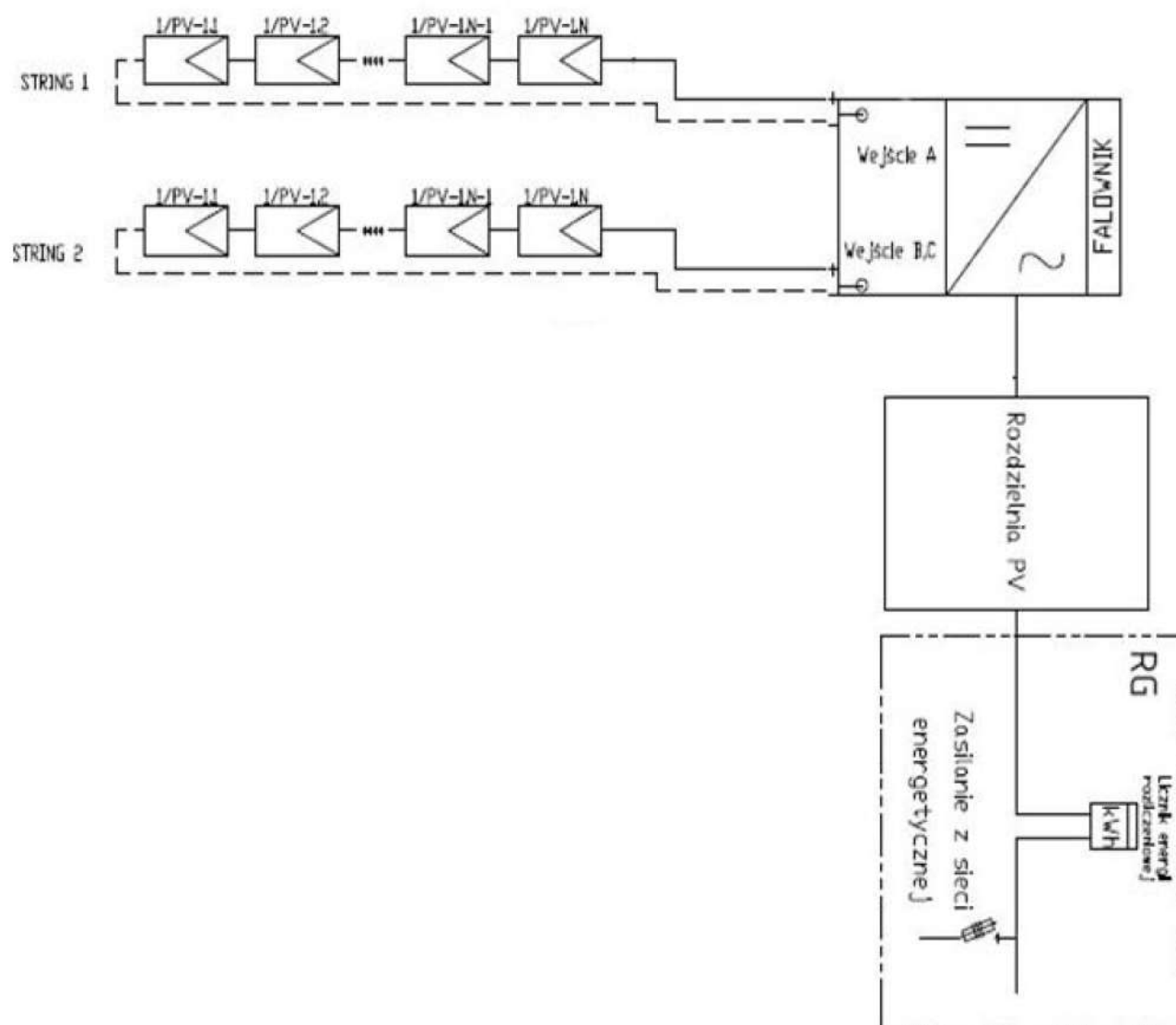
4.4 Produktywność elektrowni

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 5,76 kW. Zakłada ono posadowienie 18 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

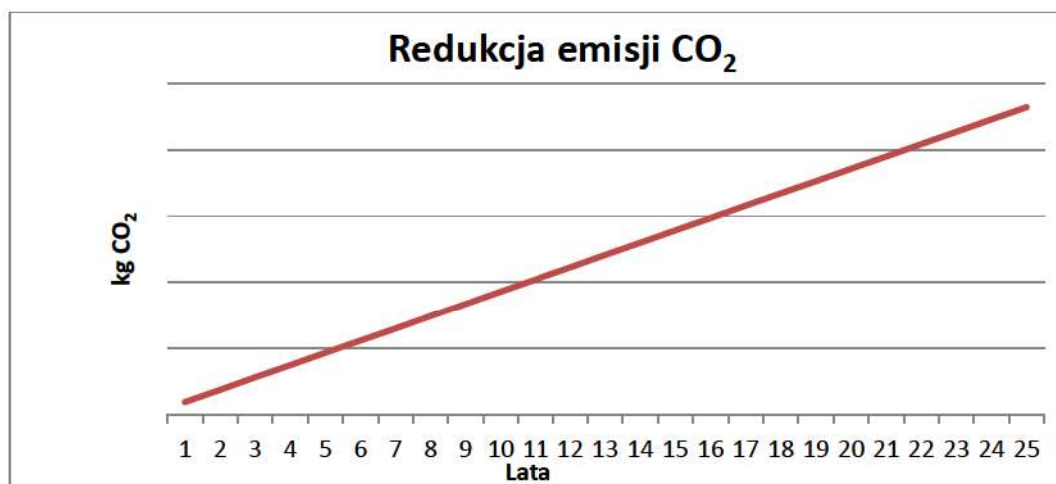
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{3545,86}{3022,18} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 18 | szt. |
| 2 | Inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji | 1 | szt. |
| 3 | Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV | 18 | kpl. |
| 4 | Okablowanie solarne DC 1000V | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 9,6 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 11/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 9,6 kW. 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 171/1 w obrębie ewidencyjnym Otoruda. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

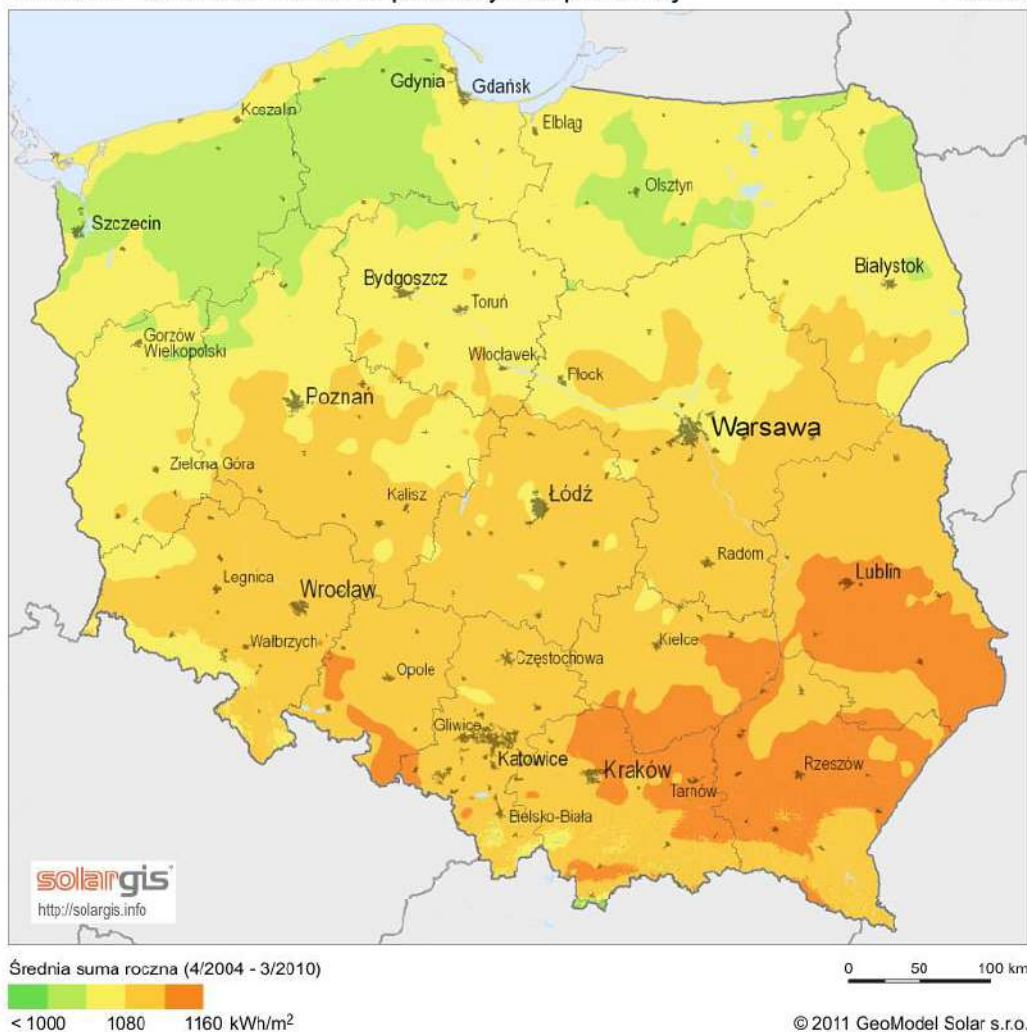
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|---------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Otoruda |
| Rodzaj poszycia dachowego | 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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na papa płaski 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na gruncie.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,6 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. Złączeni 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. 4 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 5x4 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 gruncie. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|--------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 9,6 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

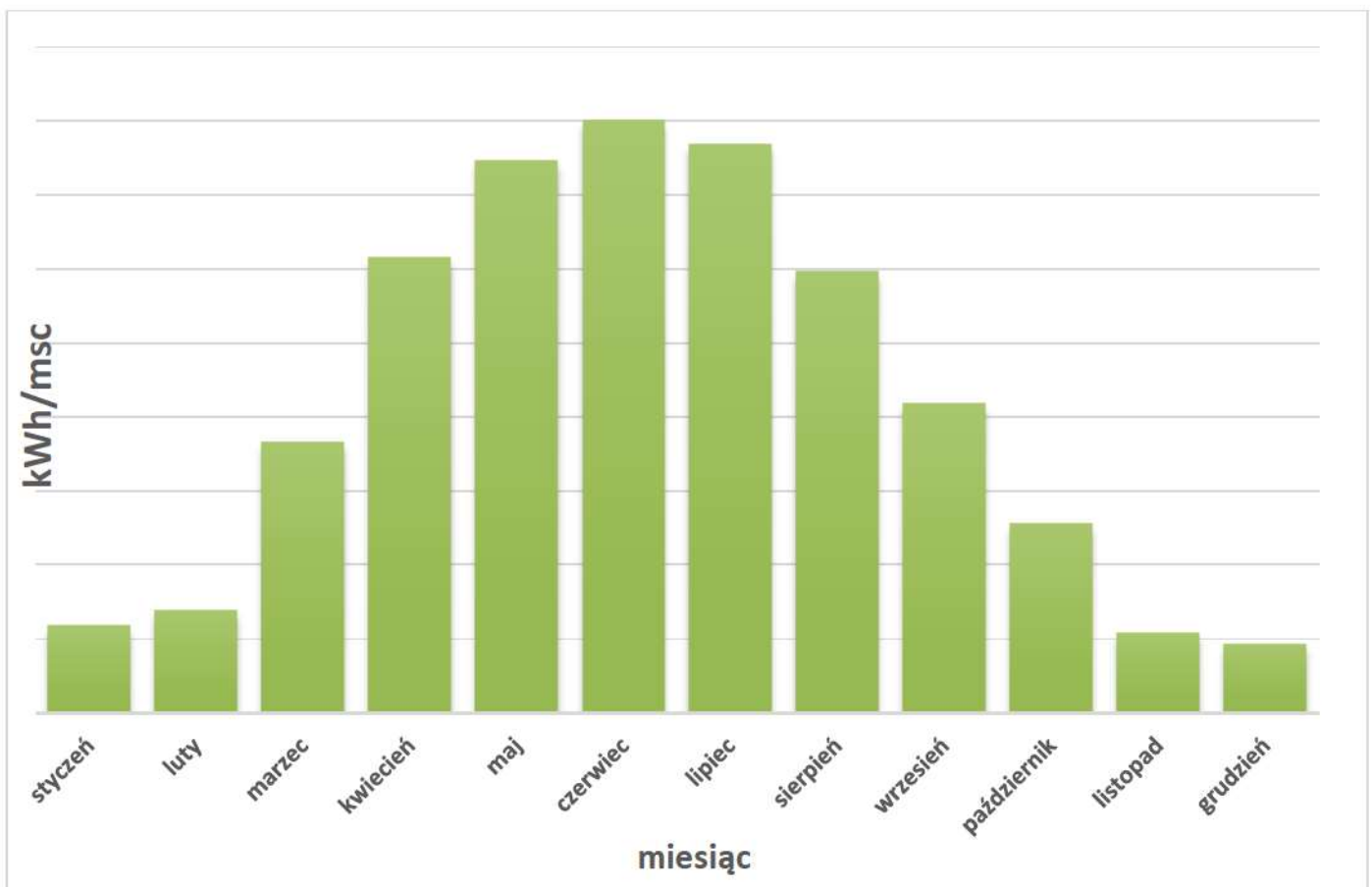
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|---------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 30 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 18000 |
| Moc instalacji | kWp | 9,6 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 9120 |

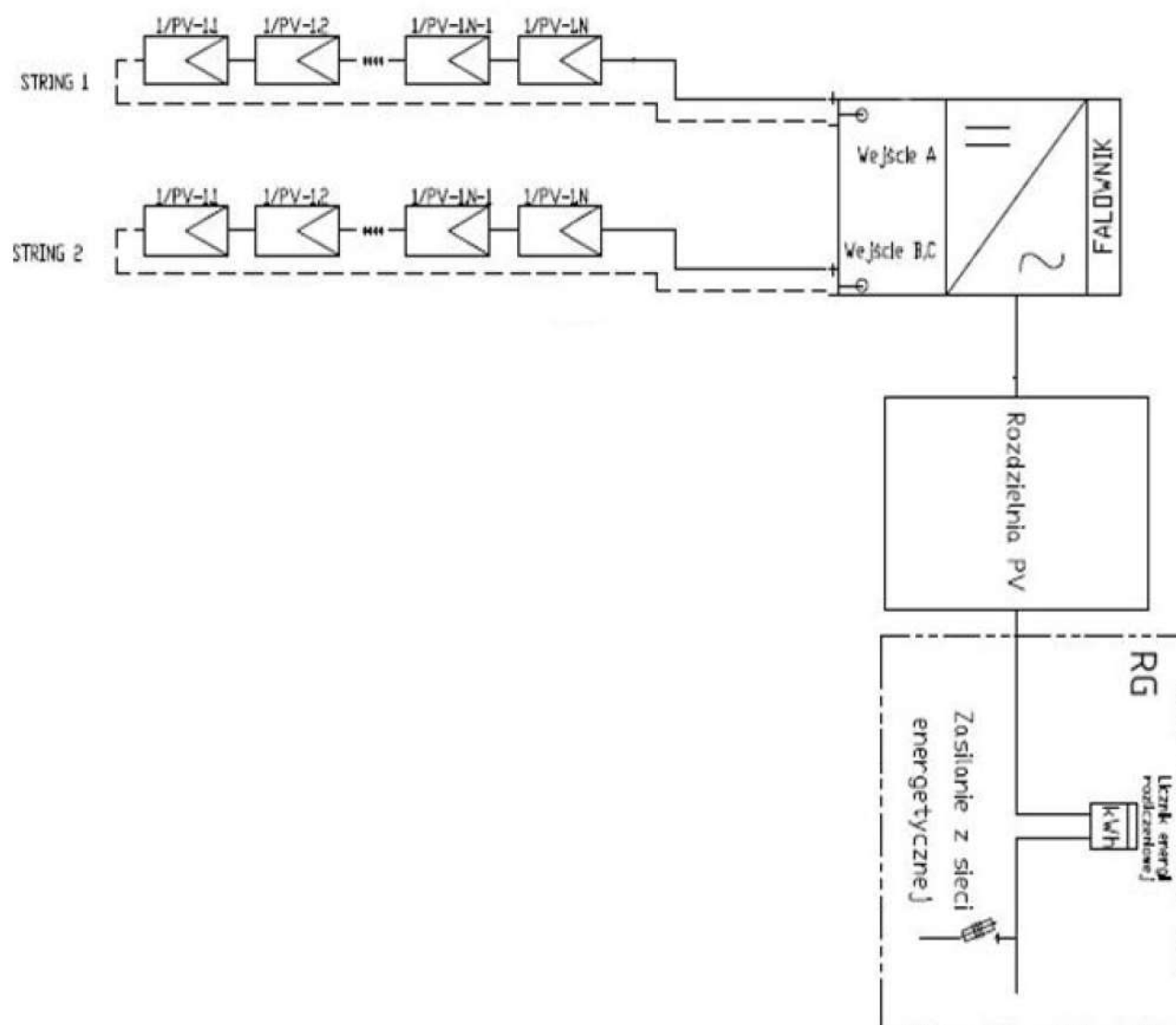
4.4 Produktywność elektrowni

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 9,6 kW. Zakłada ono posadowienie 30 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

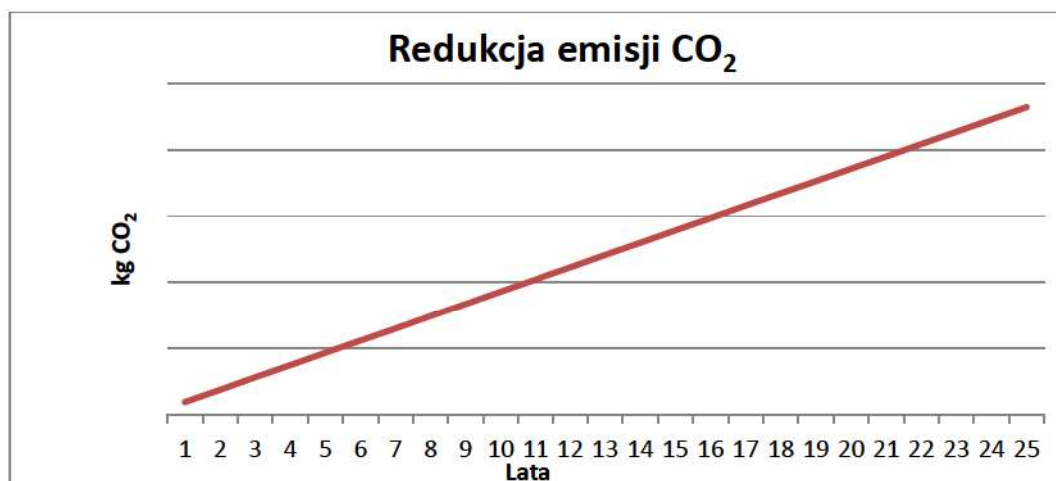
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{5909,76}{5038,8} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 30 | szt. |
| 2 | 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 | 100 | 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 4 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 rozdzielni PV | | |
| 4 | Podpięcie do RG budynku | | |
| 5 | Montaż falowników i ich konfiguracja | | |
| 6 | Konfiguracja systemu | | |
| SUMA (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 9,6 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 12/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 9,6 kW. 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 226/25 w obrębie ewidencyjnym Frydrychowo. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

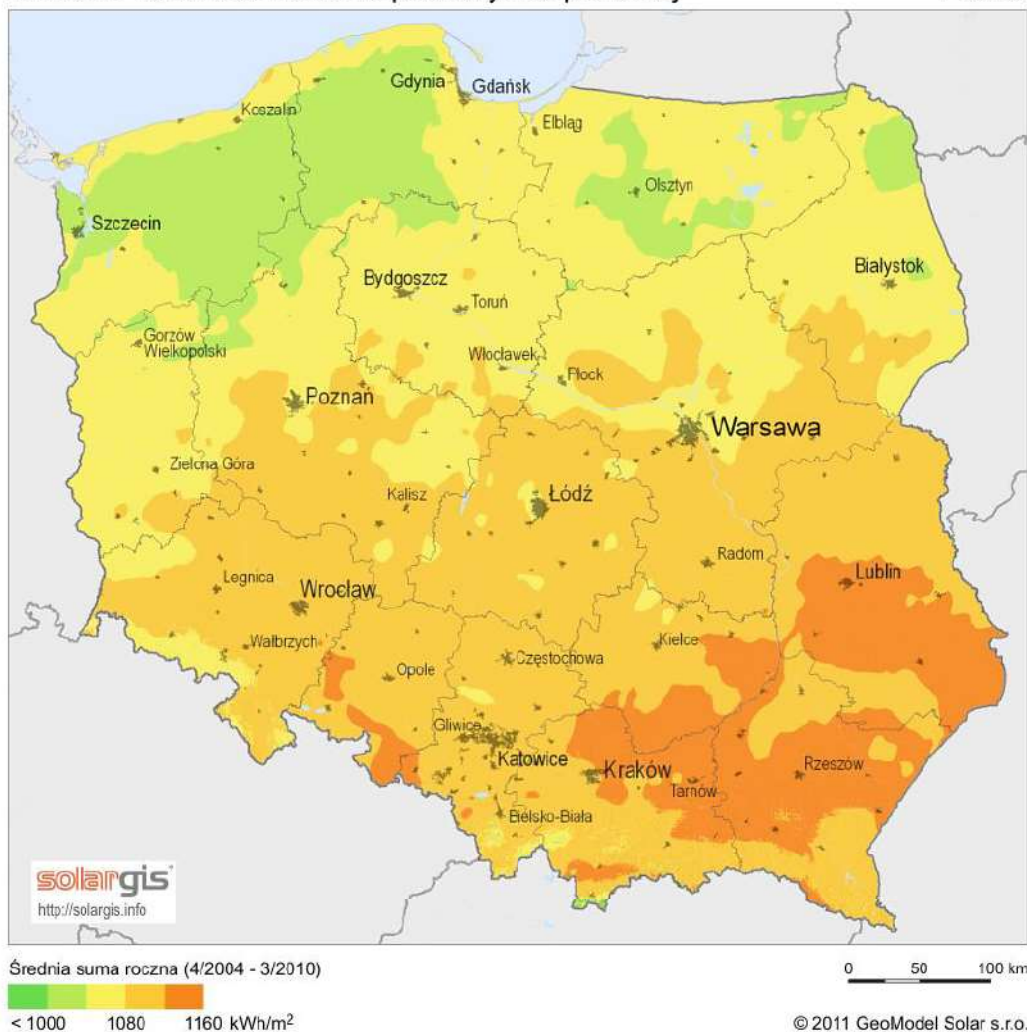
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|--------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Zapluskowęsy |
| Rodzaj poszycia dachowego | 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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na grunt 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,6 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. Złączeni 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|--------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 9,6 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

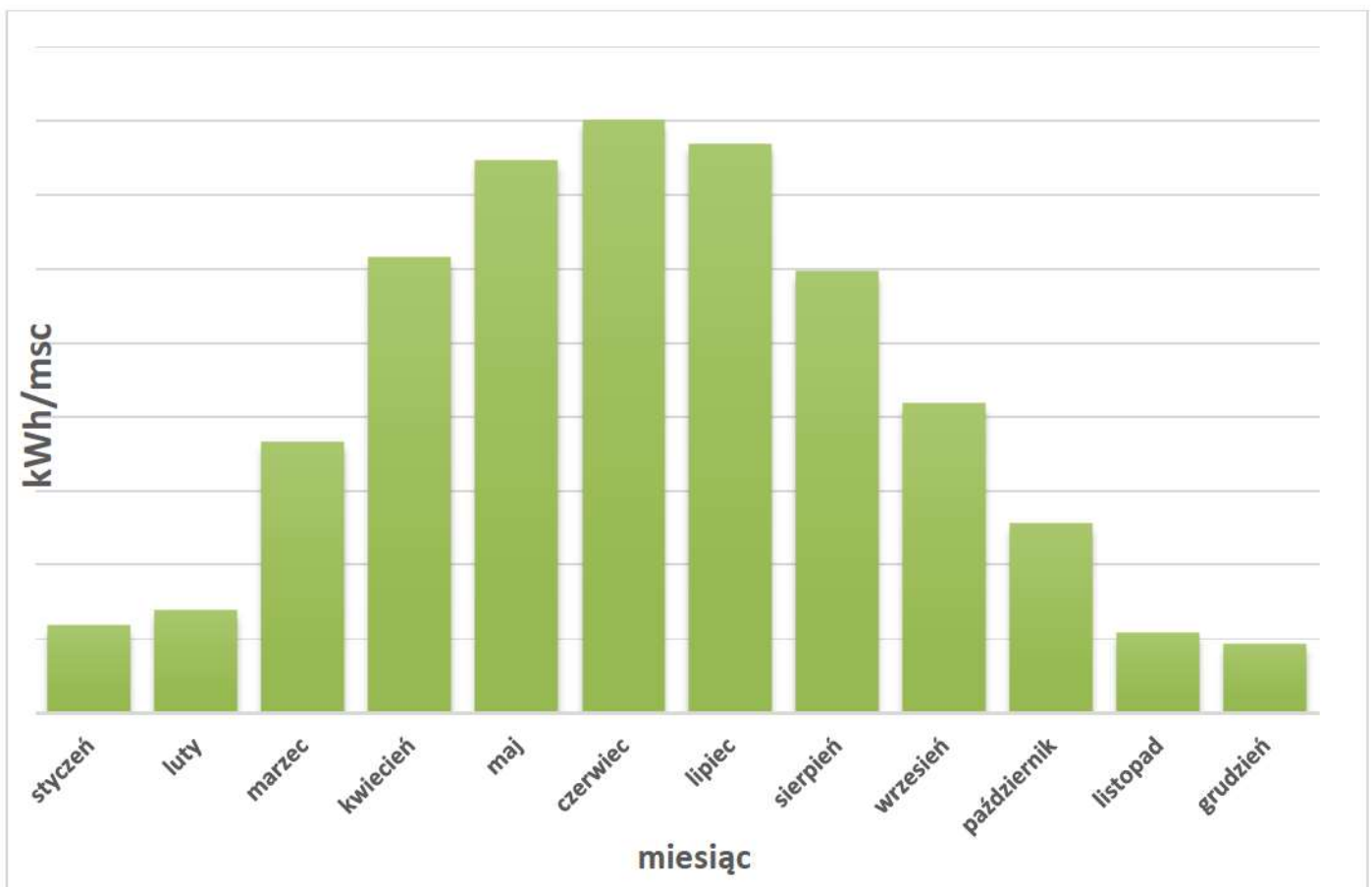
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|---------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 30 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 9500 |
| Moc instalacji | kWp | 9,6 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 9120 |

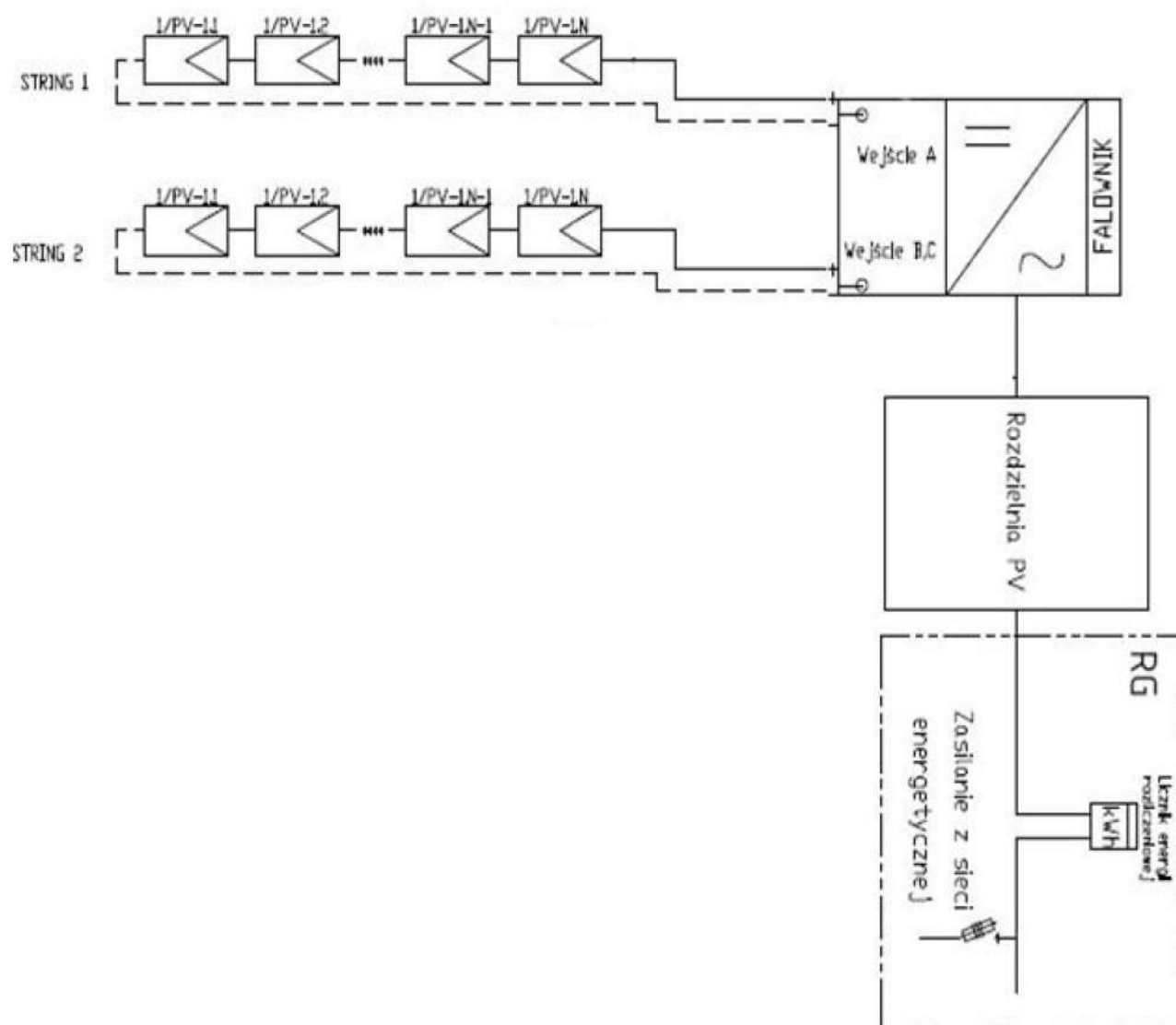
4.4 Produktywność elektrowni

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 9,6 kW. Zakłada ono posadowienie 30 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

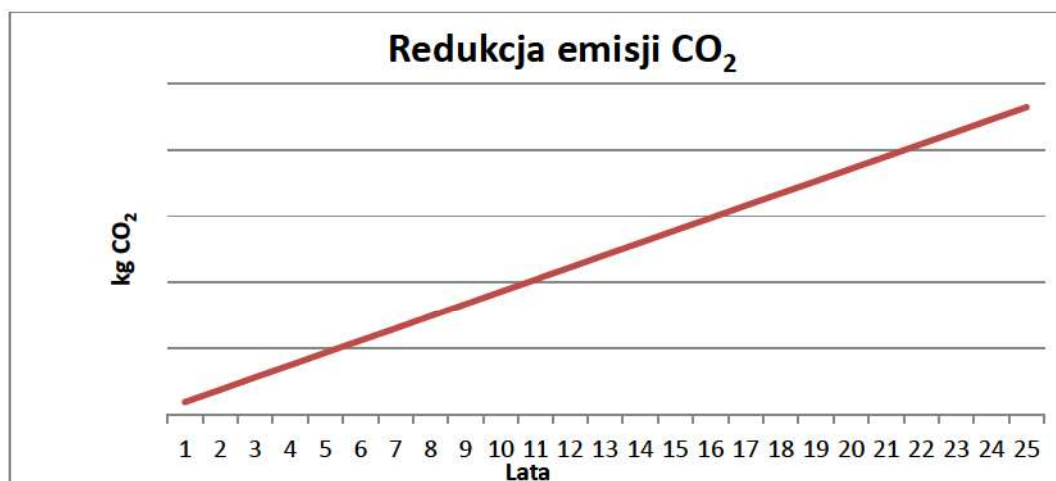
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{5909,76}{5038,8} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 30 | szt. |
| 2 | 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 | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 5,76 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 13/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 5,76 kW. 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 w obrębie ewidencyjnym Kowalewo Pomorskie. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

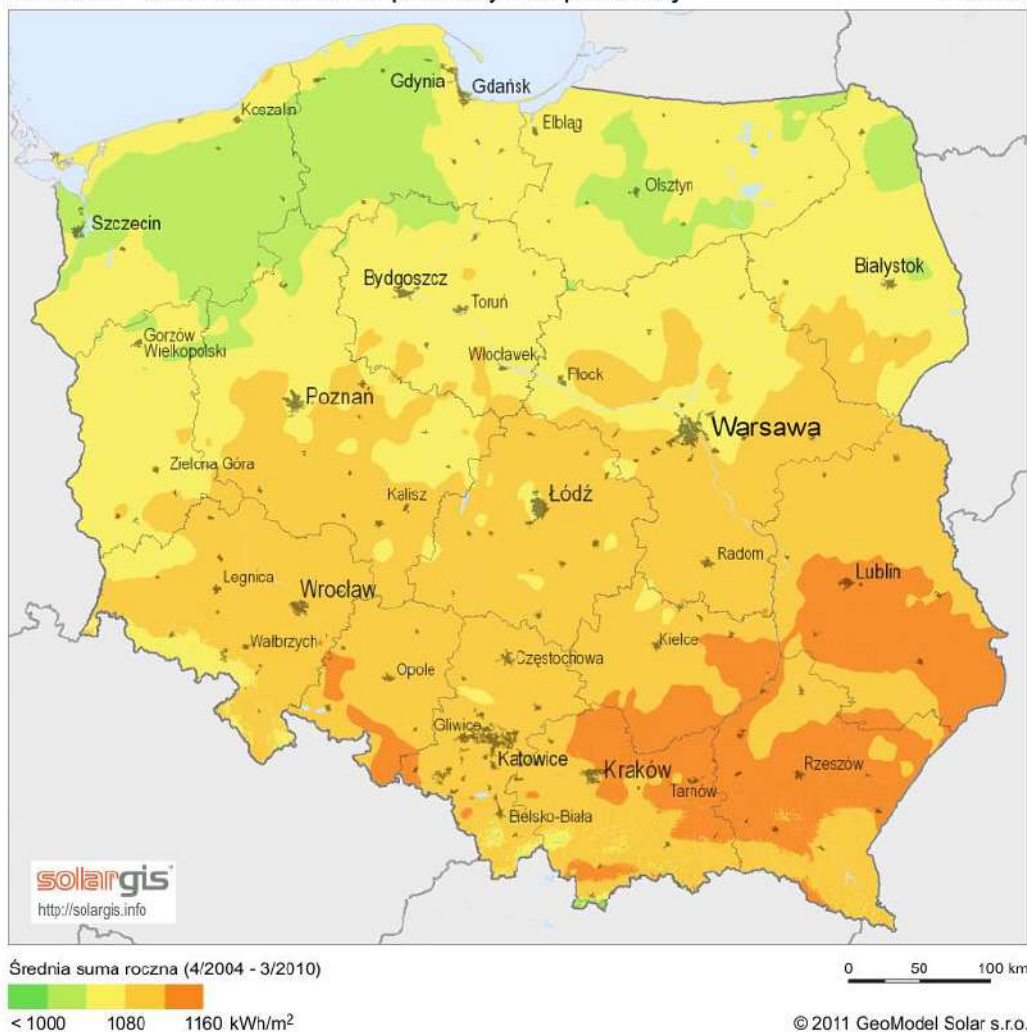
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|--------------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Kowalewo Pomorskie |
| Rodzaj poszycia dachowego | blachodachówka |

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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na blachodachówkę 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 5,76 kW będzie składał się z 18 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. Złączeni 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|--------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 5,76 kW będzie składał się z 18 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

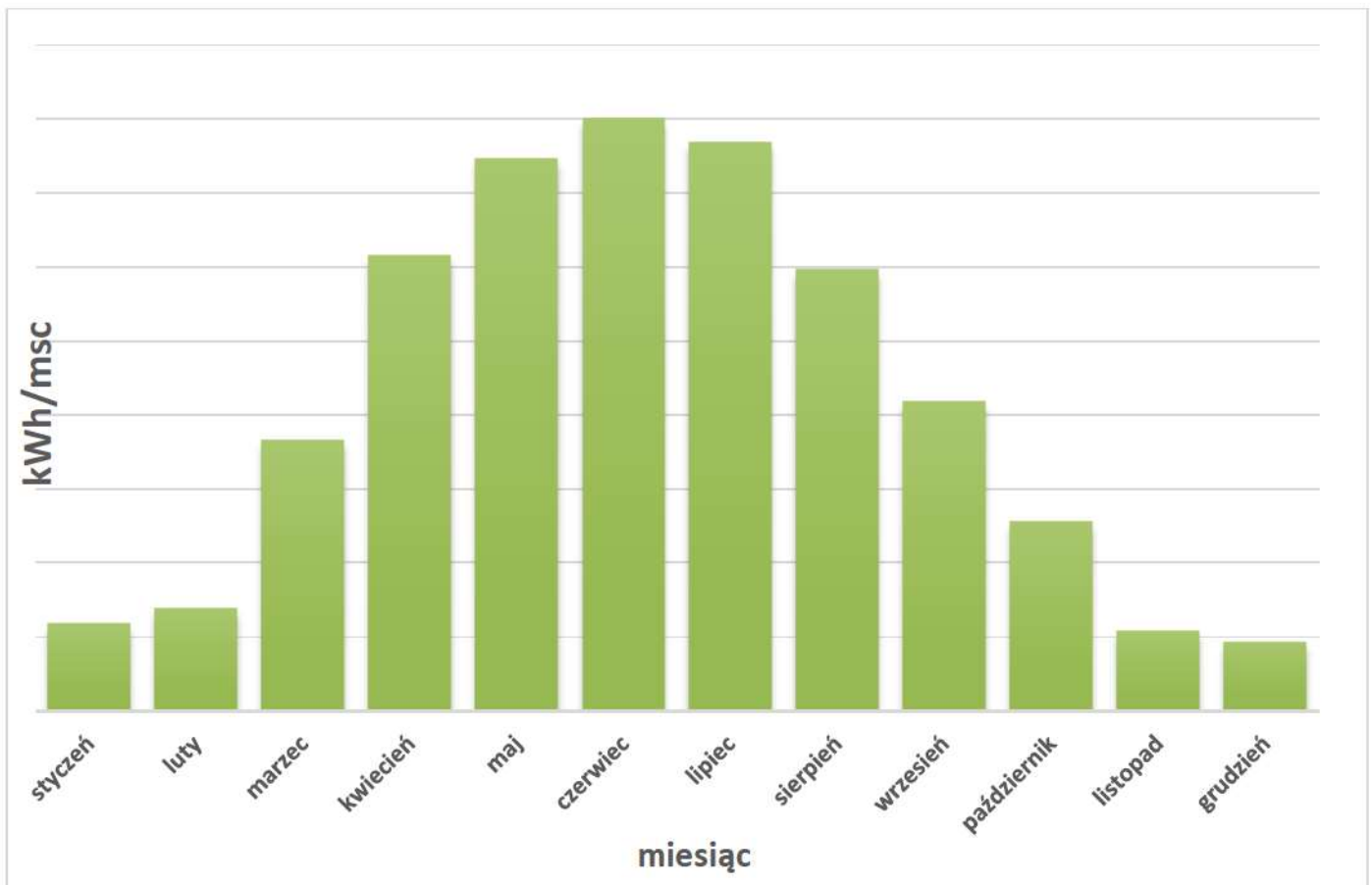
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 18 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 5200 |
| Moc instalacji | kWp | 5,76 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 5470 |

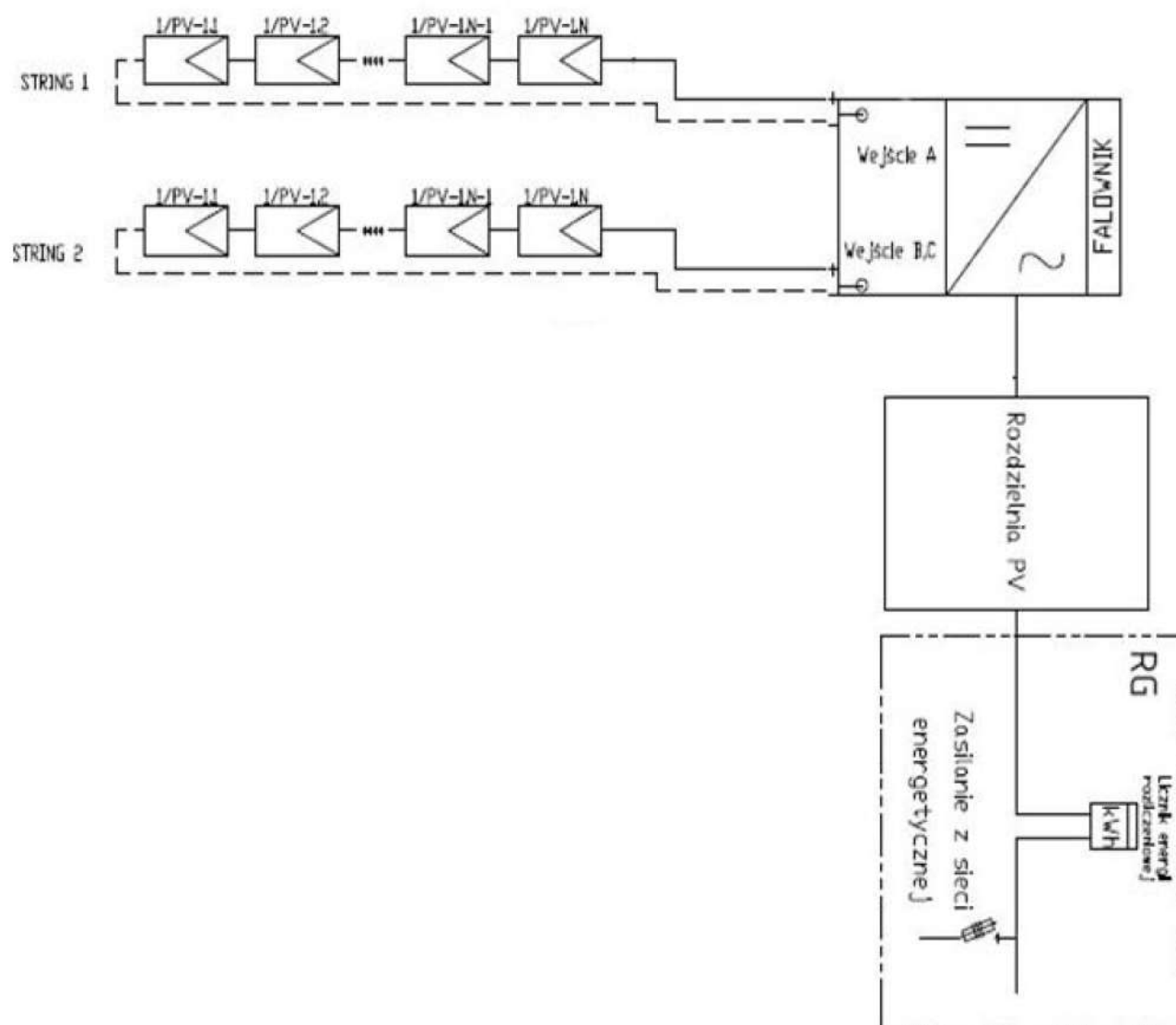
4.4 Produktywność elektrowni

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 5,76 kW. Zakłada ono posadowienie 18 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

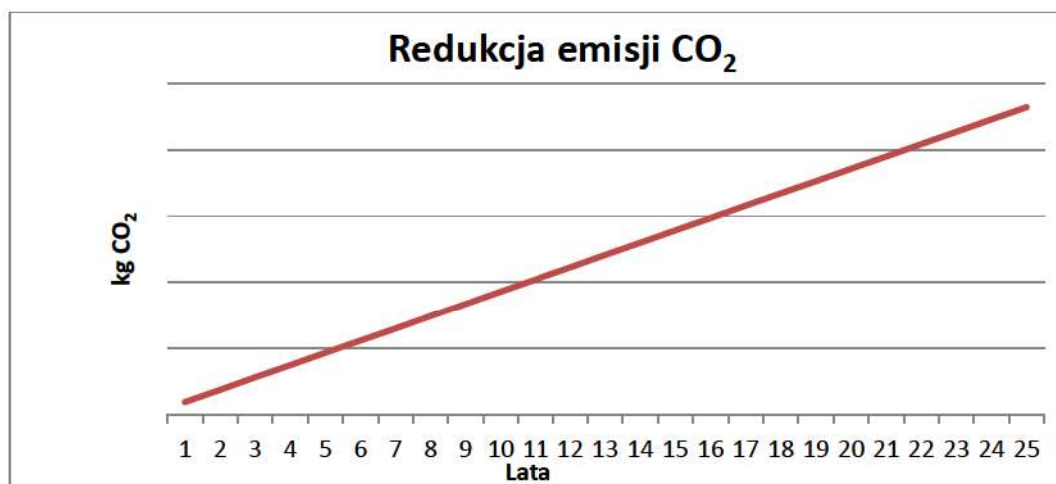
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{3545,86}{3022,18} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 18 | szt. |
| 2 | Inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji | 1 | szt. |
| 3 | Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV | 18 | kpl. |
| 4 | Okablowanie solarne DC 1000V | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 9,6 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 14/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 9,6 kW. 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 210 w obrębie ewidencyjnym Kowalewo Pomorskie. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

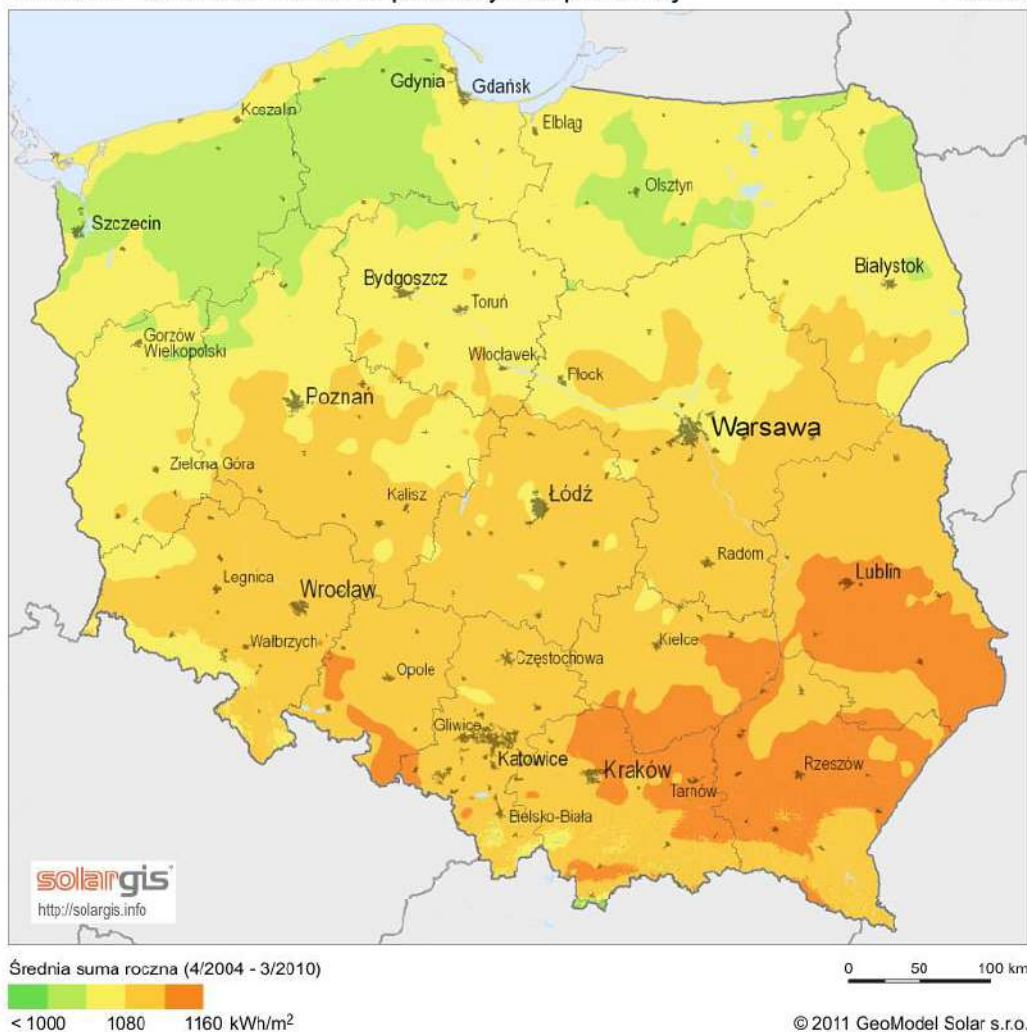
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|---------------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Kowalewo Pomorskie |
| Rodzaj poszycia dachowego | dachówka ceramiczna |

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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na dachówkę ceramiczną i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane klamy 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,6 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|--------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 9,6 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

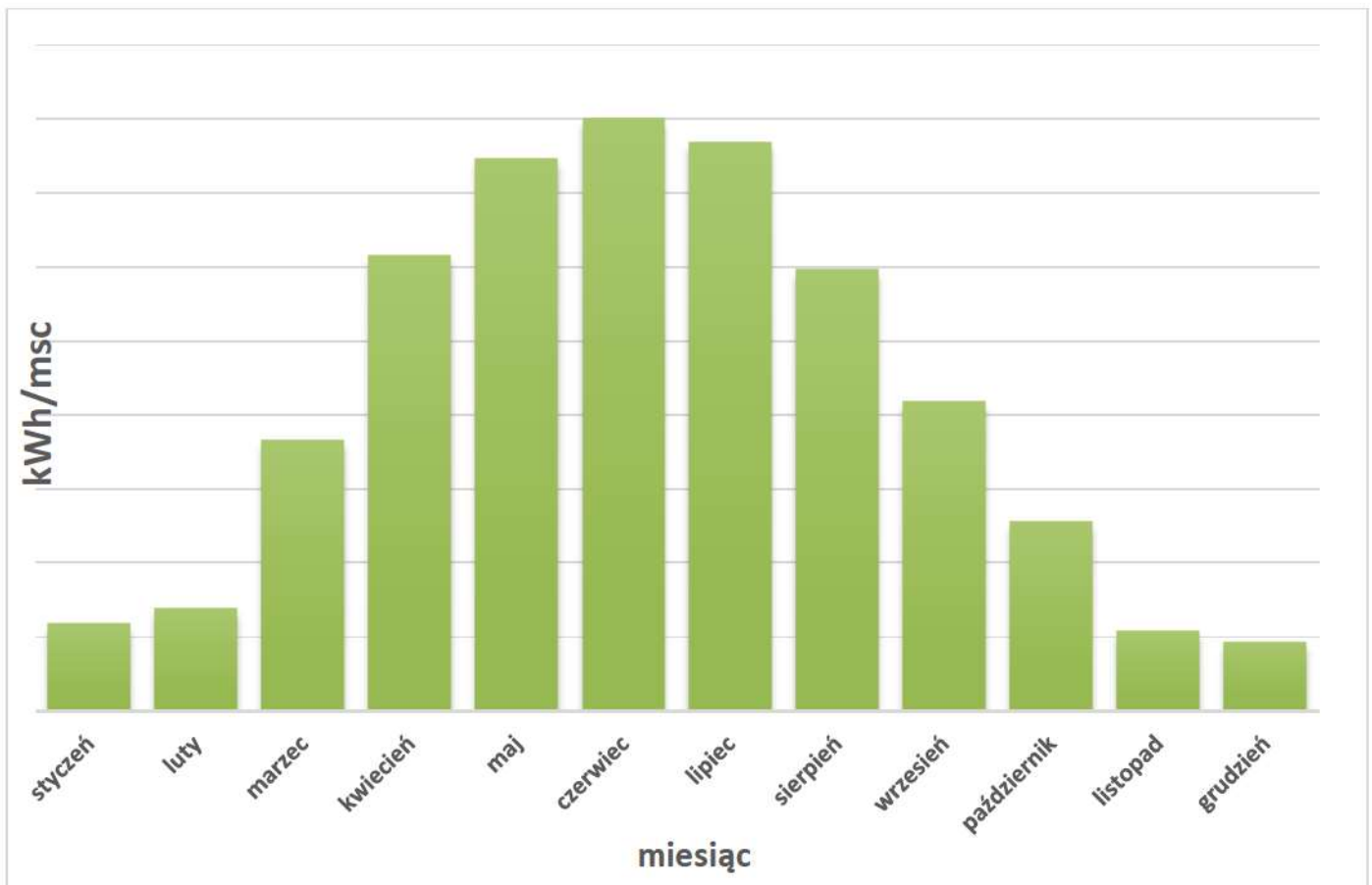
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|---------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 30 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 9000 |
| Moc instalacji | kWp | 9,6 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 9120 |

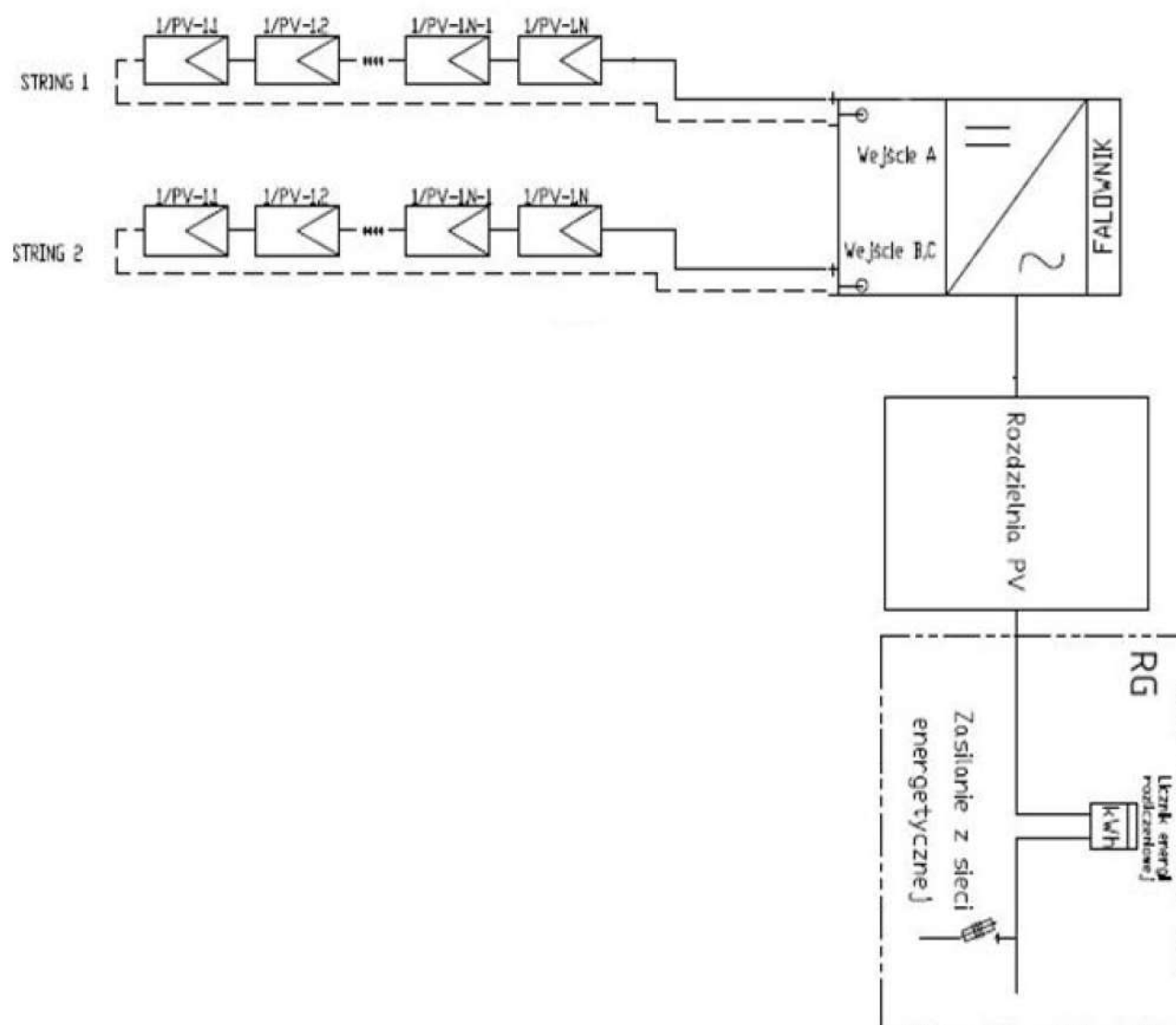
4.4 Produktywność elektrowni

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 9,6 kW. Zakłada ono posadowienie 30 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

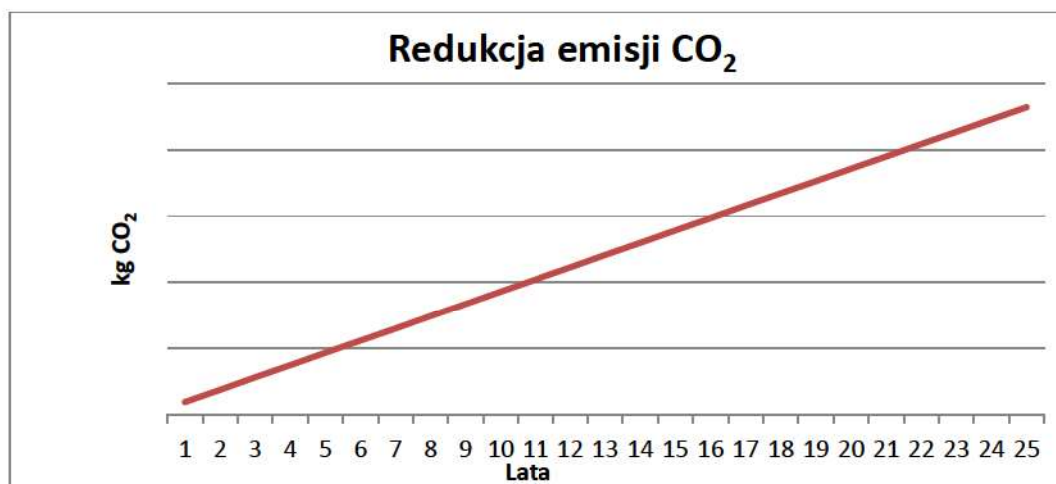
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{5909,76}{5038,8} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 30 | szt. |
| 2 | 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 | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 8,96 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 15/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 8,96 kW. 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 111 w obrębie ewidencyjnym Kowalewo Pomorskie. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

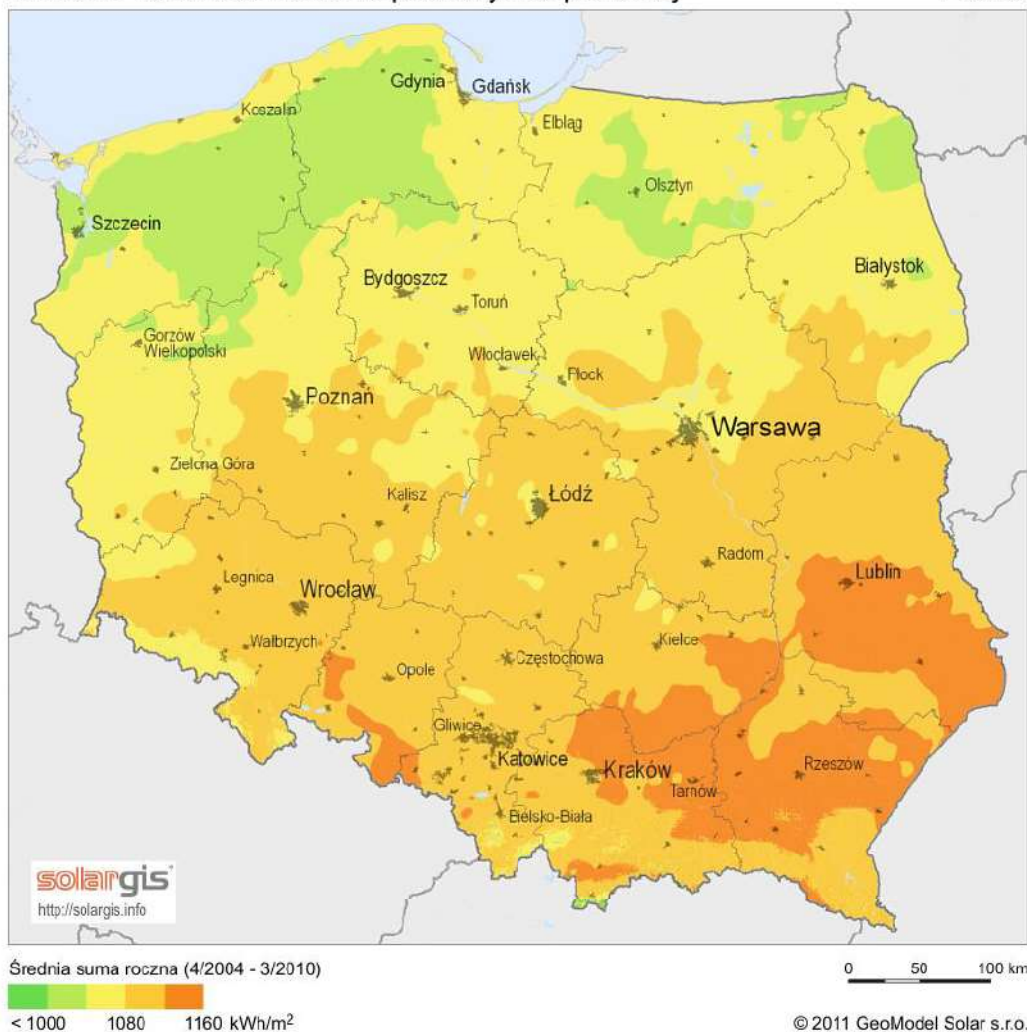
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|---------------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Kowalewo Pomorskie |
| Rodzaj poszycia dachowego | dachówka ceramiczna |

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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południowy-wschód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na dachówkę ceramiczną 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,96 kW będzie składał się z 28 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. Złączeni 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. 4 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: $U_0/U = 0,9kV/1,8kV$
- 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|--------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 8,96 kW będzie składał się z 28 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

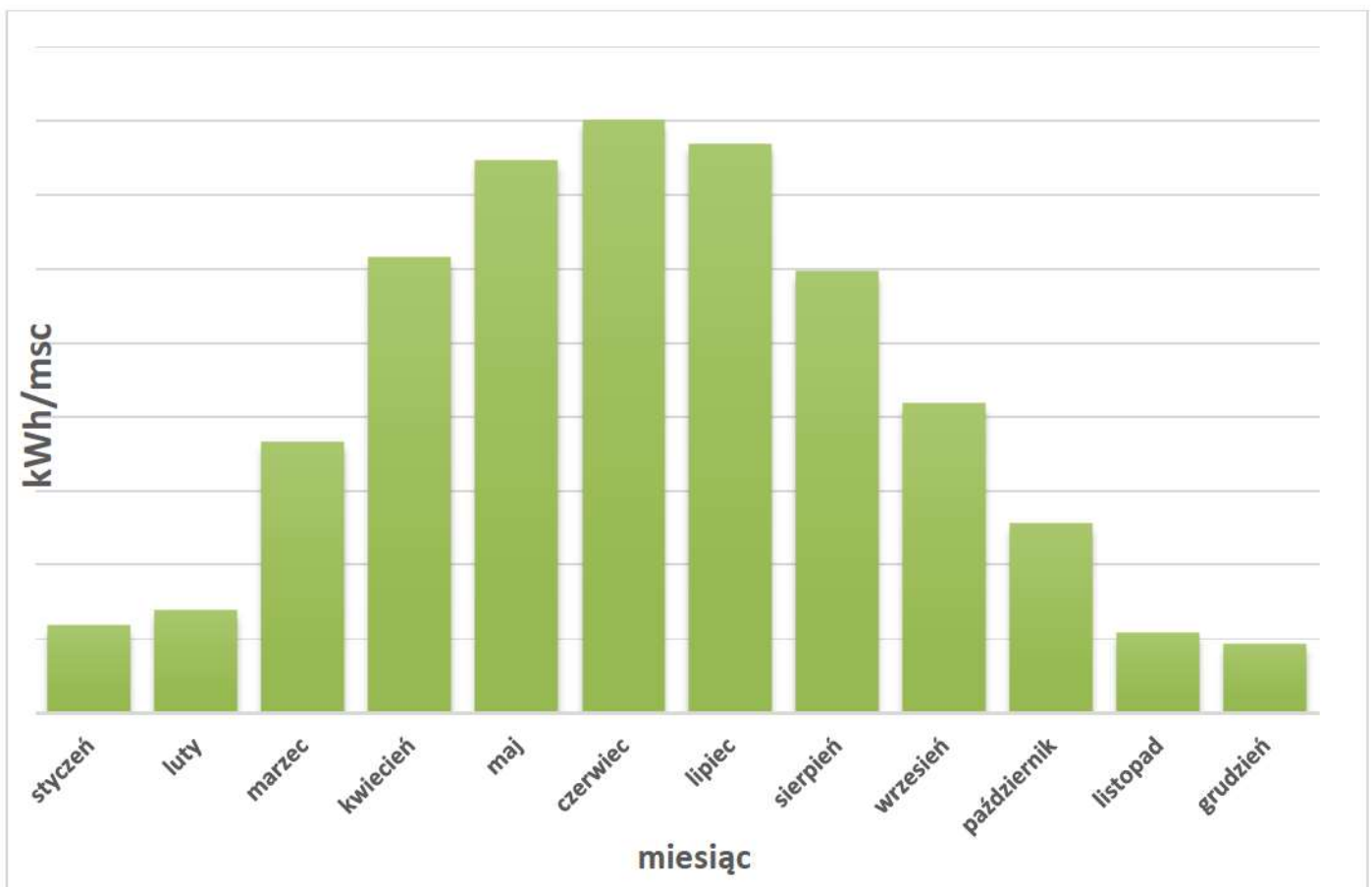
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 28 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 8500 |
| Moc instalacji | kWp | 8,96 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 8510 |

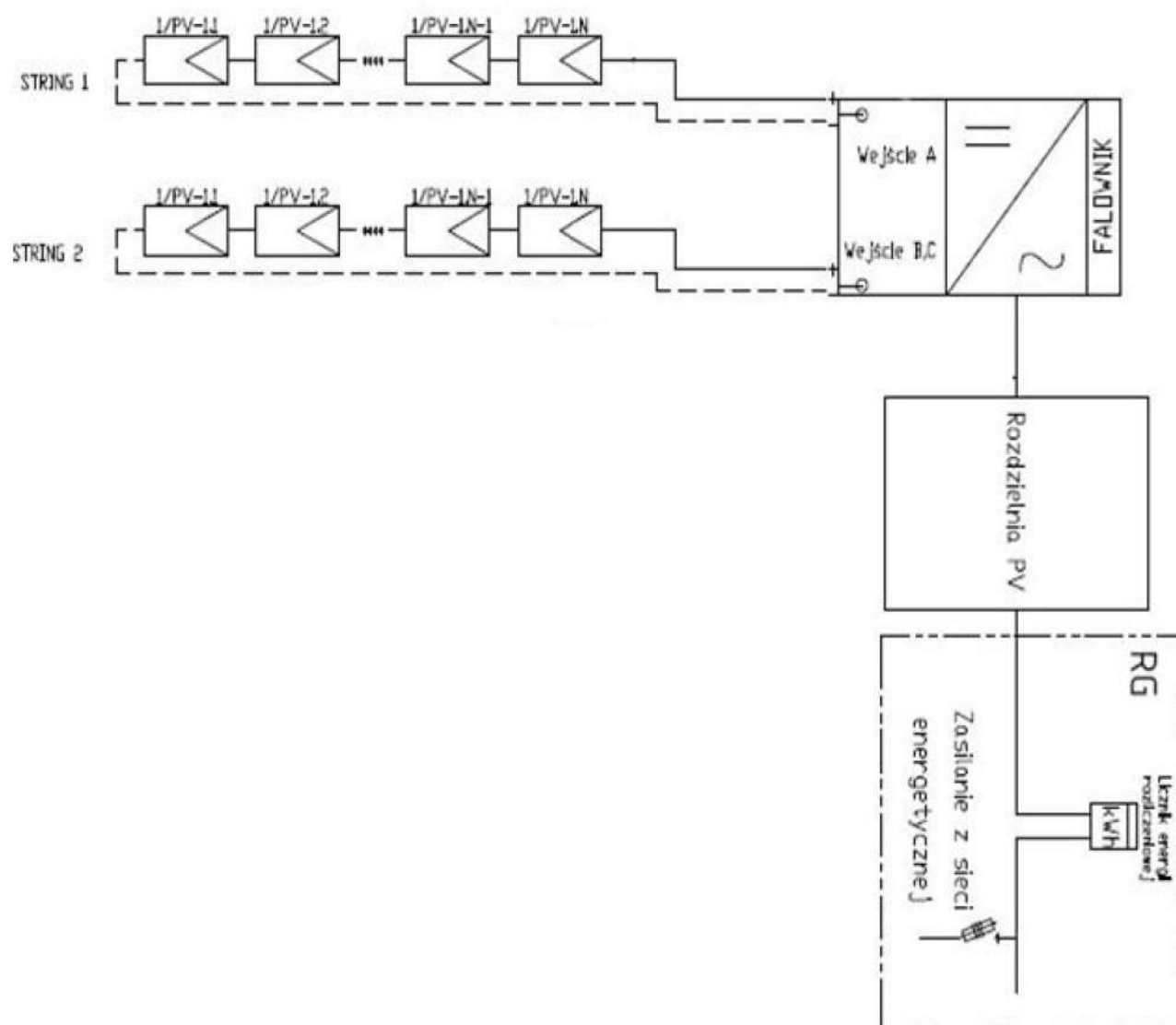
4.4 Produktywność elektrowni

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 8,96 kW. Zakłada ono posadowienie 28 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

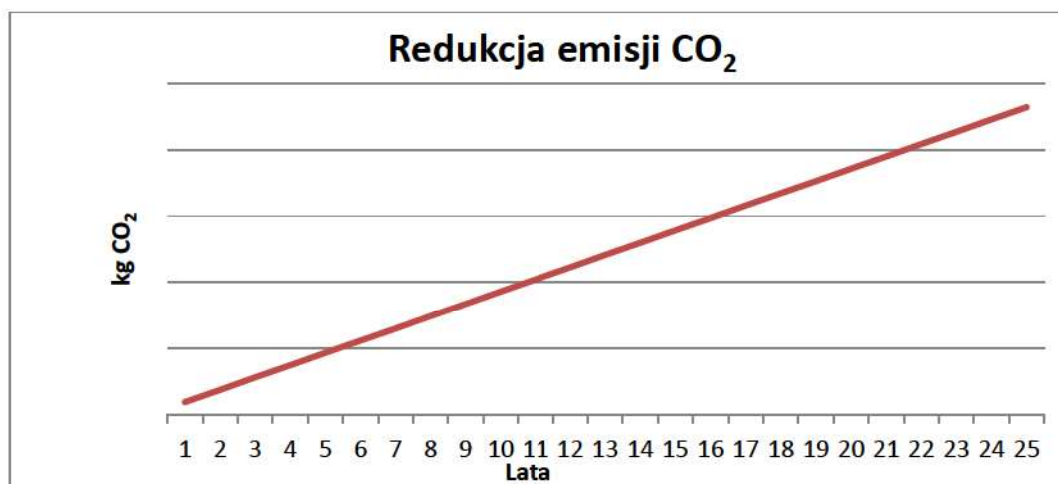
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{5515,78}{4701,78} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 28 | szt. |
| 2 | 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 | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 3,84 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 16/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 3,84 kW. 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 99 w obrębie ewidencyjnym Kowalewo Pomorskie. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

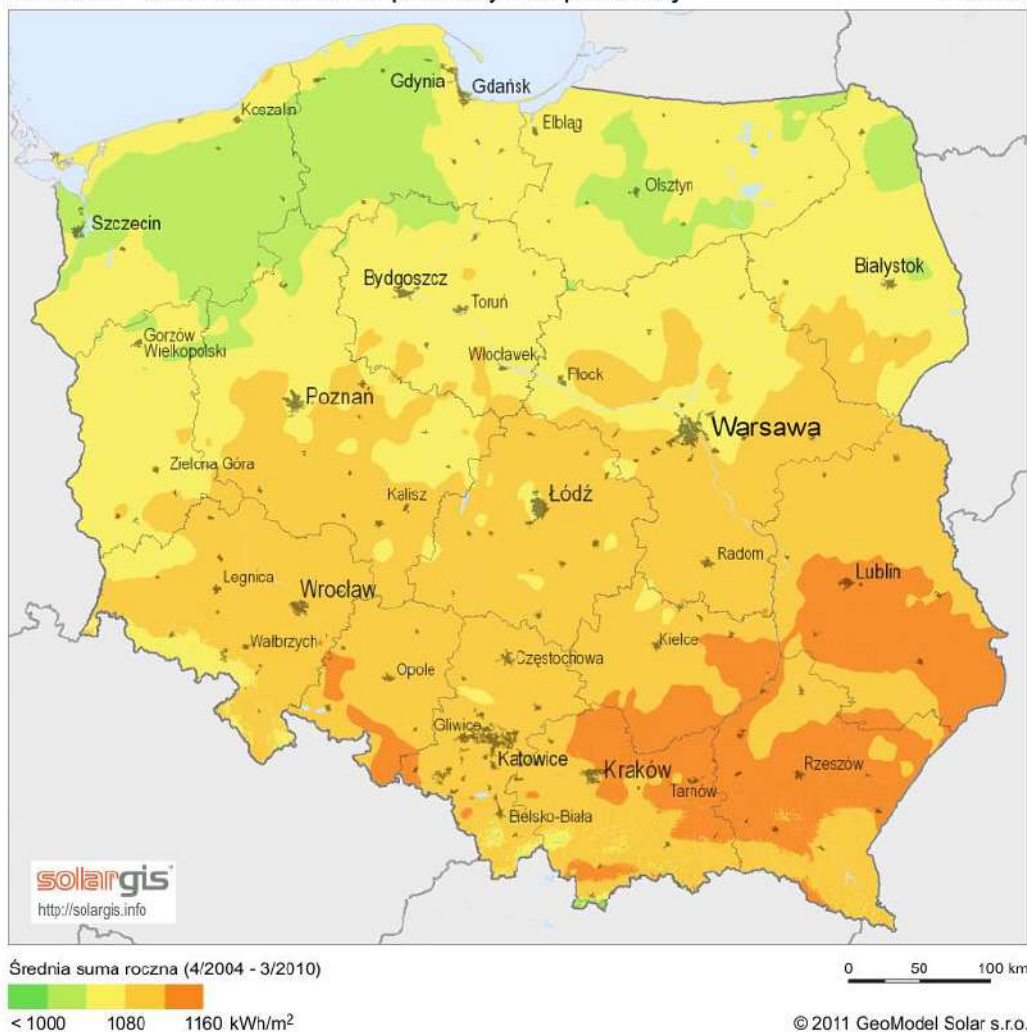
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|--------------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Kowalewo Pomorskie |
| Rodzaj poszycia dachowego | trapez |

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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na trapez 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 3,84 kW będzie składał się z 12 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. Złączeni 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|--------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 3,84 kW będzie składał się z 12 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

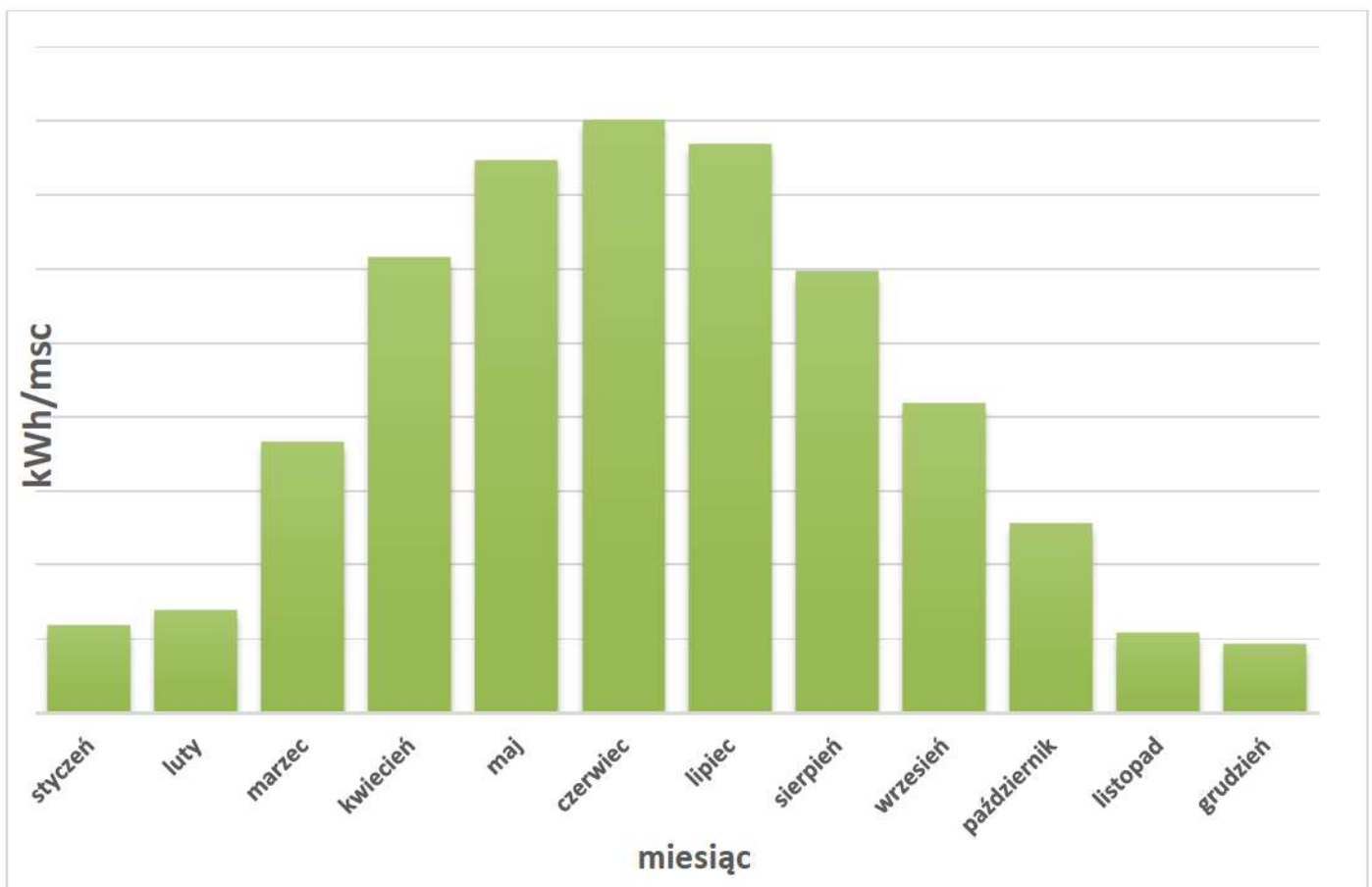
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|---------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 12 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 5000 |
| Moc instalacji | kWp | 3,84 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 3650 |

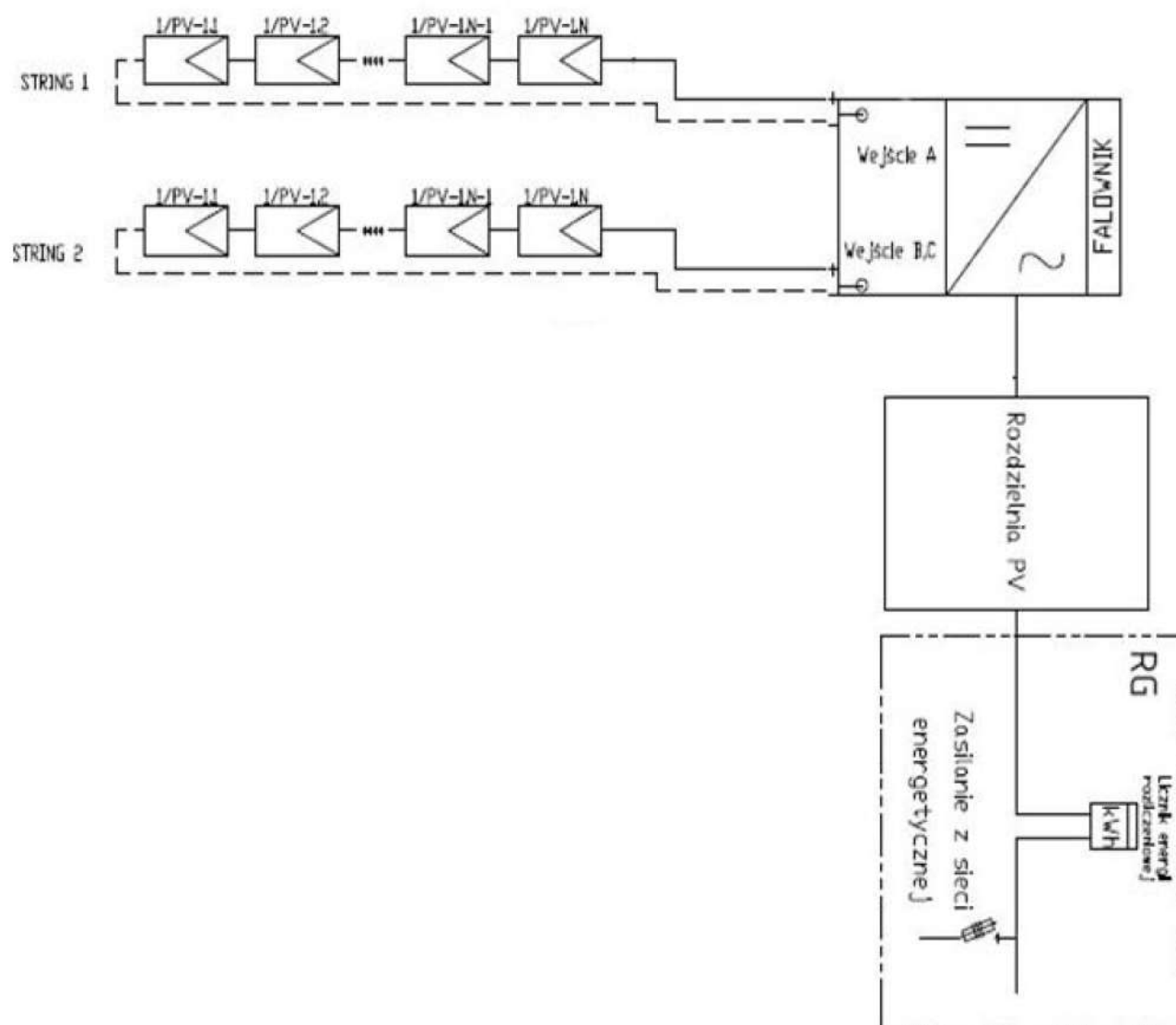
4.4 Produktywność elektrowni

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 3,84 kW. Zakłada ono posadowienie 12 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

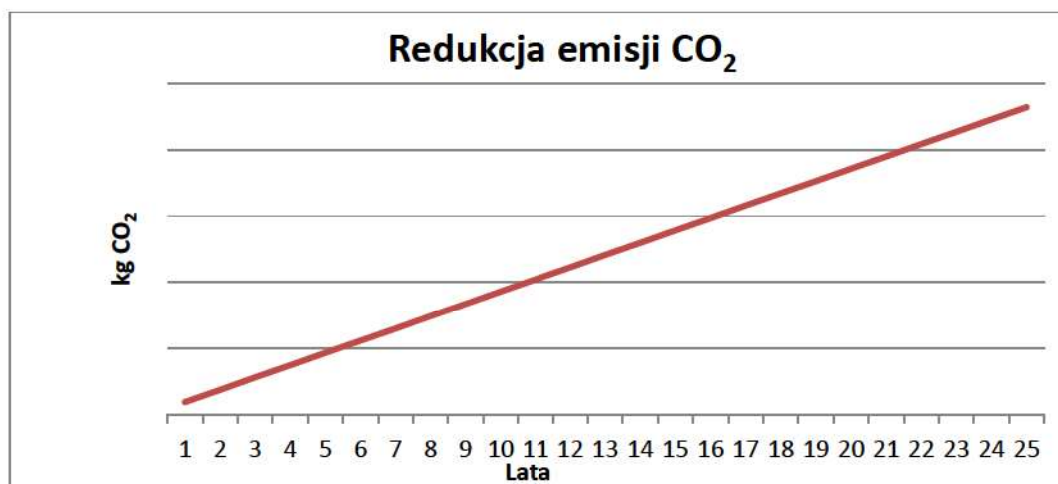
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{2363,9}{2016,63} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 12 | szt. |
| 2 | 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 | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 7,04 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 20/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 7,04 kW. 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 140/3 w obrębie ewidencyjnym Pluskowęsy. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

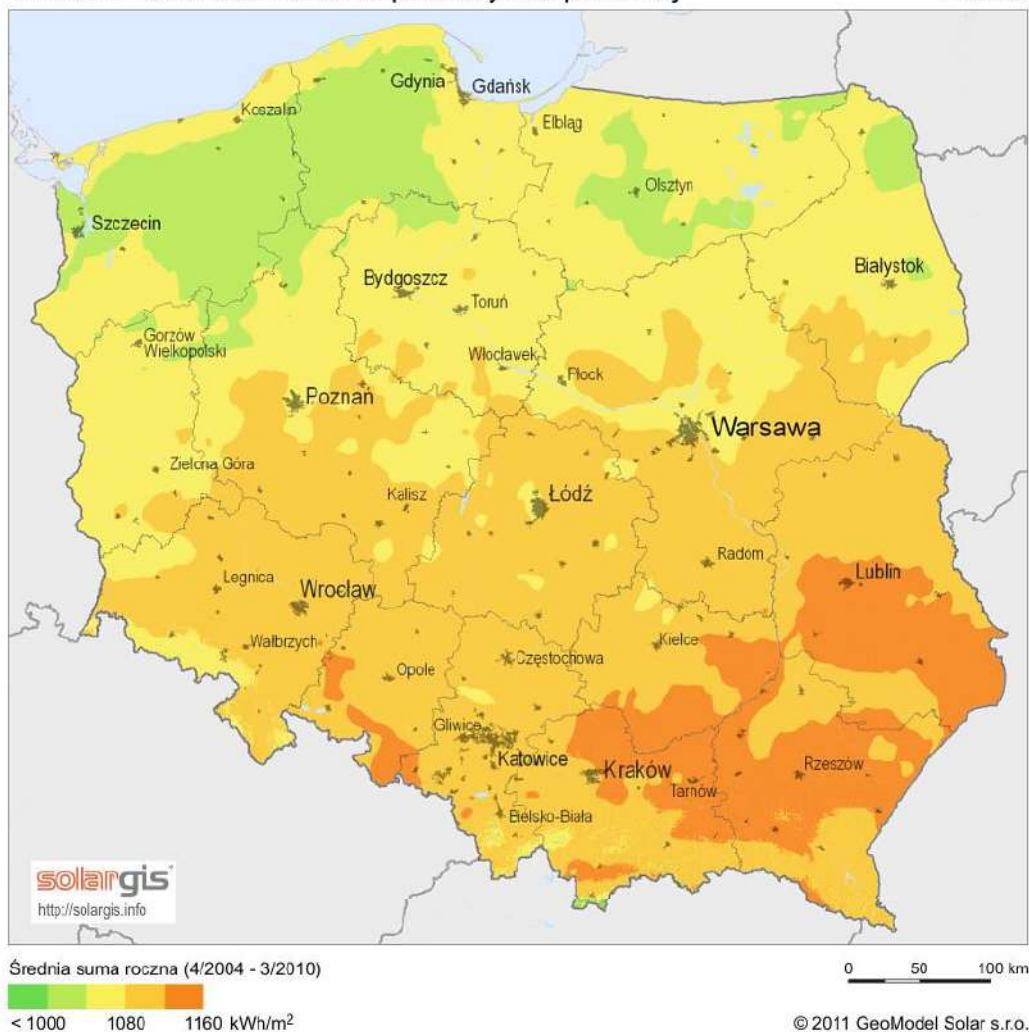
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|---|
| Ulica | <input type="text"/> |
| Miejscowość | Pluskowęsy |
| Rodzaj poszycia dachowego | <input type="text"/> dachówka ceramiczna |

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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na blachodachówkę 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 7,04 kW będzie składał się z 22 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. Złączeni 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|---------------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 7,04 kW będzie składał się z 22 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

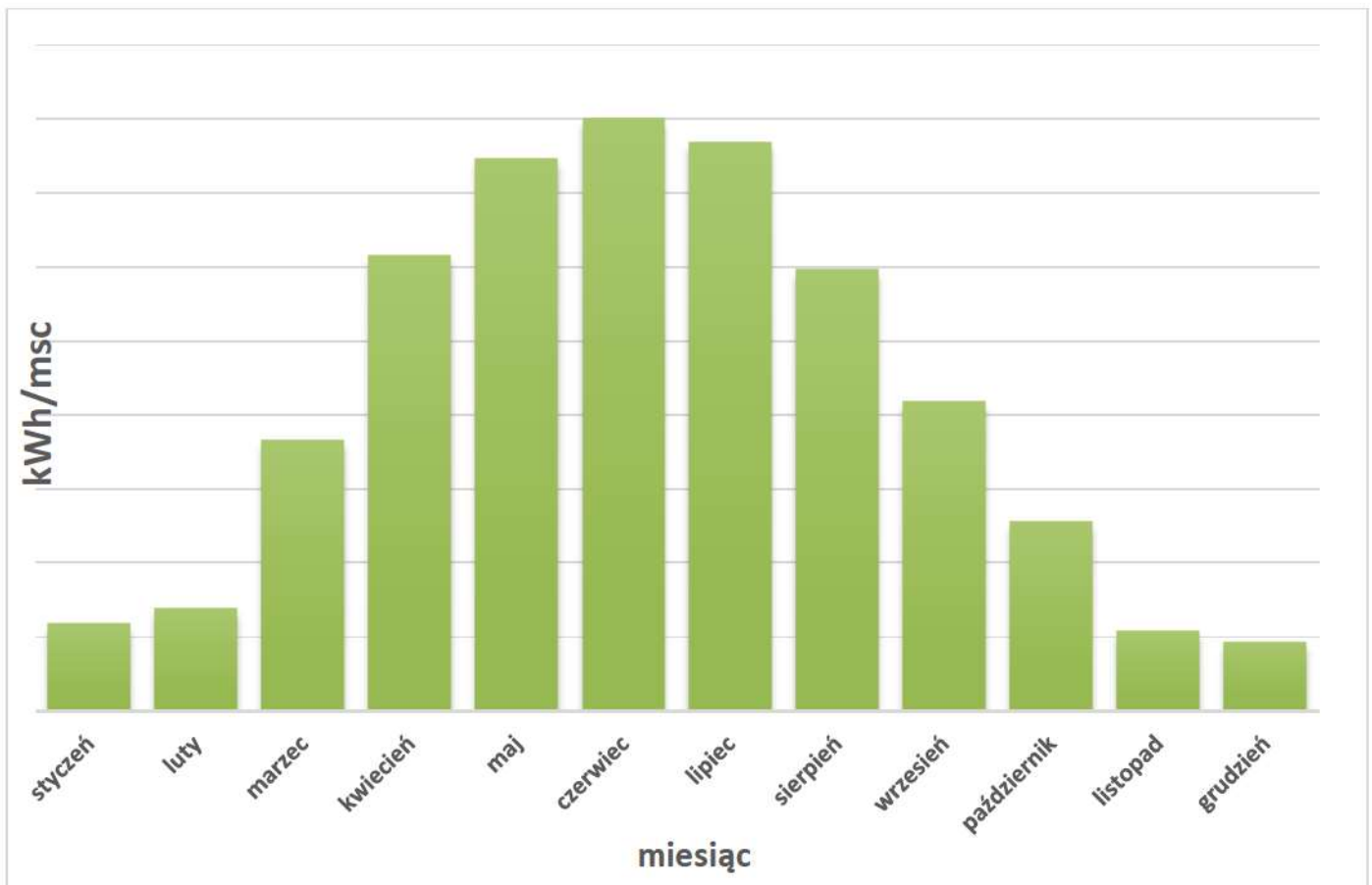
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 22 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 6500 |
| Moc instalacji | kWp | 7,04 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 6690 |

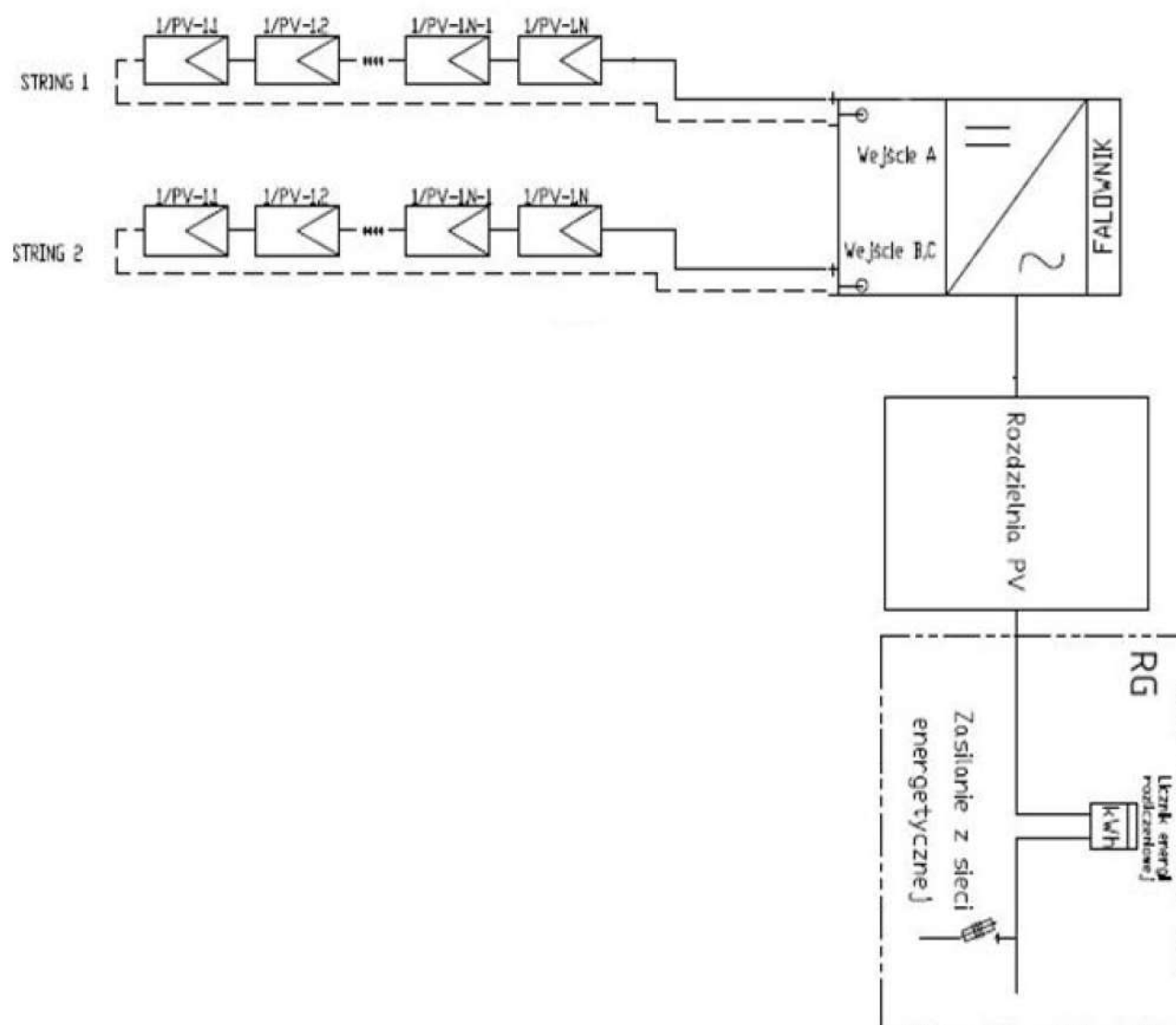
4.4 Produktywność elektrowni

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 7,04 kW. Zakłada ono posadowienie 22 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

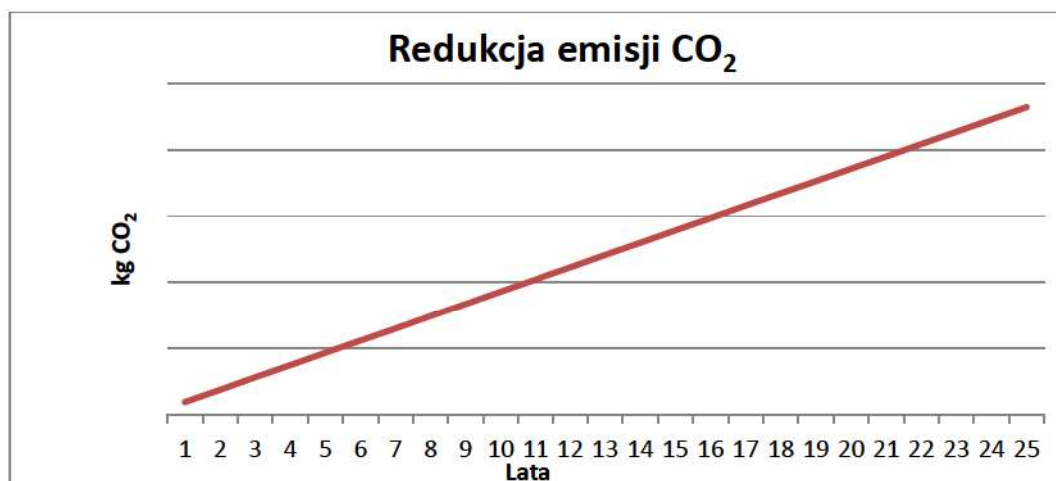
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{4333,82}{3696,23} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 22 | szt. |
| 2 | Inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji | 1 | szt. |
| 3 | Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV | 22 | kpl. |
| 4 | Okablowanie solarne DC 1000V | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 8,32 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 21/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 8,32 kW. 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 71/4 w obrębie ewidencyjnym Napole. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

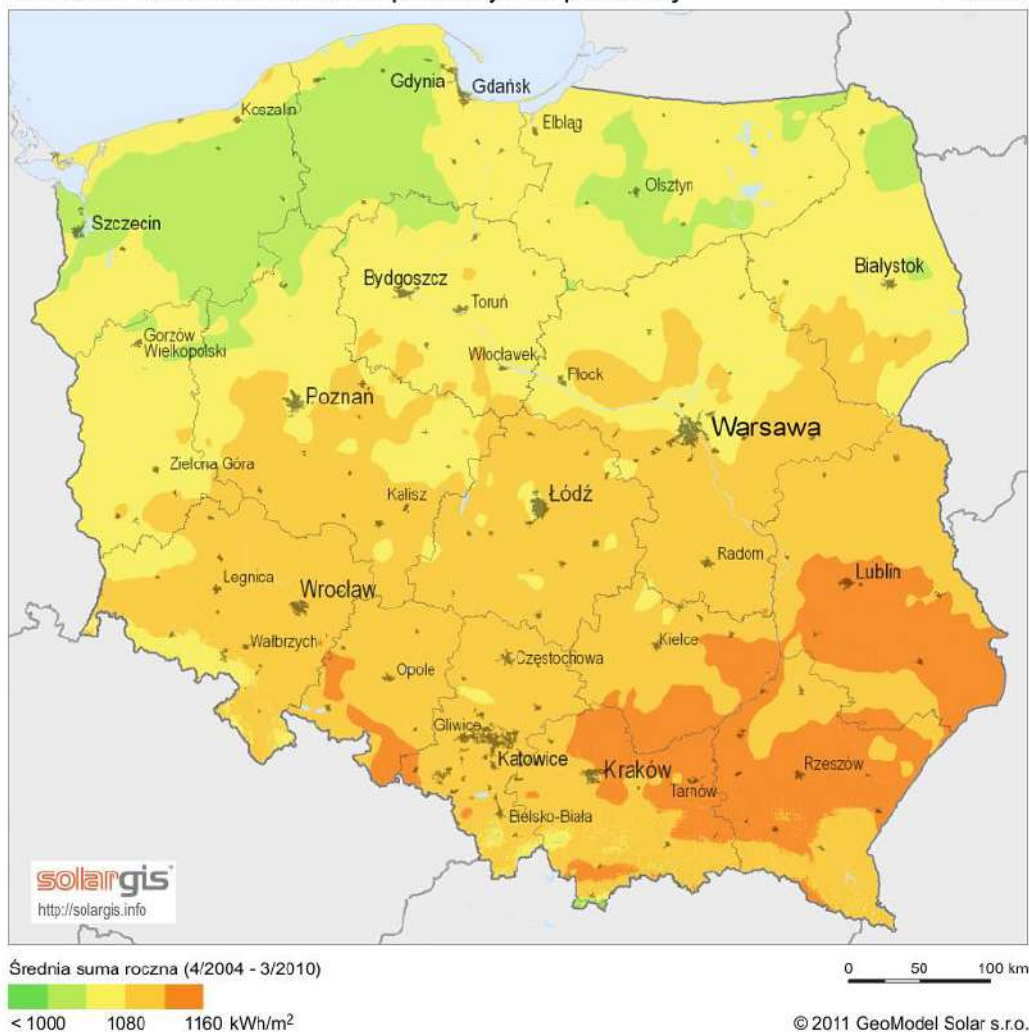
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|--------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Napole |
| Rodzaj poszycia dachowego | 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

[\[http://re.irc.ec.europa.eu/\]](http://re.irc.ec.europa.eu/)

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na blacha trapezowa płaski 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na gruncie.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,32 kW będzie składał się z 26 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. Złączeni 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. 4 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 5x4 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 gruncie. Konstrukcja wsporcza pod instalację fotowoltaiczną składa się z szyn nośnych oraz klem i uchwytów mocujących system do gruntu. 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|---------------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 8,32 kW będzie składał się z 26 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

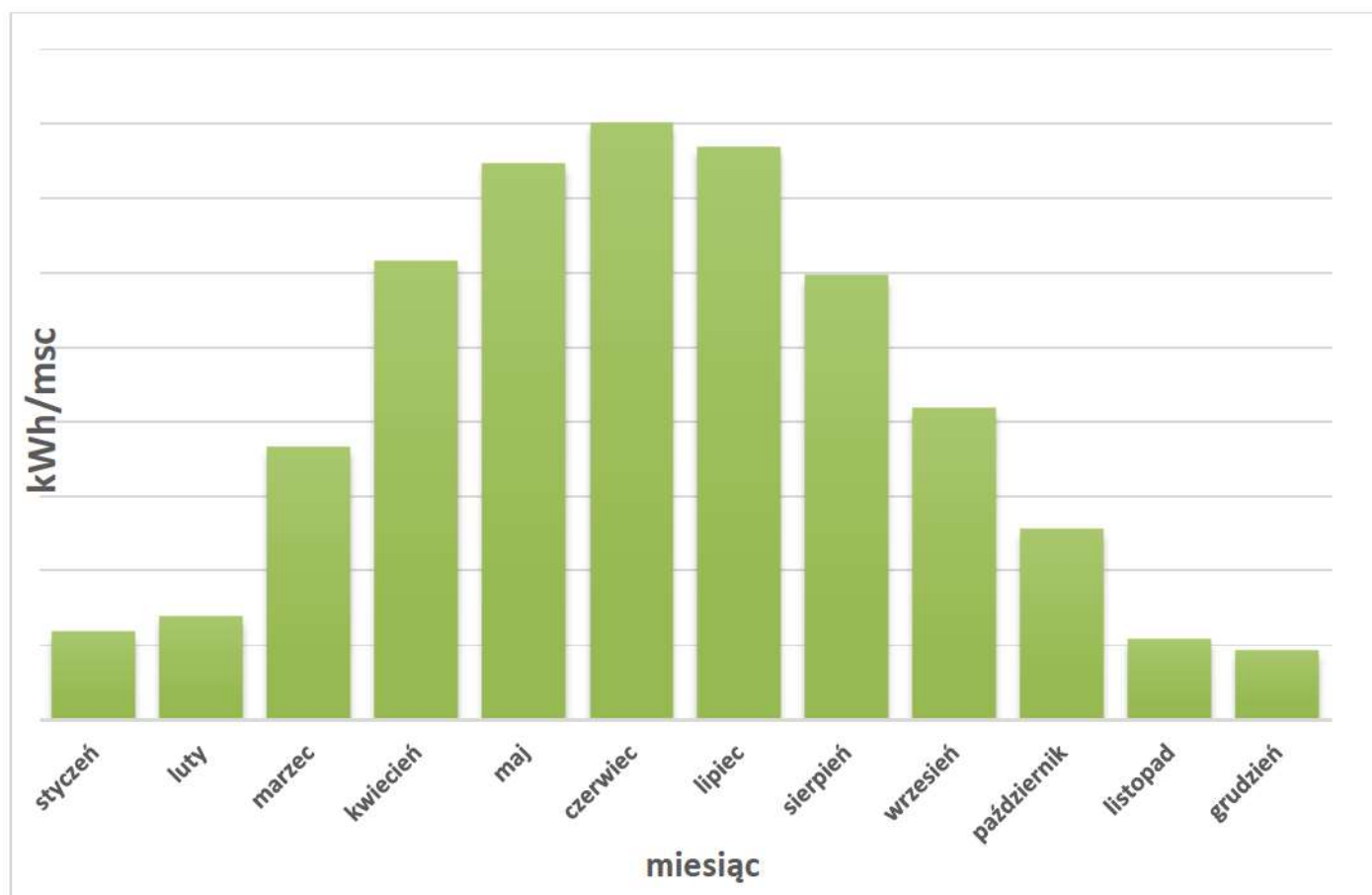
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 26 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 7800 |
| Moc instalacji | kWp | 8,32 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 7900 |

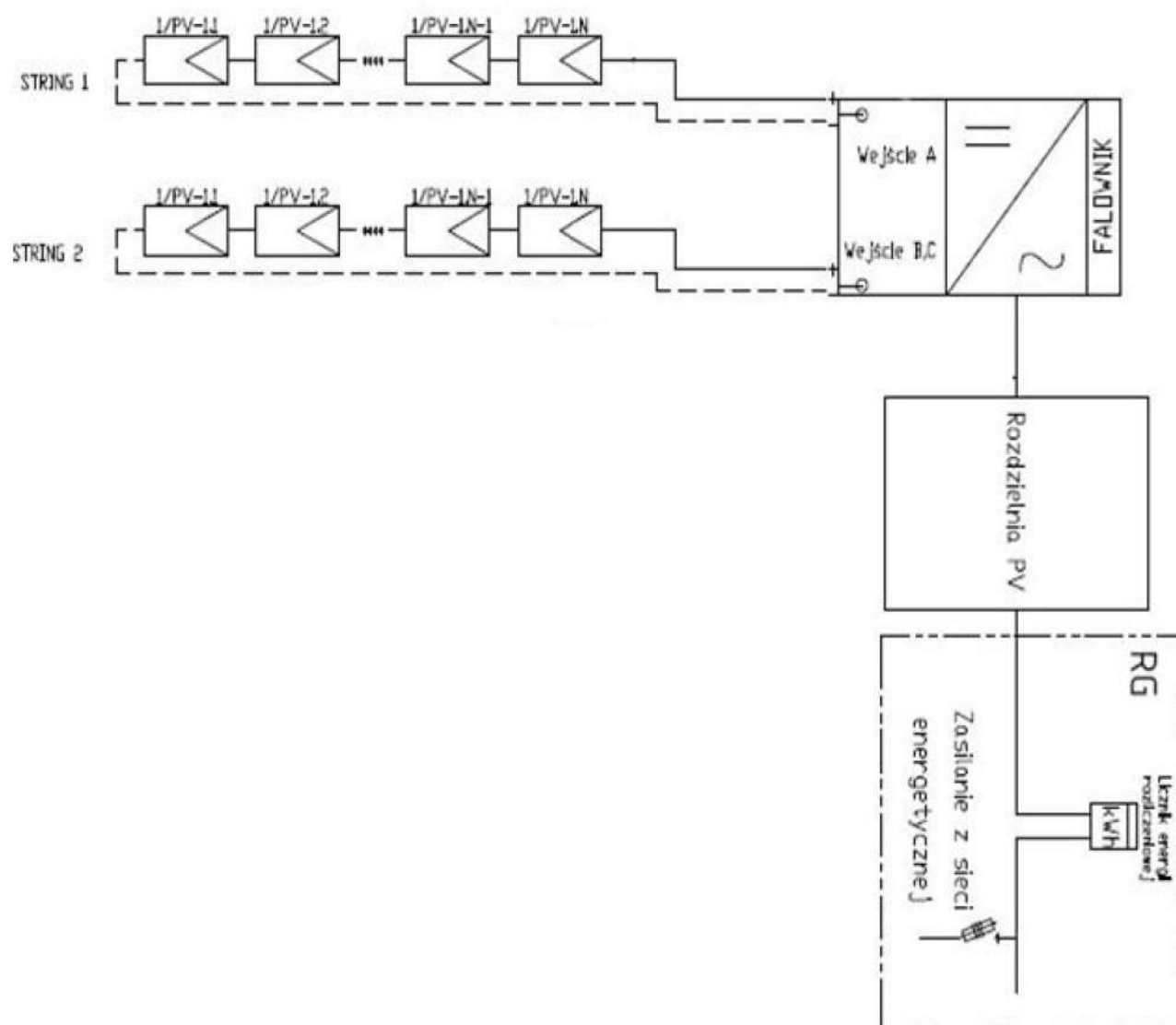
4.4 Produktywność elektrowni

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 8,32 kW. Zakłada ono posadowienie 26 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

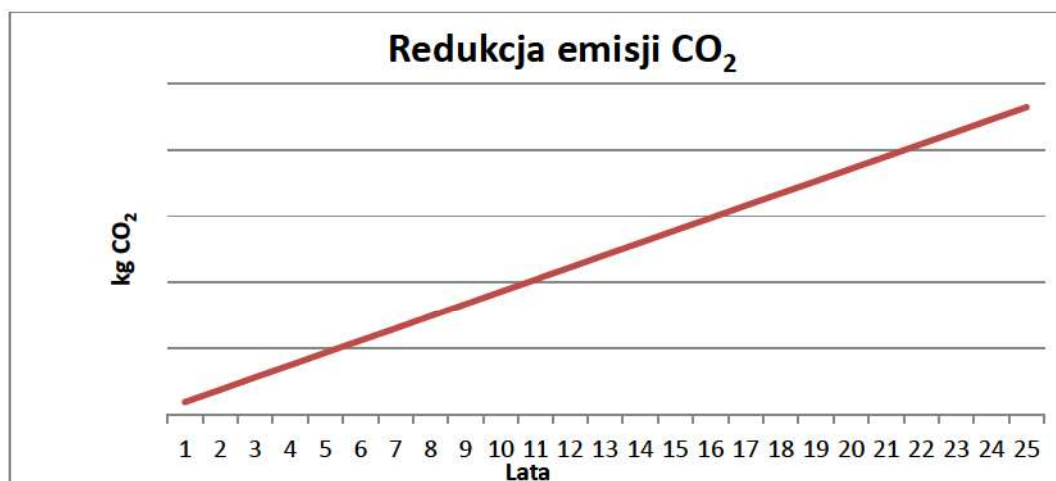
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{5121,79}{4364,75} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 26 | szt. |
| 2 | Inwerter fotowoltaiczny modulem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji | 1 | szt. |
| 3 | Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV | 26 | kpl. |
| 4 | Okablowanie solarne DC 1000V | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 7,04 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 24/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 7,04 kW. 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 58/3 w obrębie ewidencyjnym Wielka Łąka. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

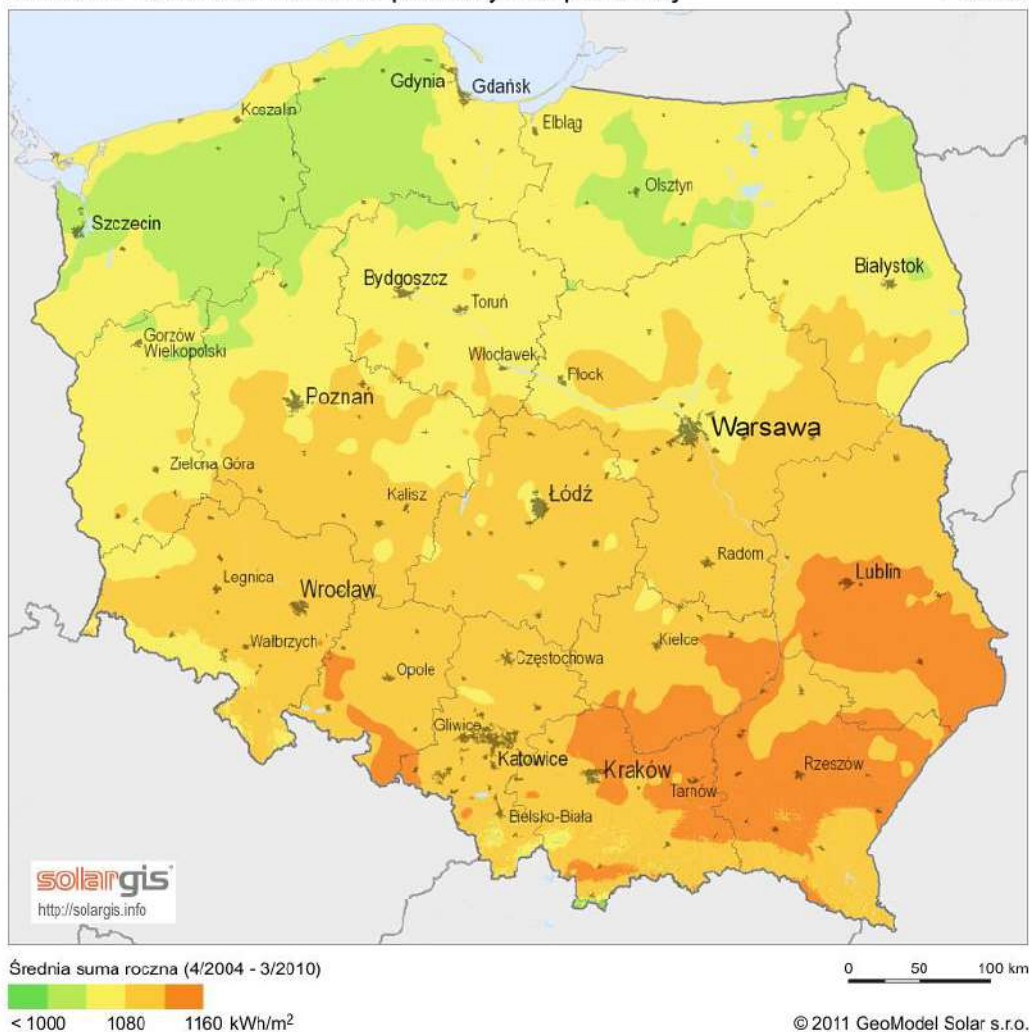
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|----------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Wielka Łąka |
| Rodzaj poszycia dachowego | blachodachówka |

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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe + wschód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na blachodachówkę 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 7,04 kW będzie składał się z 22 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|--------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 7,04 kW będzie składał się z 22 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

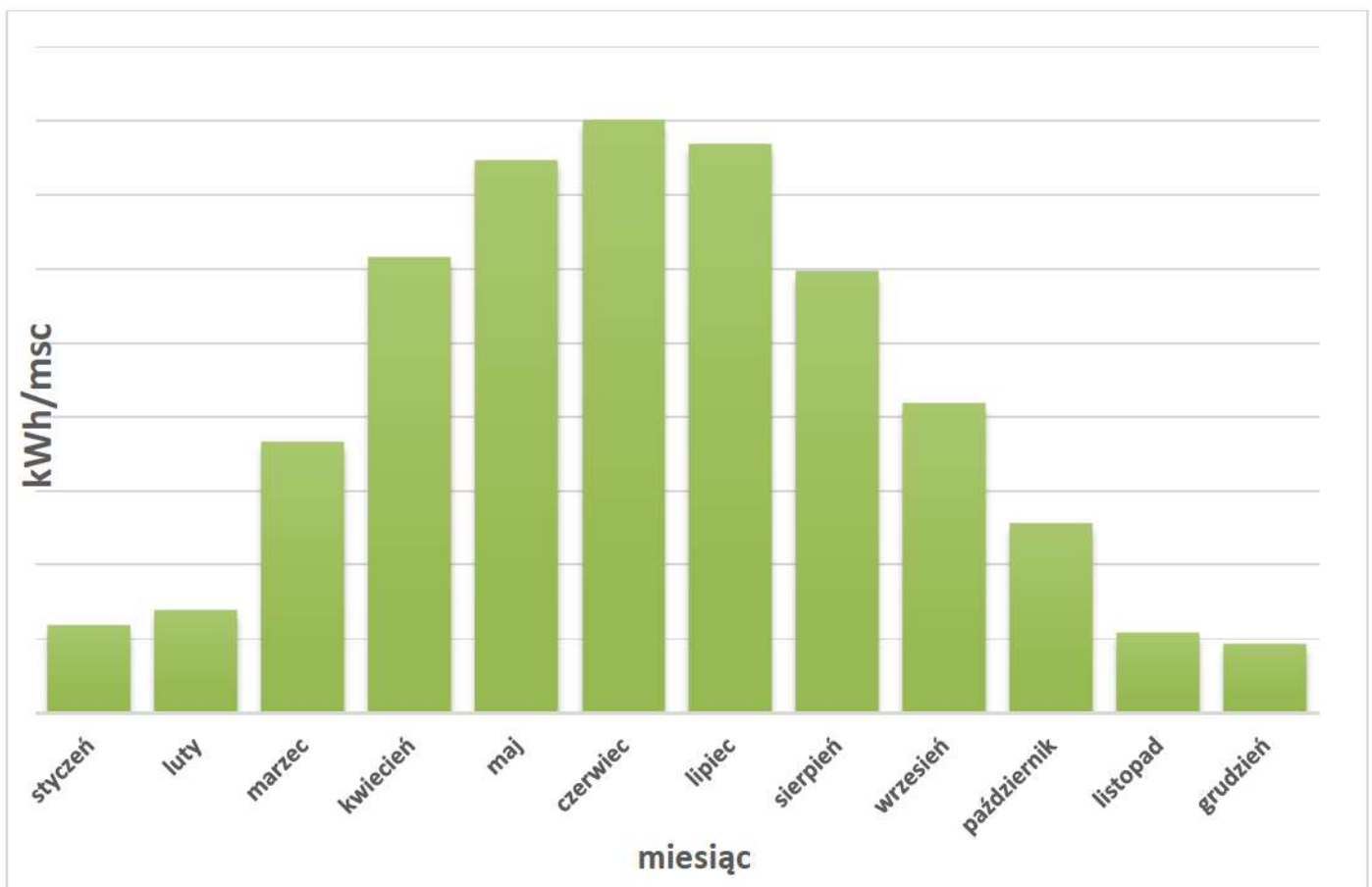
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|---------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 22 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 6300 |
| Moc instalacji | kWp | 7,04 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 6690 |

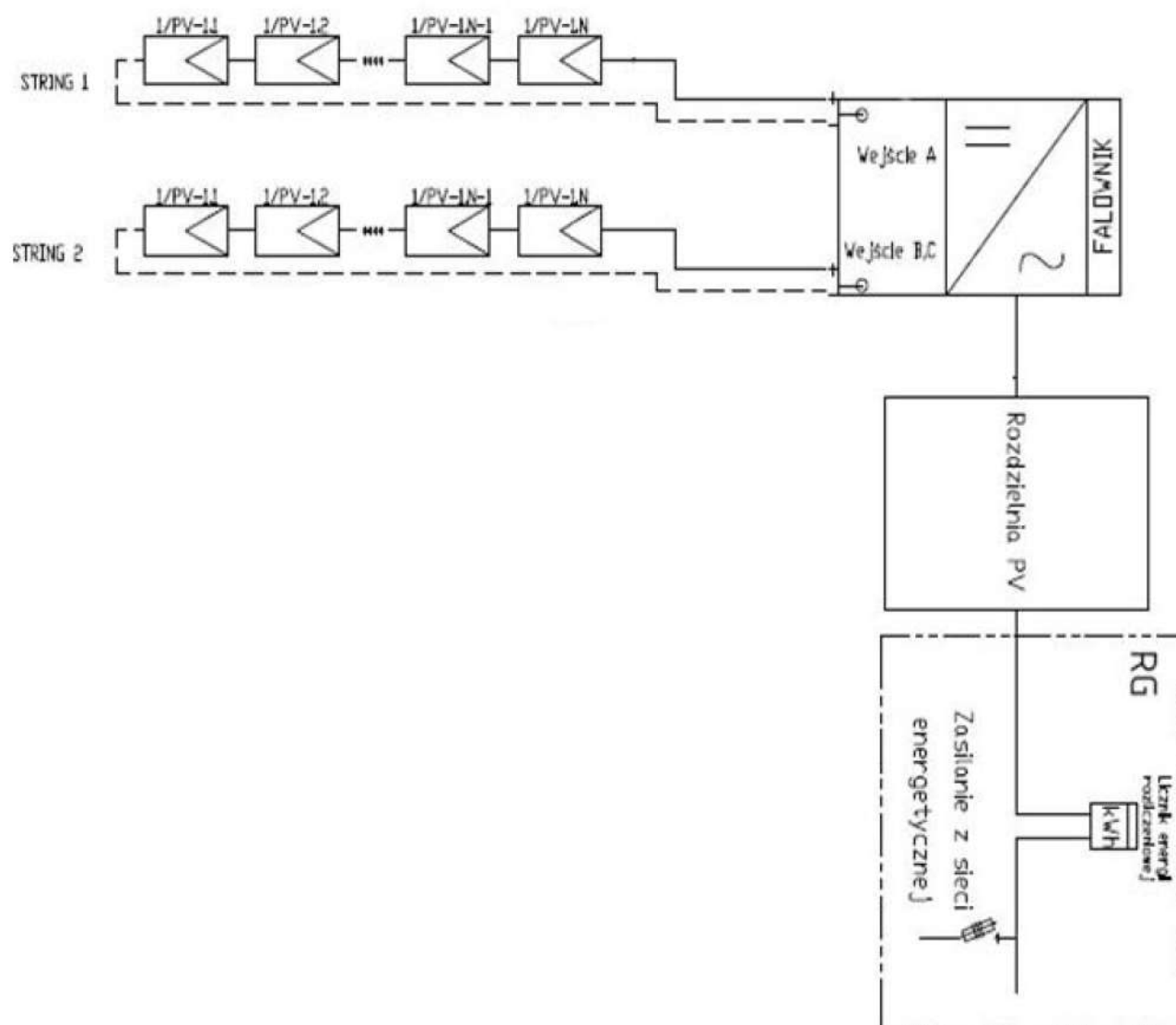
4.4 Produktywność elektrowni

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 7,04 kW. Zakłada ono posadowienie 22 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

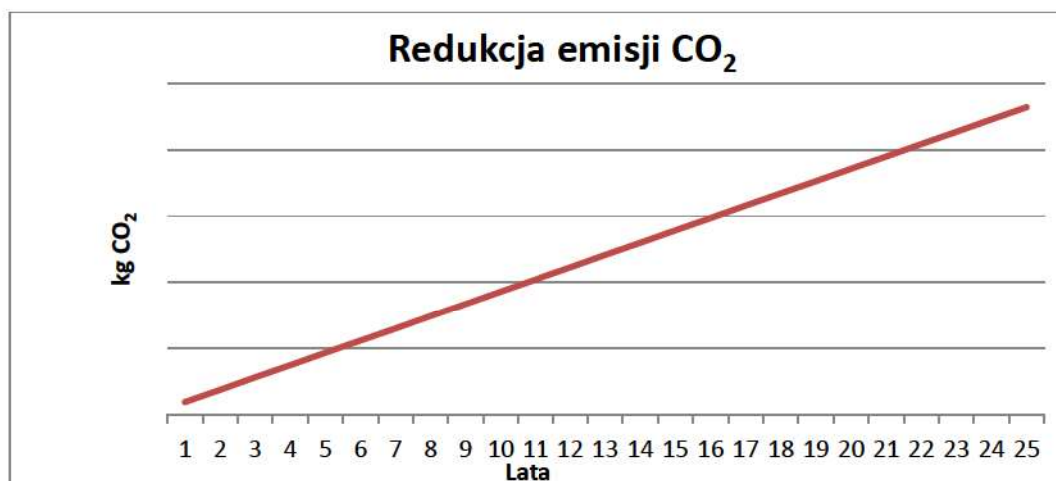
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{4333,82}{3696,23} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 22 | szt. |
| 2 | Inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji | 1 | szt. |
| 3 | Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV | 22 | kpl. |
| 4 | Okablowanie solarne DC 1000V | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 9,6 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 28/W/PV/2020

Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 9,6 kW. 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 300/12 w obrębie ewidencyjnym Kowalewo Pomorskie. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

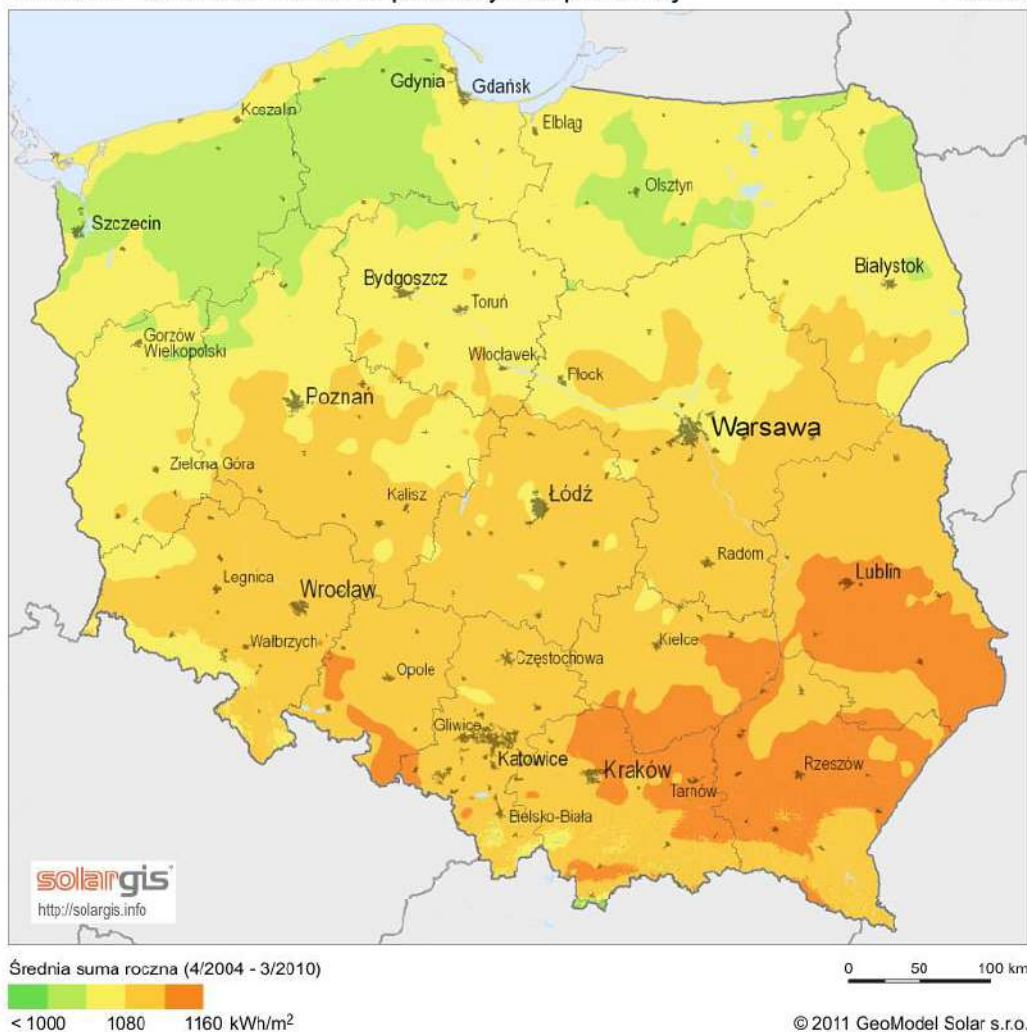
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|--------------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Kowalewo Pomorskie |
| Rodzaj poszycia dachowego | blachodachówka |

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

[\[http://re.irc.ec.europa.eu/\]](http://re.irc.ec.europa.eu/)

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południowy-wschód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na blachodachówkę i składać będzie się z wkrętów przytwierdzanych do konstrukcji oraz profili aluminiowych. Do montażu paneli w szynie (profilu) wykorzystane zostaną dedykowane klamy 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 9,6 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. Złączeni 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|---------------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 9,6 kW będzie składał się z 30 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

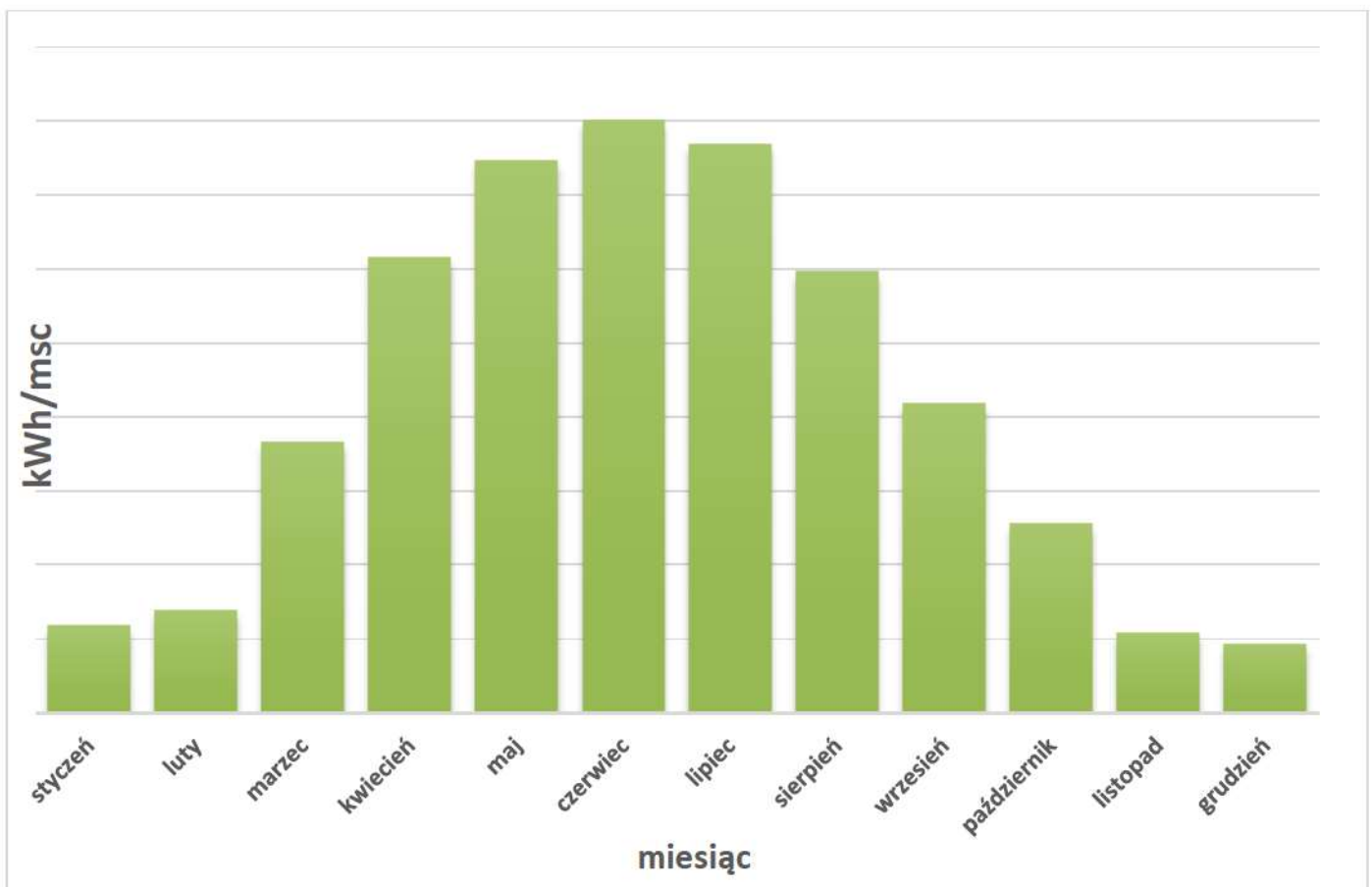
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 30 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 9000 |
| Moc instalacji | kWp | 9,6 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 9120 |

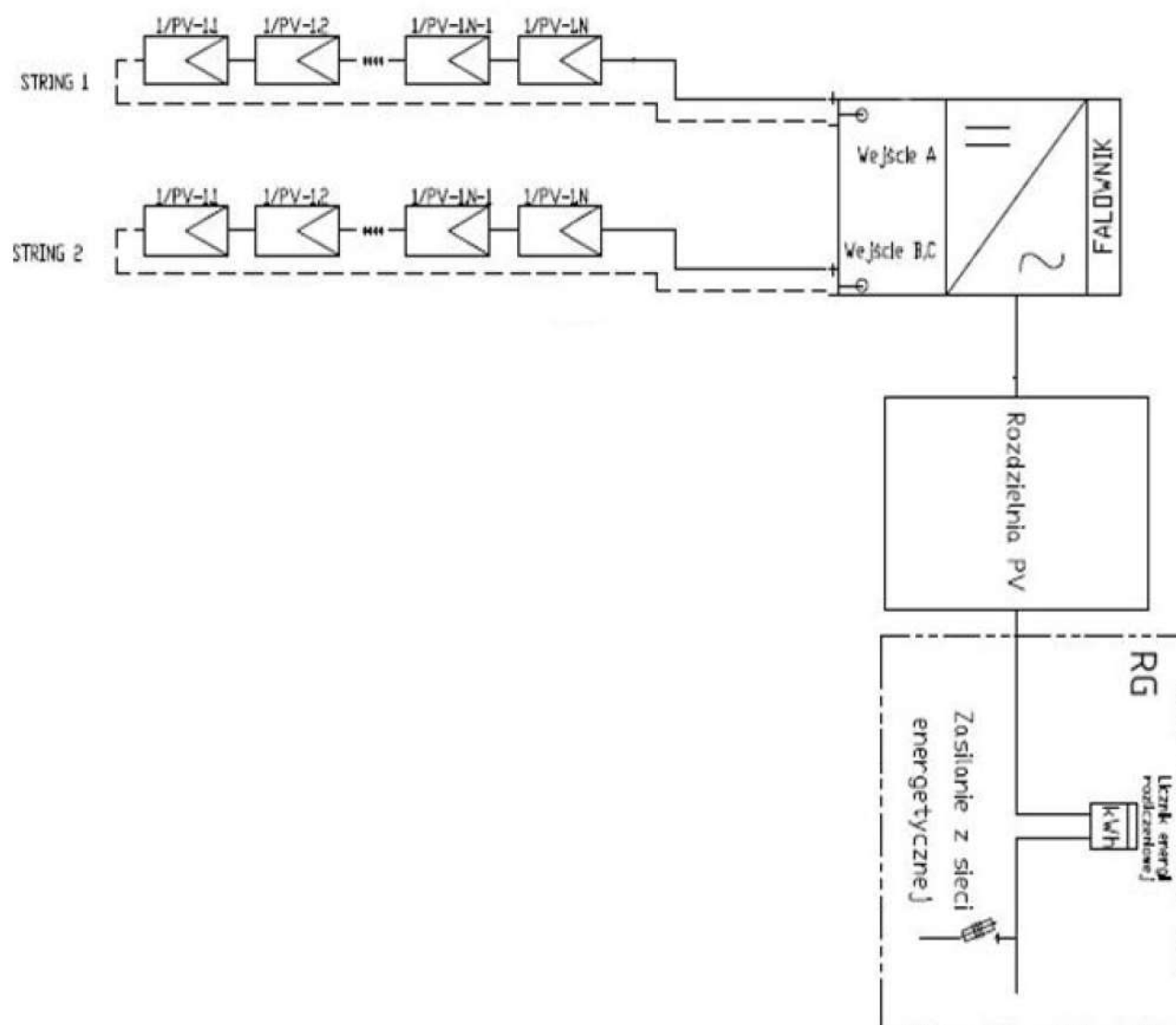
4.4 Produktywność elektrowni

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 9,6 kW. Zakłada ono posadowienie 30 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

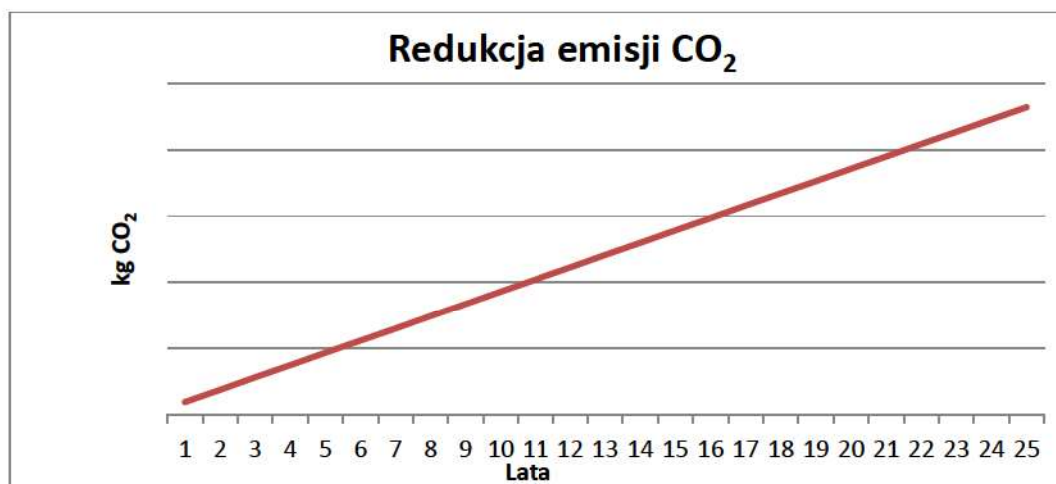
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{5909,76}{5038,8} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 30 | szt. |
| 2 | 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 | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 8,32 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 29/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 8,32 kW. 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 300/11 w obrębie ewidencyjnym Kowalewo Pomorskie. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

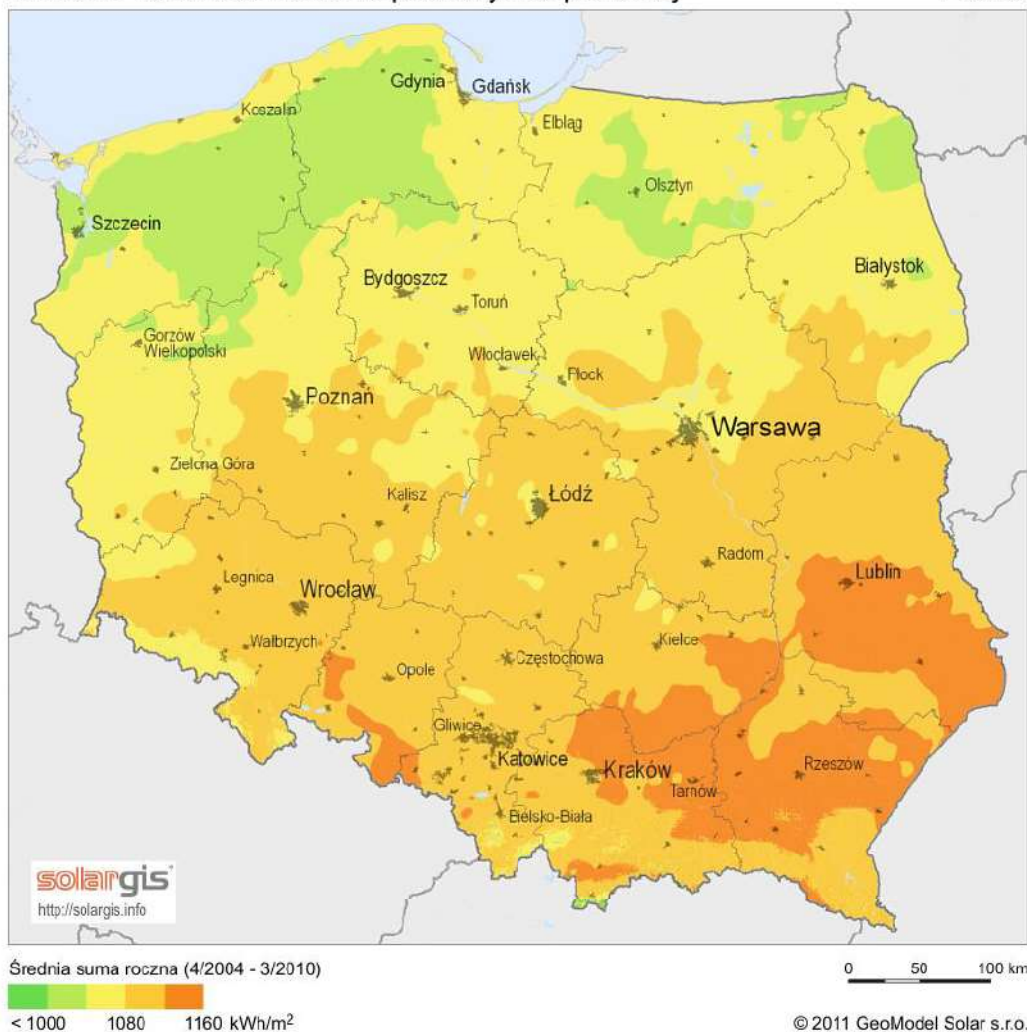
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|---------------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Kowalewo Pomorskie |
| Rodzaj poszycia dachowego | dachówka ceramiczna |

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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południowy-wschód + południowy-zachód. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na dachówka ceramiczna 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,32 kW będzie składał się z 26 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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 korytach 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. 4 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 5x4 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 T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 8,32 kW będzie składał się z 26 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

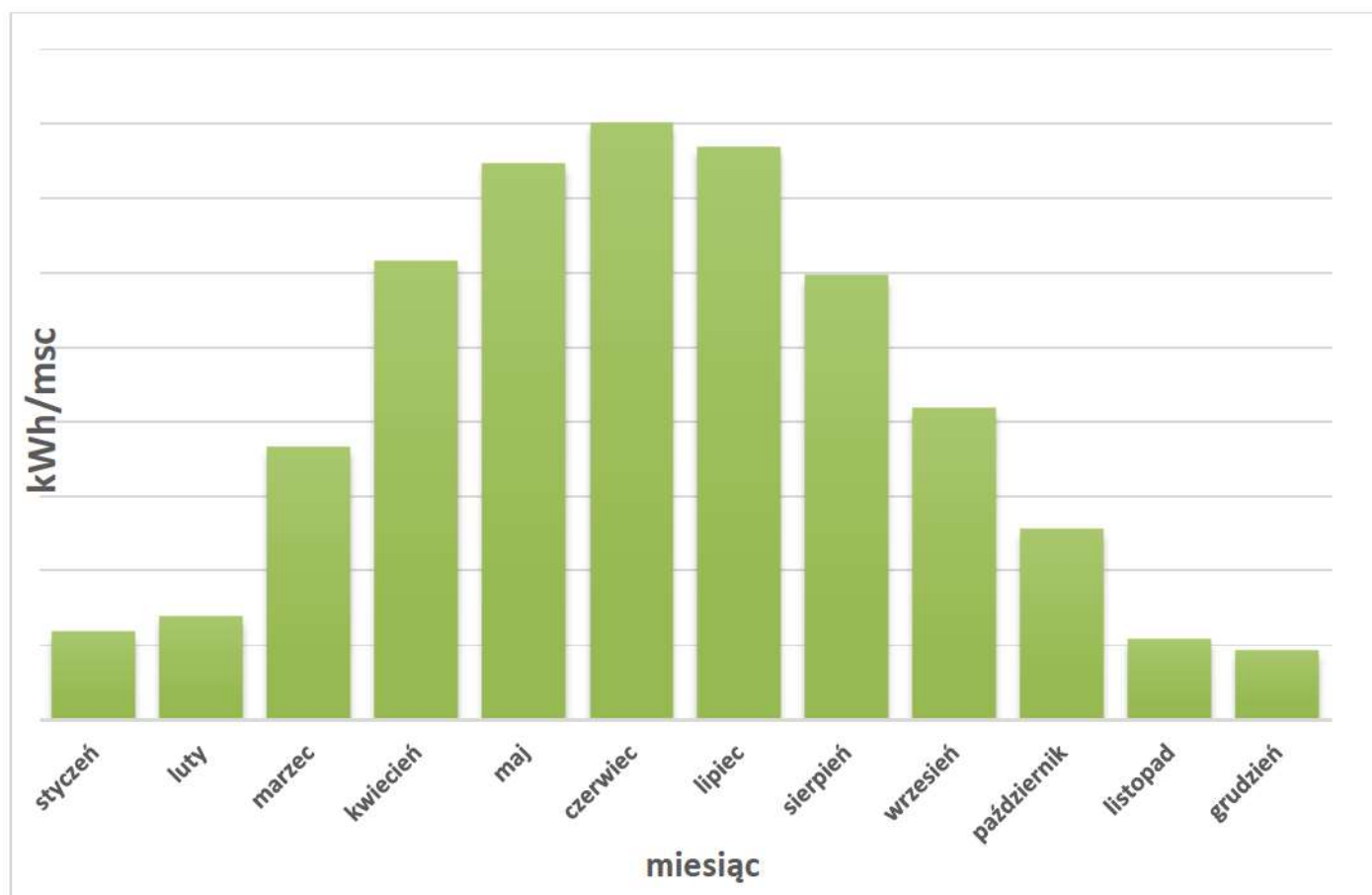
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|---------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 26 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 8000 |
| Moc instalacji | kWp | 8,32 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 7900 |

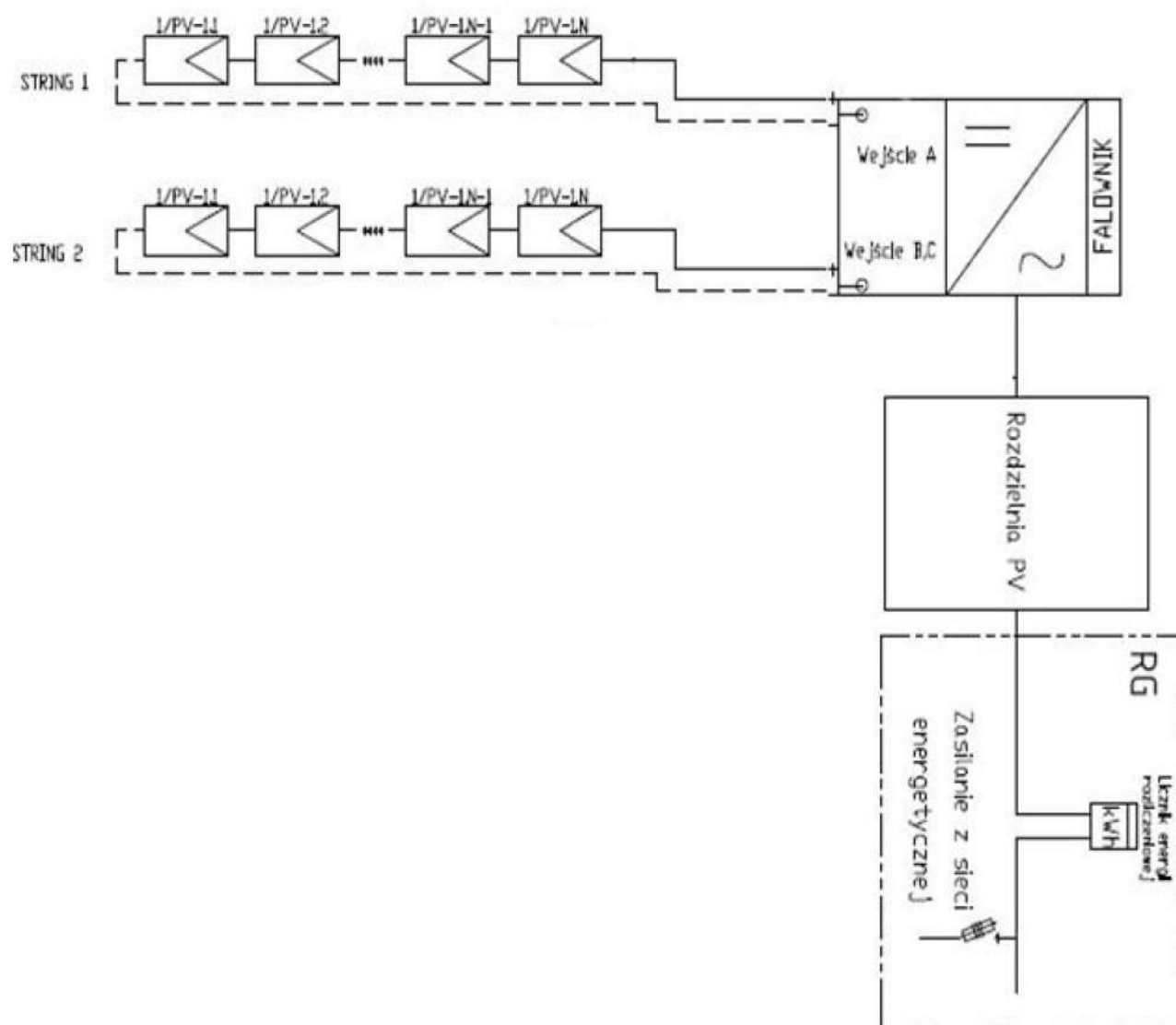
4.4 Produktywność elektrowni

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 8,32 kW. Zakłada ono posadowienie 26 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

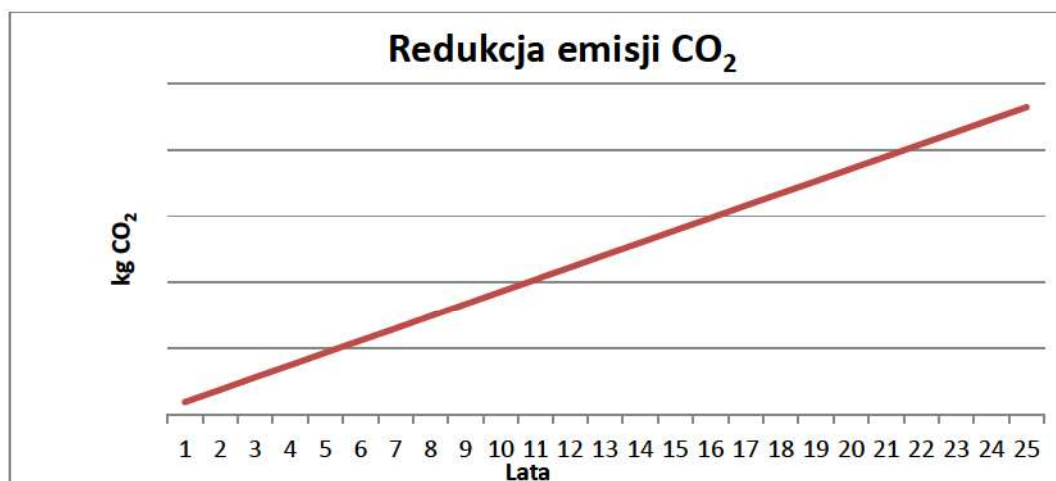
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{5121,79}{4364,75} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 26 | szt. |
| 2 | Inwerter fotowoltaiczny modułem z komunikacji o parametrach dostosowanych do mocy instalacji | 1 | szt. |
| 3 | Konstrukcja nośna dla 1 modułu PV | 26 | kpl. |
| 4 | Okablowanie solarne DC 1000V | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 7,68 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 31/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 7,68 kW. 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 241/1 w obrębie ewidencyjnym Mlewo. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

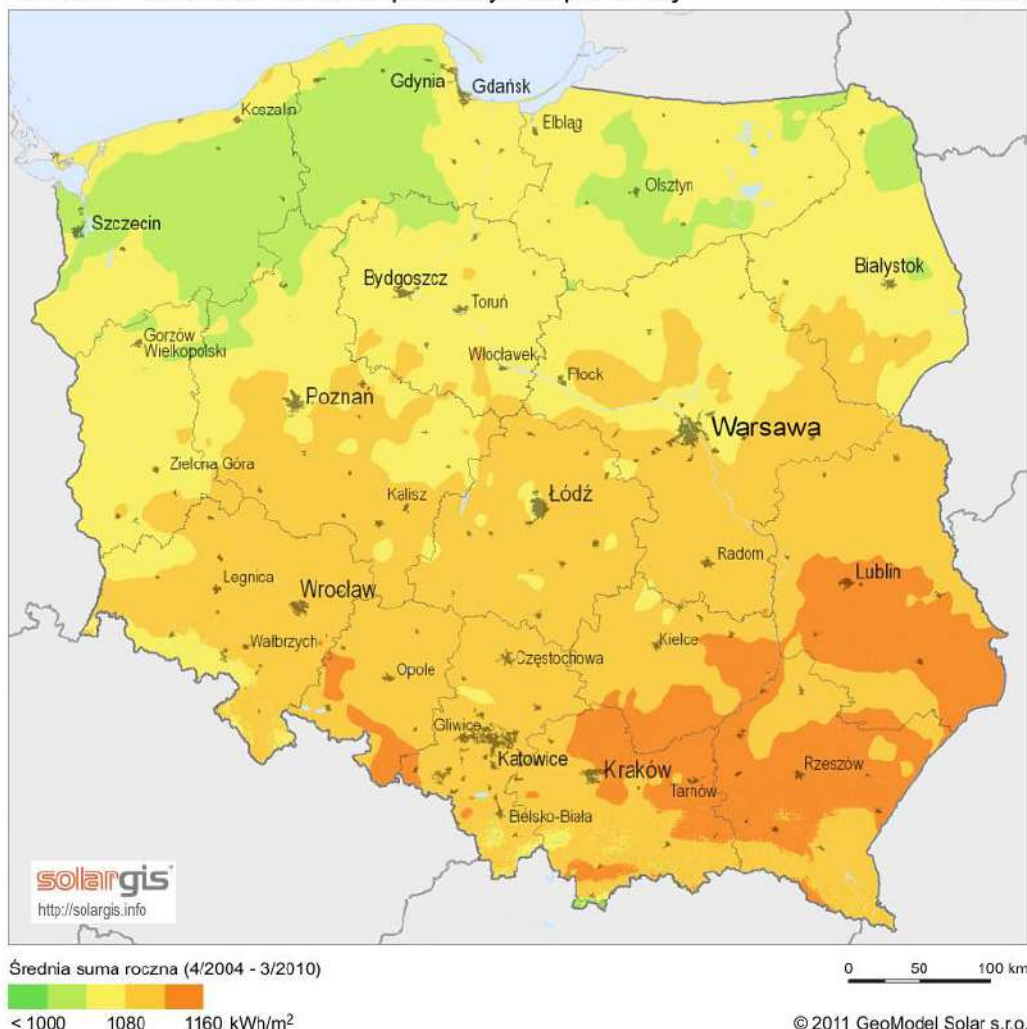
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|------------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Mlewo |
| Rodzaj poszycia dachowego | blacha trapezowa |

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

[\[http://re.irc.ec.europa.eu/\]](http://re.irc.ec.europa.eu/)

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na blacha trapezowa 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 7,68 kW będzie składał się z 24 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. Złączeni 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|--------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 7,68 kW będzie składał się z 24 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

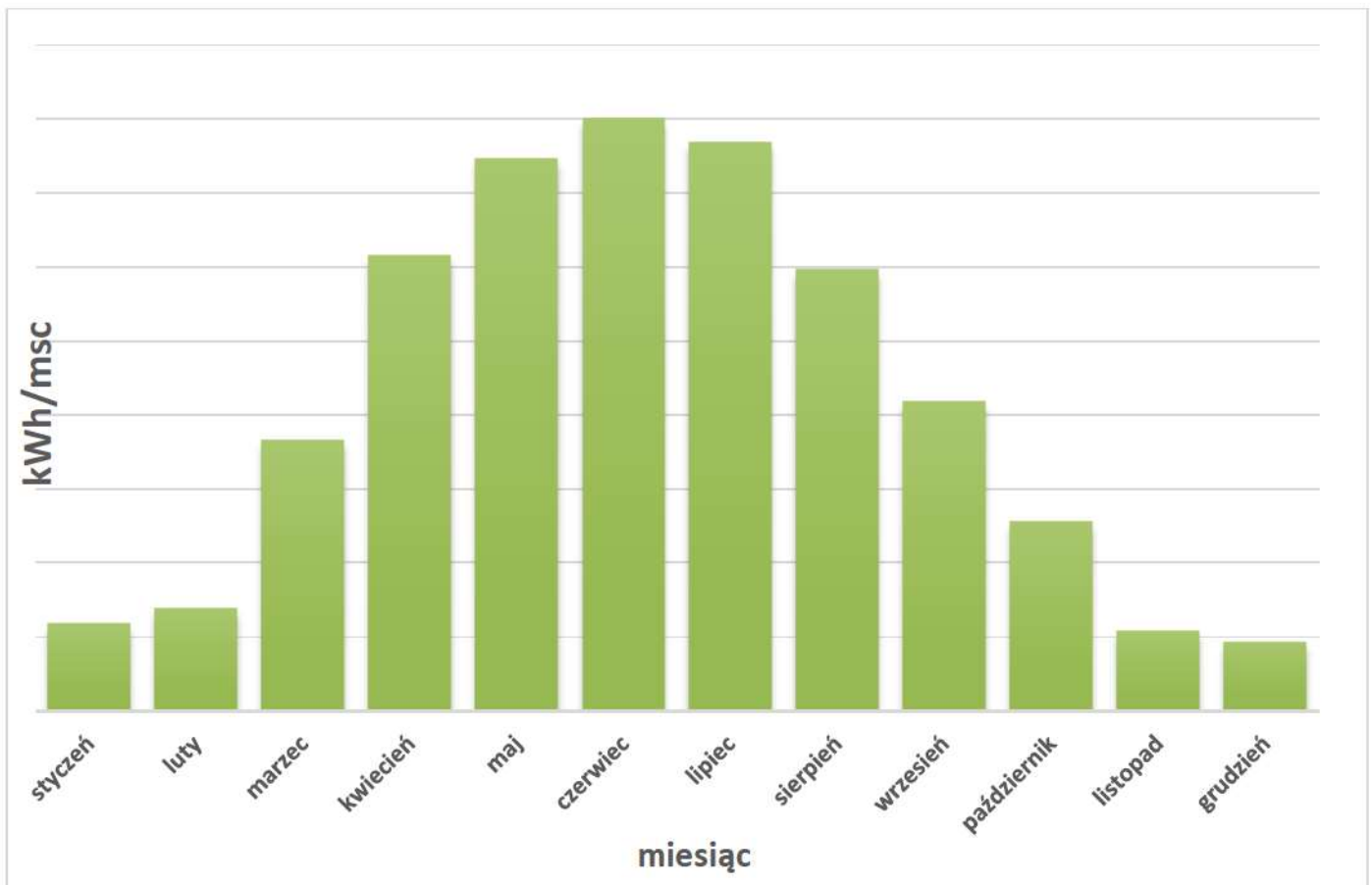
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 24 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 4200 |
| Moc instalacji | kWp | 7,68 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 7300 |

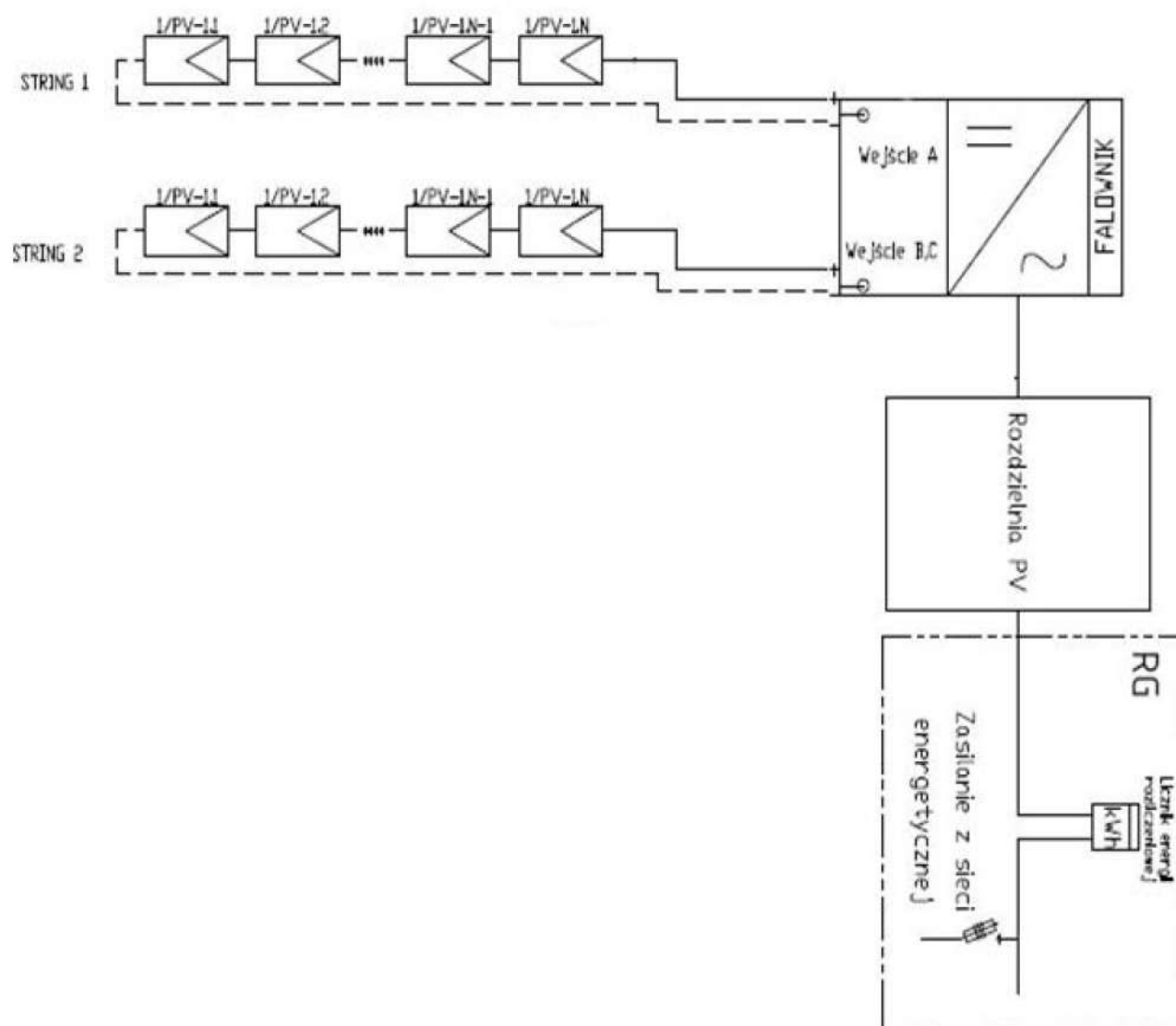
4.4 Produktywność elektrowni

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 7,68 kW. Zakłada ono posadowienie 24 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

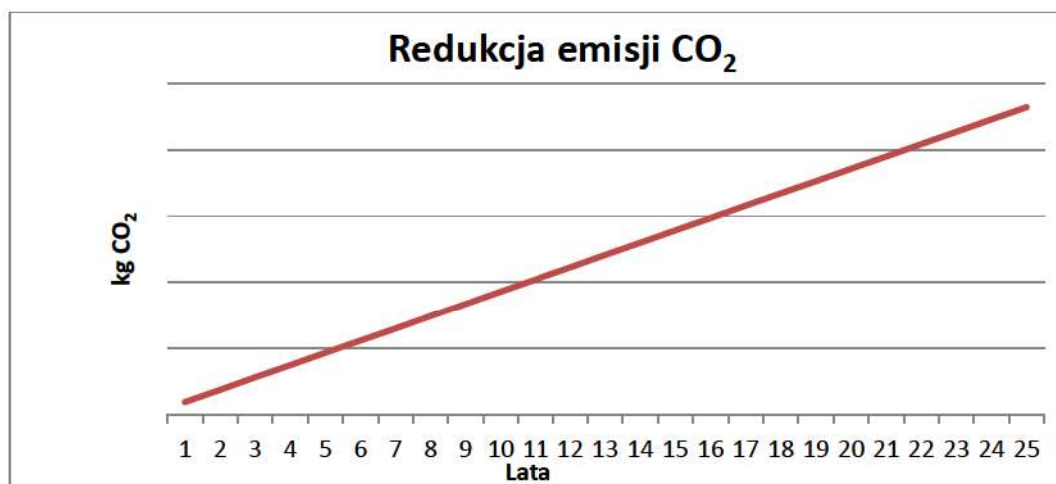
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{4727,81}{4033,25} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 24 | szt. |
| 2 | 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 | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 8,96 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 33/W/PV/2020
Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 8,96 kW. 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 100/3 w obrębie ewidencyjnym Wielka Łąka. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . Model danych klimatycznych mających określić wartość promieniowania słonecznego w danej lokalizacji uwzględnia nachylenie wybranej polaci 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

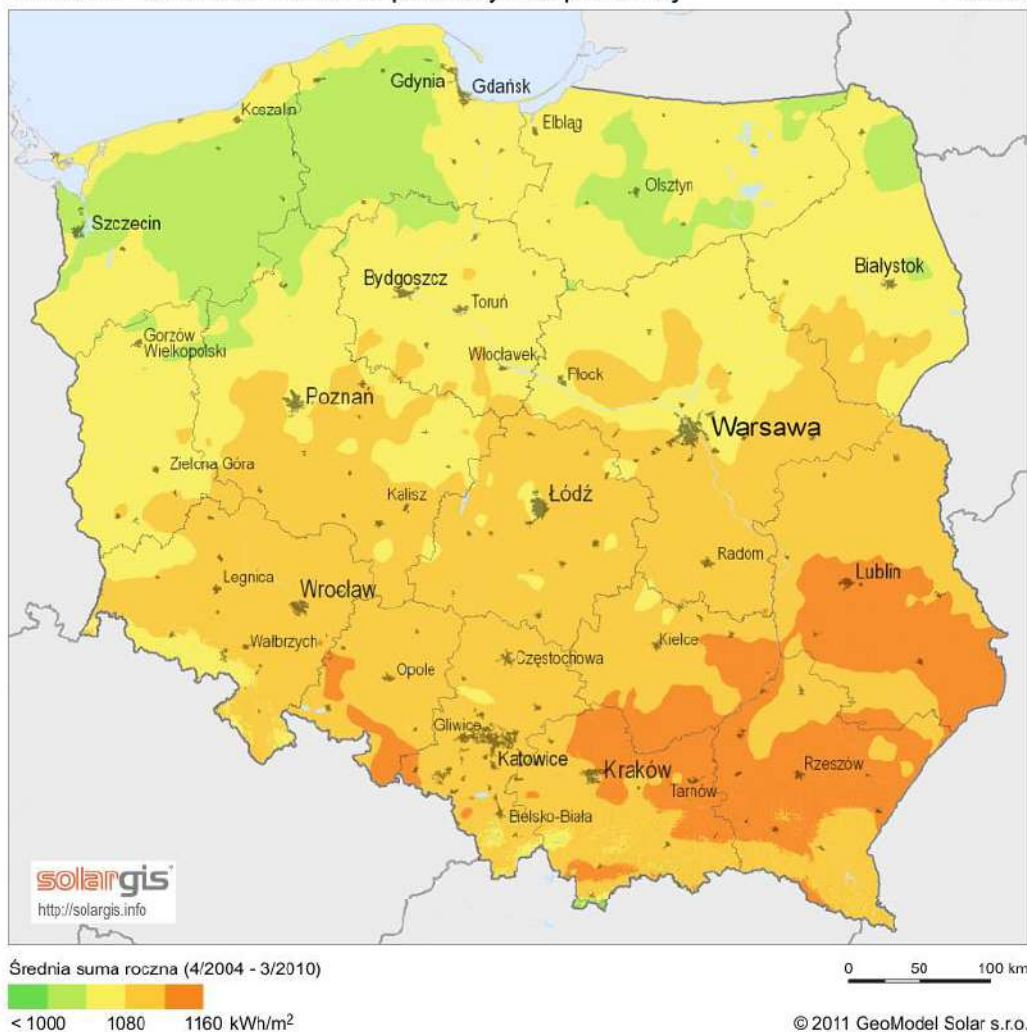
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|-------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Wielka Łąka |
| Rodzaj poszycia dachowego | 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

[\[http://re.irc.ec.europa.eu/\]](http://re.irc.ec.europa.eu/)

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na grunt 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 8,96 kW będzie składał się z 28 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. Złączeni 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|--------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 8,96 kW będzie składał się z 28 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

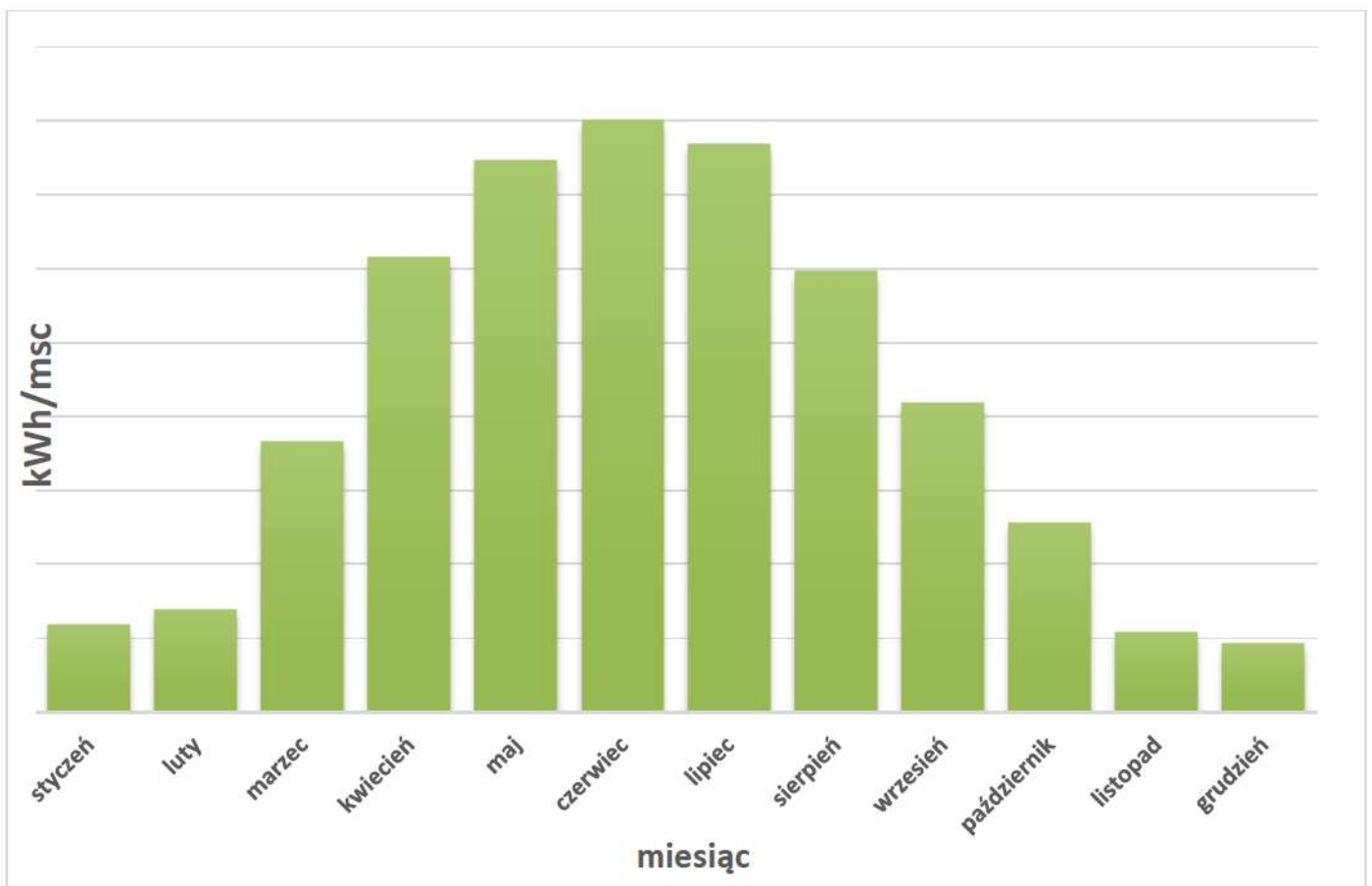
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|-------------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 28 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 8900 |
| Moc instalacji | kWp | 8,96 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 8510 |

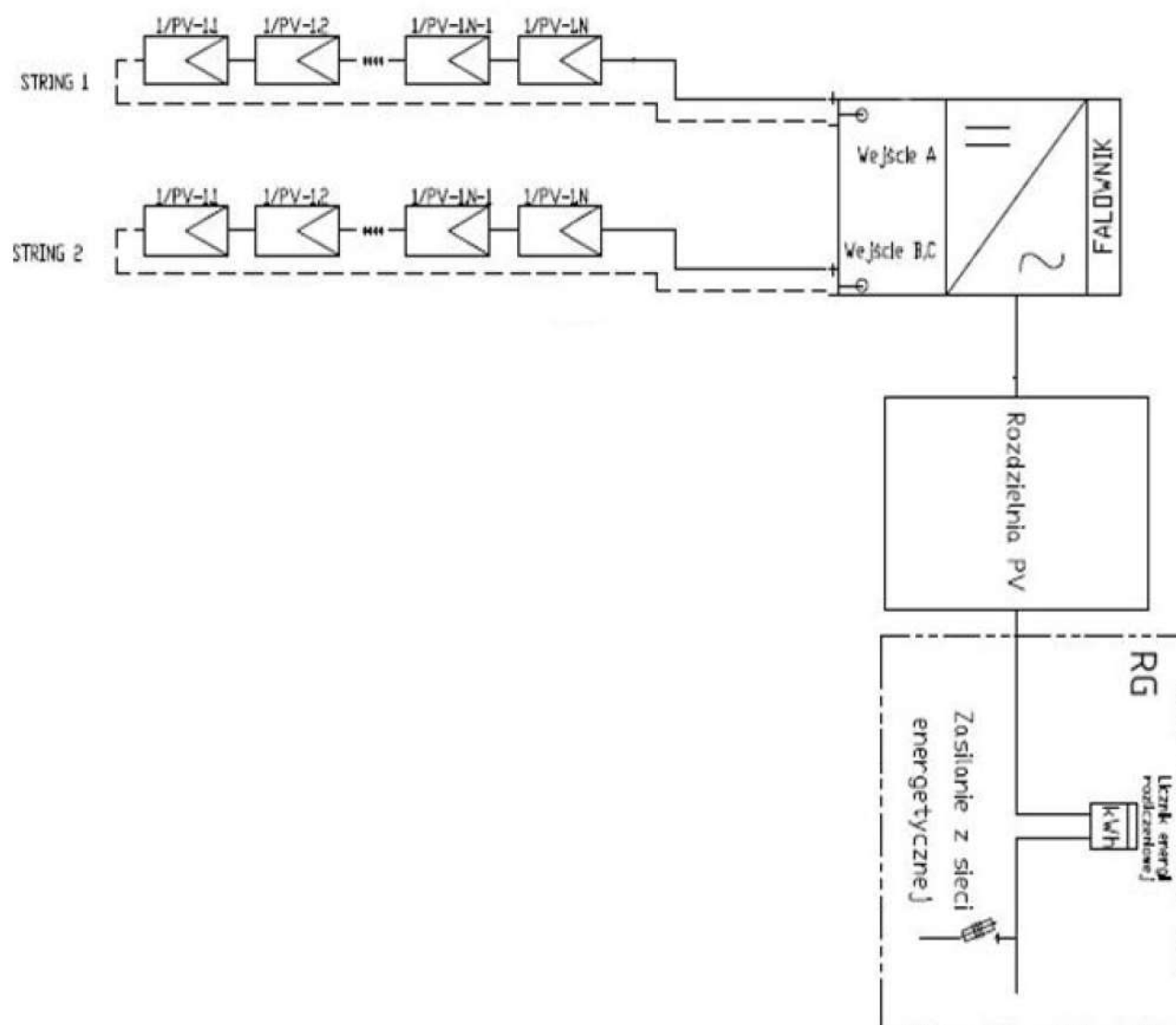
4.4 Produktywność elektrowni

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 8,96 kW. Zakłada ono posadowienie 28 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

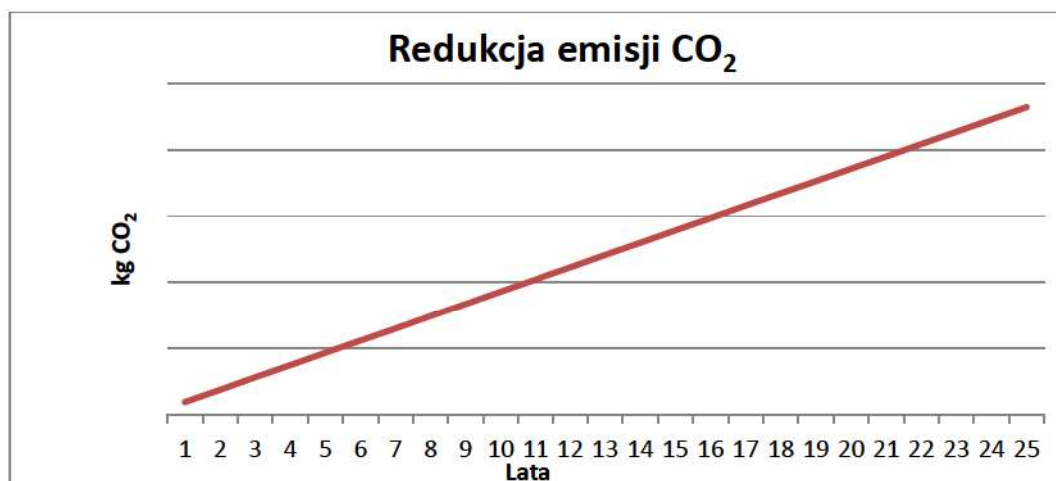
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{5515,78}{4701,78} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 28 | szt. |
| 2 | 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 | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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 6,4 kW**

Obiekt:

PROJEKT NR 37/W/PV/2020

Budynek jednorodzinny

Inwestor:

Jednostka projektowa:

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

Gdynia, 2020

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..... | 6 |
| 4.1 Dobór elementów składowych instalacji fotowoltaicznej | 6 |
| 4.2 Dobór urządzeń składowych instalacji..... | 8 |
| 4.3 Wymiarowanie instalacji | 8 |
| 4.4 Produktywność elektrowni | 9 |
| 4.5 Schemat elektryczny | 10 |
| 4.6 Wskazówki dla wykonawcy instalacji..... | 11 |
| 5. Analiza ekologiczna inwestycji..... | 11 |
| 6. Analiza ekonomiczna inwestycji | 12 |
| 6.1 Wycena komponentów i prac montażowych | 13 |
| 7. Podsumowanie..... | 13 |

1. Cel instalacji systemu fotowoltaicznego

Celem projektu jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 6,4 kW. 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 39/4 w obrębie ewidencyjnym Pruska Łąka. Miejscem przeznaczonym do montażu instalacji jest . 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

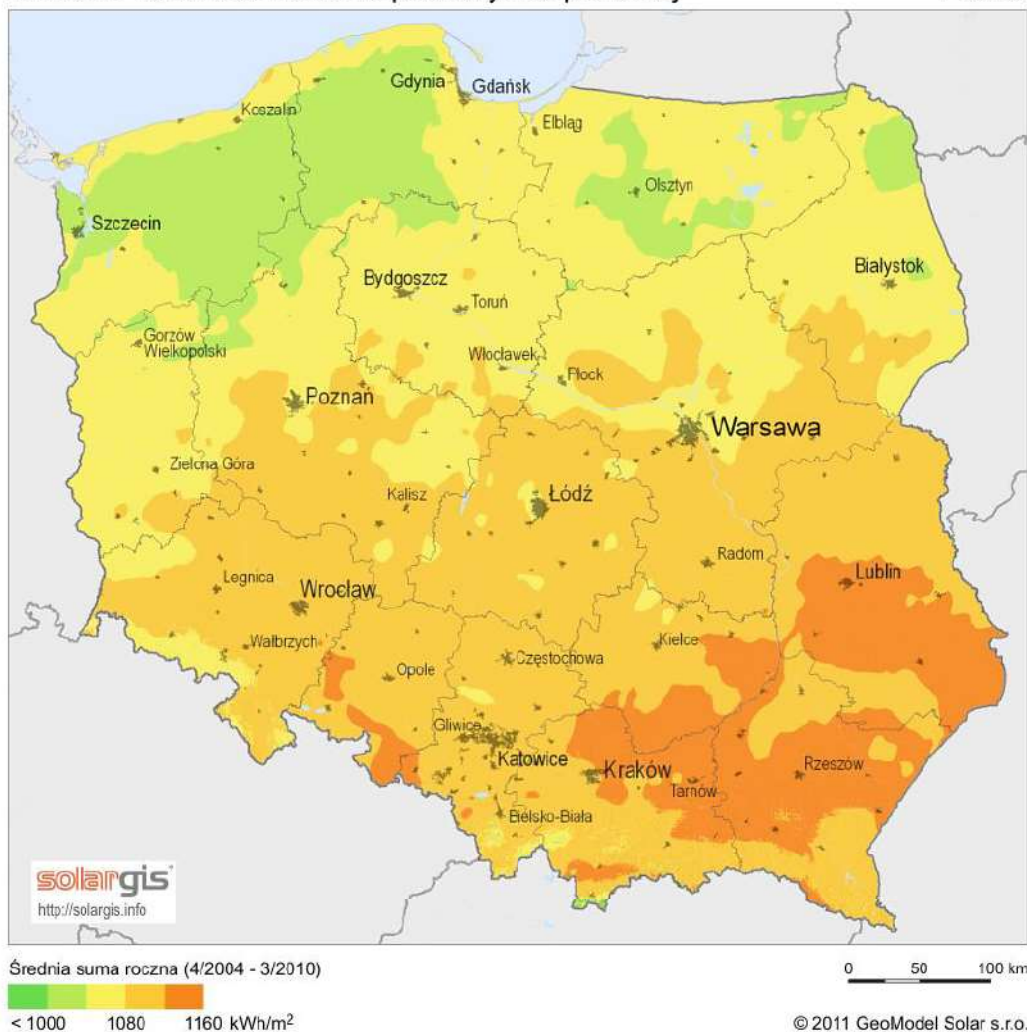
Wszelkie dane o budynku przedstawiono w poniższej tabeli (Tabela 1).

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

| Dane o budynku | |
|---------------------------|-------------|
| Ulica | |
| Miejscowość | Pruska Łąka |
| Rodzaj poszycia dachowego | 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.irc.ec.europa.eu/>

3.3 Miejsce montażu modułów, system montażowy

Instalacja zostanie przytwierdzona na południe. Zastosowany system montażowy dedykowany będzie na grunt 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 monokrystaliczne, rozmieszczone na powierzchni dachu budynku.

Projektowany system fotowoltaiczny o mocy zainstalowanej 6,4 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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 4 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. 4 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 5x4 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 zwarciove.

Tabela 2. Zestawienie zabezpieczeń instalacji

| Zestawienie zabezpieczeń | |
|--------------------------|--|
| Ogranicznik przepięć DC | Ograniczniki T2, prąd 20/40 kA , napięcie DC 1000V |
| Ogranicznik przepięć AC | Ogranicznik klasy T1, |
| Wyłącznik nadprądowy AC | wbudowany w falownik |
| Wyłącznik nadprądowy AC | B lub C automatyczny o prądzie znamionowym min. 125% prądu na fazę |

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 6,4 kW będzie składał się z 20 modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii PERC monokrystalicznej o mocy 320 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.

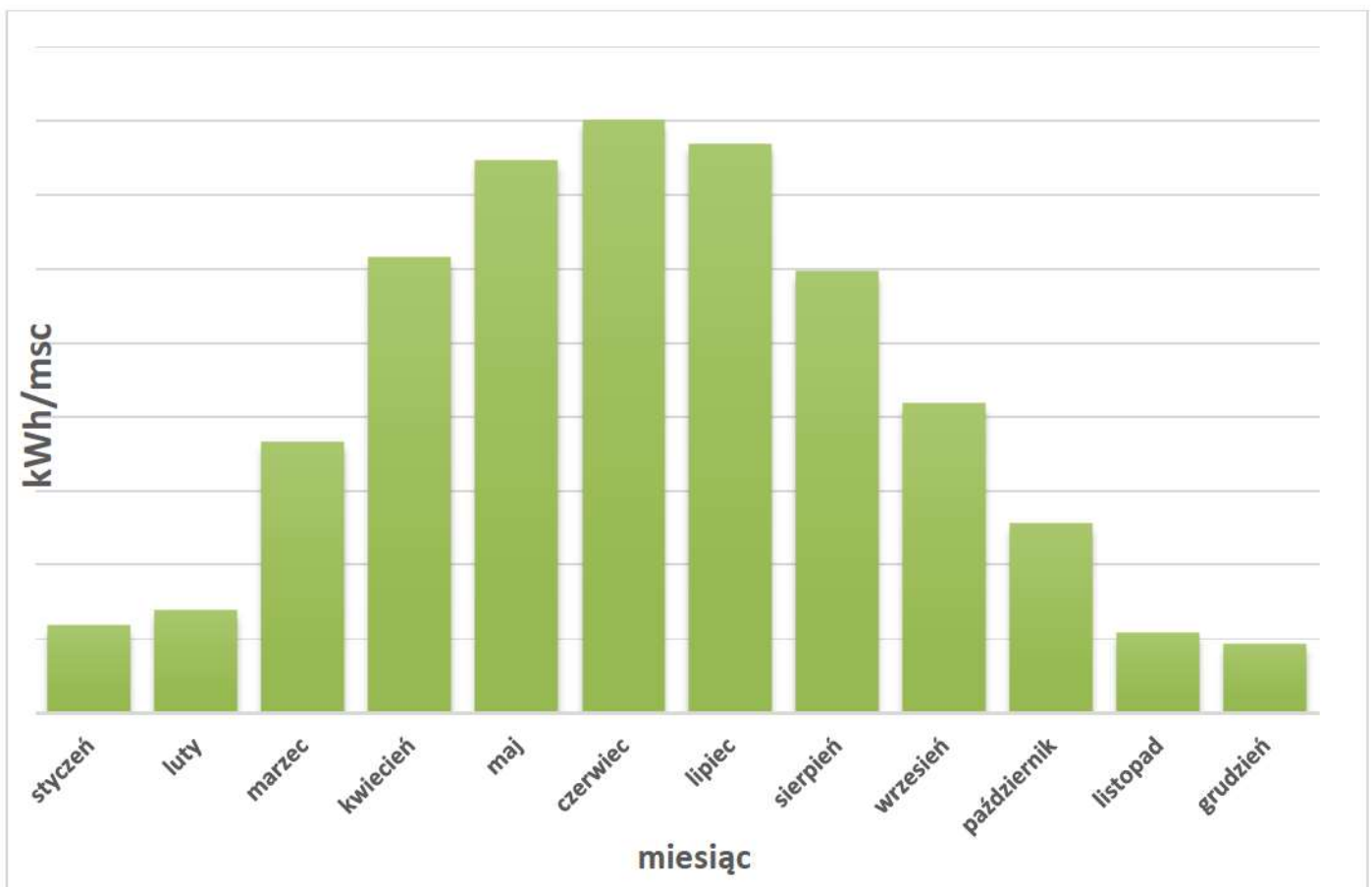
4.3 Wymiarowanie instalacji

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

| Wymiarowanie instalacji | | |
|------------------------------------|-----------|---------|
| | Jednostka | Wartość |
| Liczba modułów | szt. | 20 |
| Moc modułu | Wp | 320 |
| Obecne zużycie energii | MWh/rok | 8900 |
| Moc instalacji | kWp | 6,4 |
| Roczna całkowita produkcja energii | kWh | 6080 |

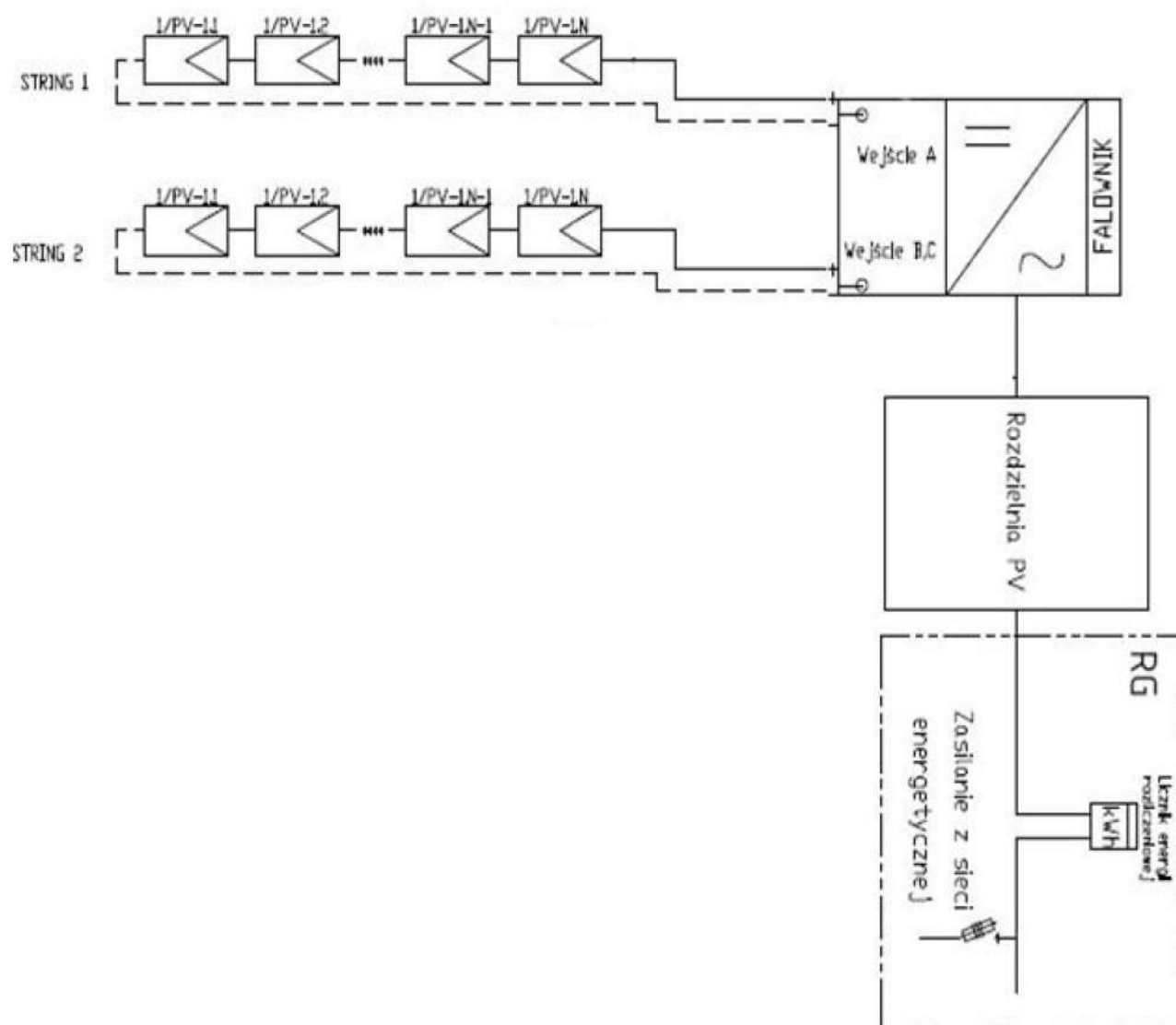
4.4 Produktywność elektrowni

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 6,4 kW. Zakłada ono posadowienie 20 modułów fotowoltaicznych o mocy nominalnej 320 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 PE 6mm² lub zastosować podkładki uziemiające. 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 4mm² 0,6/1 kV

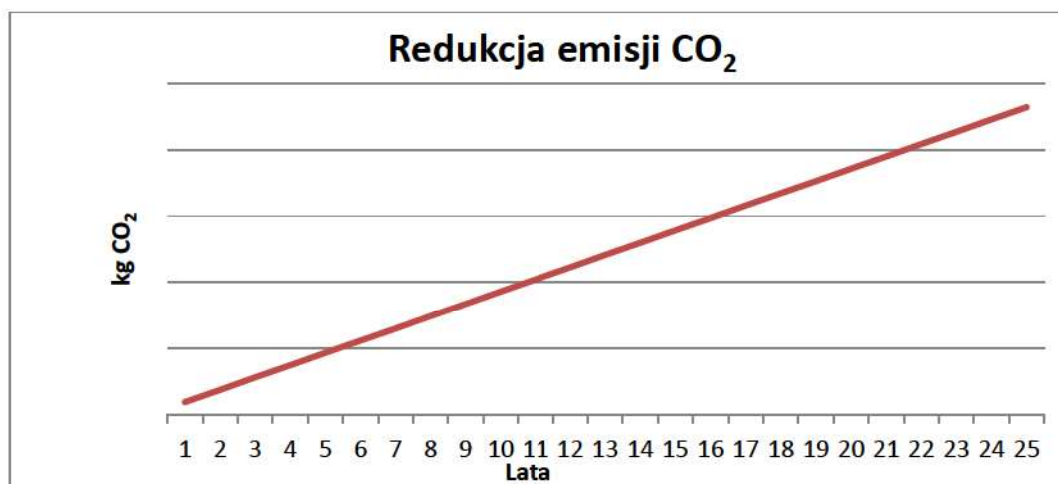
AC – YDYp 5x4 mm²

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) wynosi 778 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: 0,65 zł
- Wartość dofinansowania: 85% 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.

$$SPBT = \frac{K_i}{Z_{br}} = \frac{3939,84}{3359,2} = 2 \text{ lata}$$

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 monokrystaliczny o mocy 320W | 20 | szt. |
| 2 | 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 | 100 | 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 4 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 (netto)= | | | |
| SUMA (brutto, VAT 8 %)= | | | |

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.