

# PROJEKT WYKONAWCZY

**Obiekt:** Budowa instalacji fotowoltaicznej  
na ulicy E. Plater w miejscowości Lubsko

**Adres:** m. Lubsko ul. E. Plater  
dz. nr: 527

**Inwestor:** Nadleśnictwo Lubsko  
ul. E. Plater 15  
68-300 Lubsko

Inwestycja przebiega przez działki:  
w Lubsko-Obszar miejski obręb 3 dz. nr: 527

AUTOR:	BRANŻA:	NR UPRAWNIENI:	DATA:	PODPIS
Projektant: mgr inż. Krzysztof Nowecki	elektryczna	LBS/0011/ POOE/14	11.2020	

EGZEMPLARZ:

NR 1	NR 2	NR 3	NR 4			
------	------	------	------	--	--	--

## SPIS ZAWARTOŚCI OPRACOWANIA:

<b>II OPIS ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI .....</b>	<b>5</b>
1. DANE OGÓLNE:.....	5
1.1. Lokalizacja : .....	5
1.2. Podstawa opracowania:.....	5
1.3. Przedmiot opracowania:.....	5
1.4. Charakterystyka projektowanej inwestycji: .....	5
1.5. Obszar oddziaływania inwestycji wg warunków technicznych (Dz.U. 2015 poz. 1422) z póź.zm.5	
2. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH I ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI.....	6
2.1. Linie kablowe nn 0,4 kV: .....	6
2.2. Urządzenia elektryczne oraz aparatura rozdzielcza .....	6
<b>PROJEKT ZAGOSPODAROWANIA TERENU.....</b>	<b>7</b>
<b>III. OPIS TECHNICZNY BRANŻY ELEKTRYCZNEJ .....</b>	<b>8</b>
1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.....	8
1.1. Stan istniejący: .....	8
1.2. Stan projektowany .....	8
2. PODSTAWA OPRACOWANIA .....	8
3. ZAKRES OPRACOWANIA.....	8
4. INFORMACJA O OBSZARZE ODDZIAŁYWANIA: .....	9
5. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU .....	9
6. MODUŁY FOTOWOLTAICZNE .....	10
7. FALOWNIK .....	11
8. KONSTRUKCJE MONTAŻOWE.....	12
9. OKABLOWANIE W CZĘŚCI PRĄDU STAŁEGO:.....	13
10. OKABLOWANIE W CZĘŚCI PRĄDU PRZEMIENNEGO .....	13
11. ROZDZIELNICE.....	13
12. MONITORING PRACY ELEKTROWNI FOTOWOLTAICZNEJ. ....	14
13. TRASY KABLOWE .....	14
14. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA, PRZECIĄŻENIOWA I ZWARCIOWA	14
15. OCHRONA PRZECIWPRIEPĘCIOWA.....	15
16. OCHRONA PRZECIWOPOŻAROWA .....	15
17. OBLICZENIA TECHNICZNE: .....	15
17.1. Uzysk instalacji.....	15
17.2. Sprawność projektowanej elektrowni słonecznej:.....	16
17.3. Dobór urządzeń:.....	16
18. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA WYKONYWANIE ROBÓT INSTAL.....	17

19. UWAGI KOŃCOWE.....	18
<b>SCHEMAT JEDNOKRESKOWY ZASILANIA .....</b>	<b>19</b>
<b>IV UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIA.....</b>	<b>20</b>
<b>V DECYZJE I UZGODNIENIA.....</b>	<b>22</b>

# I OŚWIADCZENIE

Brody, listopad 2020		
ZGODNIE Z ART.20 UST.4 USTAWY Z DN. 07.07.1994 O PRAWO BUDOWLANE (DZ.U. 207 POZ. 2016 z późniejszymi zmianami) OŚWIADCZAMY:		
Projekt Budowlany:	Budowa instalacji fotowoltaicznej na ulicy E. Plater w miejscowości Lubsko	
Lokalizacja:	m. Lubsko ul. E. Plater dz. nr: 527	
Inwestor:	Nadleśnictwo Lubsko ul. E. Plater 15 68-300 Lubsko	
ZOSTAŁ SPORZĄDZONY ZGODNIE Z OBOWIĄZUJĄCYMI PRZEPISAMI ORAZ ZASADAMI WIEDZY TECHNICZNEJ.		
BRANŻA		PROJEKTANT
ELEKTRYCZNA		mgr inż. Krzysztof Nowecki uprawnienia nr LBS/0011/POOE/14

## **II OPIS ZAGOSPODAROWANIA DZIAŁKI**

### **1. Dane ogólne:**

#### **1.1. Lokalizacja :**

Lubsko ul. E. Plater dz. nr: 527. Działki zabudowane, uzbrojone w sieć wodociągową, gazową, elektryczną i kanalizacyjną.

Obszar zamierzenia znajduje się w otoczeniu strefy objętej ochroną konserwatorską miasta Lubsko wpisanego do rejestru zabytków pod nr 74 decyzją Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków z dnia 13.11.1957 r., nie przebiega przez obszar programu Natura 2000 oraz nie znajduje się na terenach górniczych. Inwestycja nie należy do mogących pogorszyć stan środowiska.

#### **1.2. Podstawa opracowania:**

- zlecenie Inwestora
- obowiązujące normy i przepisy
- aktualna mapa do celów projektowych
- wizje lokalne projektanta w terenie

#### **1.3. Przedmiot opracowania:**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlano-wykonawczy branży elektrycznej budowy instalacji fotowoltaicznej o mocy do 40 kWp.

#### **1.4. Charakterystyka projektowanej inwestycji:**

- Linie kablowe nn 0,4 kV o łącznej długości 100 m
- Konstrukcje wsporcze paneli, wbijane
- Panele fotowoltaiczne
- Niezbędne urządzenia elektryczne oraz aparatura rozdzielcza

#### **1.5. Obszar oddziaływania inwestycji wg warunków technicznych (Dz.U. 2015 poz. 1422) z póź.zm.**

Obszar oddziaływania obiektu, o którym mowa w art. 28 ust. 2 ustawy Prawo Budowlane obejmuje działki wskazane jako teren inwestycji tj. dz. nr 527. Inwestycja nie zalicza się do przedsięwzięć mogących pogorszyć stan środowiska w rozumieniu przepisów Rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 9.11.2004 (dz. u. nr 257 poz. 2573).

Ustalono go w oparciu o następujące przepisy:

- ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane ( Dz. U. z 2013 r. poz. 1409 tekst jednolity z późniejszymi zmianami).

- ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych ( Dz. U. z 2015 r. poz.460 tekst jednolity z późniejszymi zmianami).

- ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne ( Dz. U. z 2012 r. poz. 1059 tekst jednolity z późniejszymi zmianami).

- ustawa z dnia 23 lipca 2003 r. o ochronie zabytków i opiece nad zabytkami ( Dz. U. z 2014 r. poz. 1446 tekst jednolity z późniejszymi zmianami).

- ustawa z dnia 13 kwietnia 2007 r. o kompatybilności elektromagnetycznej ( Dz. U. z 2007 r. poz. 556 ).

- rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku i sposobów sprawdzania tych poziomów (Dz. U. z 2003 poz. 1883 z późniejszymi zmianami).

- rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002 r. poz. 69 tekst jednolity z późniejszymi zmianami).

Oddziaływania związane z fazą budowy inwestycji będą miały charakter odwracalny i będą występować w krótkim czasie (okres budowy). Wielkość tych oddziaływań nie spowoduje trwałych skutków w środowisku.

## **2. Opis rozwiązań projektowych i zagospodarowania działki**

### **2.1. Linie kablowe nn 0,4 kV:**

Przyłączenie instalacji fotowoltaicznej wykonać do projektowanego złącza kablowego przy istniejących złączach kablowych. Istniejącą linię kablową przedłużyć i wprowadzić do projektowanego złącza. Z projektowanego złącza zasilić istniejące złącza kablowe zasilające budynki biurowe.

Pod powierzchniami utwardzanymi wykonać przeciski, a na terenach zakrzewionych kable układać w rurach osłonowych.

### **2.2. Urządzenia elektryczne oraz aparatura rozdzielcza**

Projektowane urządzenia elektryczne oraz aparaturę rozdzielczą posadowić na istniejącym nieutwardzonym placu oraz terenach zielonych.

Opracował

Projektant

mgr inż. Krzysztof Nowecki

# **Projekt zagospodarowania terenu**

# III. Opis techniczny branży elektrycznej

## 1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany instalacji fotowoltaicznej o mocy 37,5 kWp w warunkach STC. Projektowana elektrownia słoneczna zlokalizowana będzie na gruncie w m. Lubsko ul. E. Plater.

Instalacja fotowoltaiczna będzie produkowała energię na potrzeby własne dla urządzeń i instalacji elektrycznych analizowanego obiektu.

### 1.1. Stan istniejący:

Budynek obecnie posiada przyłącze energetyczne o mocy przyłączeniowej powyżej 40 kW. Jest to wystarczająca moc umożliwiająca przyłączenie instalacji fotowoltaicznej o mocy 37,5 kWp.

### 1.2. Stan projektowany

Instalacja fotowoltaiczna o mocy 37,5 kWp zostanie podłączona do istniejącej instalacji elektrycznej w złączu kablowym

## 2. Podstawa opracowania

Podstawę niniejszego opracowania stanowi:

- podkłady architektoniczne i konstrukcyjne,
- aktualny stan wiedzy, technologii i techniki,
- wytyczne Inwestora,
- wizja lokalna,
- obowiązujące normy i przepisy w szczególności:
  - PN-HD 60364-7-712:2007 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
  - PN-HD 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych (norma wieloarkuszowa);
  - PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia;
  - PN-EN 61173:2002 – Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik;
  - Norma N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.

## 3. Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie obejmuje projekt budowlany instalacji fotowoltaicznej w skład którego wchodzi:

- Opis techniczny
- Optymalne rozmieszczenie paneli PV,
- Instalacje wraz z rozdzielnicami strony DC i AC
- Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznych
- Obliczenia techniczne



#### **4. Informacja o obszarze oddziaływania:**

Instalacja fotowoltaiczna projektowanej wielkości nie jest przedsięwzięciem znacząco oddziałującym na środowisko (Dz.U.2013, poz.817) i nie wymaga uzyskania Decyzji Środowiskowej.

Wszelkie oddziaływania związane z fazą budowy inwestycji będą miały charakter odwracalny i krótkotrwały (okres budowy). Większość prac montażowych będzie odbywać się otwartym terenie, gdzie projektowana jest inwestycja. Projektowane roboty nie mają charakter wysokościowy, a podczas ich wykonywania nie przewiduje się dostarczenia elementów składowych instalacji na dach za pomocą dźwigu. Dostawy będą odbywały się drogami publicznymi i wewnętrznymi przy czym ich intensywność nie wpłynie negatywnie na przepustowość i stan drogi. Wykonywane prace montażowe mogą generować hałas. Prace będą prowadzone w ciągu dnia, na otwartym terenie – hałas nie będzie uciążliwy dla mieszkańców. Nie przewiduje się przekroczenia dopuszczalnych norm hałasu w wyniku prowadzenia prac. Roboty będą prowadzone zgodnie z zasadami BHP oraz planem BIOZ.

Oddziaływania nie spowodują trwałych zmian w środowisku otaczającym. Po zakończeniu budowy nie będą występować negatywne oddziaływania dla środowiska i zdrowia ludzi związane z normalną pracą projektowanej instalacji fotowoltaicznej. Opierając się na doświadczeniu w zakresie instalacji systemów PV przewiduje się, że podczas pracy urządzeń fotowoltaicznych przedsięwzięcie może być źródłem:

- emisji akustycznej w zakresie słyszalnym w zakresie nie uciążliwym: falowniki podczas pracy emitują hałas na poziomie 29 dB(A). Falownik w projektowanym rozwiązaniu będzie znajdował się na pod konstrukcją paneli. Wytworzony przez nie hałas będzie w tych warunkach właściwie niemierzalny.
- oddziaływania elektromagnetycznego: w okresie realizacji przedsięwzięcia nie będą wykorzystywane żadne urządzenia, których praca mogłaby generować zagrożenie dla środowiska w zakresie emisji pola lub promieniowania elektromagnetycznego. Wpływ pracującej instalacji fotowoltaicznej i linii kablowych pozostaje na poziomie niedostrzegalnym, a w większość przypadków nawet niemierzalnym. Instalacja fotowoltaiczna nie powoduje pojawienia się w środowisku źródeł pola elektromagnetycznego.

Projektowana inwestycja nie wpływa niekorzystnie na środowisko naturalne i zdrowie ludzi oraz bezpieczeństwo ich mienia. Inwestycja jest działaniem proekologicznym. Brak emisji zanieczyszczeń do powietrza w trakcie wytwarzania energii elektrycznej w stosunku do konwencjonalnych źródeł nieodnawialnych np. węgla kamiennego w ogólnym bilansie energetycznym spowoduje ograniczenie zużycia paliw konwencjonalnych i ograniczenie emisji szkodliwych związków do powietrza. Inwestycja tak w trakcie jej realizacji jak i użytkowania nie stwarza uciążliwości dla środowiska jak i właścicieli działek sąsiednich.

#### **5. Charakterystyka obiektu**

Projektowana Instalacja Fotowoltaiczna ma na celu pokrycie części potrzeb energetycznych obiektu. Energia elektryczna wyprodukowana w elektrowni słonecznej zostanie wykorzystana na potrzeby własne, czyli na potrzeby oświetlenia oraz funkcjonowania urządzeń elektrycznych i technologicznych.

Przedmiotowa instalacja fotowoltaiczna zostanie wpięta w wewnętrzną sieć elektryczną

budynku za projektowanym układem pomiarowo-rozliczeniowym (licznikowym). Punktem wpięcia do sieci 400V i 230V będą zaciski prądowe w rozdzielnicy elektrycznej RG.

Na podstawie przeprowadzonego procesu projektowego oraz analizy oceny możliwości technicznych montażu instalacji fotowoltaicznych na podstawie materiałów otrzymanych od Inwestora, jego wytycznych oraz wizji lokalnej dokonano konfiguracji sprzętowej dla opracowywanego projektu instalacji fotowoltaicznej. Moduły fotowoltaiczne rozmieszczono w sposób optymalny, uwzględniając takie parametry jak: orientacja terenu, obiekty zacieniające, oraz uzgodnienia z Zamawiającym przy jednoczesnym zachowaniu estetyki zabudowy.

W skład projektowanej instalacji fotowoltaicznych wchodzi:

- 100 szt. fabrycznie nowych modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy nominalnej 375 Wp każdy.
- Fabrycznie nowy trójfazowy beztransformatorowy falownik o mocy znamionowej 36 kW
- Systemowej konstrukcji wsporczej do mocowania paneli fotowoltaicznych dedykowanej do posadowienia na gruncie. System wbijany.
- Zabezpieczenia i osprzęt elektryczny strony AC i DC.
- Okablowanie i system połączeń wraz z rozprowadzeniem instalacji.
- Uziemienie i instalacja ekwipotencjalna.

## 6. Moduły fotowoltaiczne

W przedmiotowej instalacji projektuje się zastosowanie fabrycznie nowych paneli fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 375Wp każdy. Panele powinny być odporne na warunki atmosferyczne, wydajne i wolne od korozji. Zastosowane moduły powinny zapewniać uzyski energetyczne zarówno w bezpośrednim świetle słonecznym, jak również w świetle rozproszonym, a ich sprawność powinna być nie mniejsza niż 15,0%. Panele fotowoltaiczne należy montować do precyzyjnie ułożonych szyn montażowych za pomocą systemowych klem nie powodujących zacienienia w 4 punktach podparcia, w rozstawie zgodnym z zaleceniami producenta paneli PV. Przy stosowaniu systemów montażowych należy zachować minimalny odstęp 2 cm między panelami.

Zastosowane panele fotowoltaiczne muszą posiadać solidną i trwałą konstrukcję oraz być odporne na znaczne obciążenia mechaniczne. Dodatkowo panele powinny cechować się następującymi gwarancjami i certyfikatami:

- 10 lat gwarancji na produkt,
- 25 lat gwarancji na liniowy spadek mocy,
- Certyfikaty zgodne z **IEC 61215, IEC 61730-1, IEC 61730-2**.

Z racji na ciągły rozwój branży PV w czasie realizacji inwestycji projektowany moduł może być już niedostępny (zastąpiony nowszą generacją), w związku z powyższym dopuszcza się zastosowanie zamiennika o parametrach nie gorszych niż projektowany moduł, którego parametry techniczne podano poniżej. Zmianę paneli PV uzgodnić z Inwestorem.

**Tabela 1 Parametry elektryczne modułów (tabela równoważności)**

Parametr elektryczne:	Wartość	Jednostka	Dopuszczalne odchylenie
<b>Moc maksymalna szczytowa w warunkach STC</b> $P_{max}$	<b>375</b>	<b>(Wp)</b>	<b>+ brak ograniczeń</b>
<b>Napięcie przy mocy maksymalnej <math>V_{MPP}</math></b>	<b>34,28</b>	<b>(V)</b>	<b>+ brak ograniczeń</b>
<b>Maks. Prąd zasilania <math>I_{pm}</math></b>	<b>10,94</b>	<b>(A)</b>	<b>+ brak ograniczeń</b>
<b>Napięcie jałowe (otwarty obwód) <math>V_{oc}</math></b>	<b>41,05</b>	<b>(V)</b>	<b>+ brak ograniczeń</b>
<b>Prąd zwarcia <math>I_{sc}</math></b>	<b>11,42</b>	<b>(A)</b>	<b>+ brak ograniczeń</b>
<b>Sprawność modułu <math>\eta_m</math></b>	<b>&gt;20,3</b>	<b>(%)</b>	<b>+ brak ograniczeń</b>
<b>Maksymalne napięcie systemu <math>V_{max}</math></b>	<b>1000</b>	<b>(V)</b>	<b>+ brak ograniczeń</b>
<b>Współczynniki temperaturowe:</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Współczynnik temperaturowy przy <math>P_{max}</math> <math>\gamma</math></b>	<b>- 0,34</b>	<b>%/°C</b>	<b>+ brak ograniczeń</b>
<b>Współczynnik temperaturowy przy <math>V_{oc}</math> <math>\beta</math></b>	<b>- 0,27</b>	<b>%/°C</b>	<b>+ brak ograniczeń</b>
<b>Współczynnik temperaturowy przy <math>I_{sc}</math> <math>\gamma</math></b>	<b>+ 0,04</b>	<b>%/°K</b>	<b>- brak ograniczeń</b>

## 7. Falownik

W instalacji projektuje się zastosowanie fabrycznie nowy trójfazowy beztransfatorowy falownik o mocy znamionowej nie mniejszej niż 36 kW. Falownik instalacji fotowoltaicznej ma na celu przetworzenie prądu stałego z wyjścia paneli na prąd przemienny sieci dystrybucyjnej. Falownik musi charakteryzować się wysoką sprawnością, parametry wyprodukowanej energii po stronie prądu przemiennego AC muszą być zgodne z parametrami jakościowymi zawartymi w IRIESD lokalnego operatora sieci dystrybucyjnej. Parametry łańcuchów PV po stronie napięcia stałego DC należy dobrać tak, aby nie przekraczały w żadnych warunkach pracy dopuszczalnych parametrów wejściowych inwertera, co mogło by się przełożyć na uszkodzenie Inwertera.

Proponowany falownik jest w wykonaniu naściennym, w stopniu ochrony min. IP65, co gwarantuje należyta odporność na warunki atmosferyczne oraz wysokie bezpieczeństwo użytkowników. Inwertery standardowo wyposażone są w system kontroli izolacji w części DC, co pozwala eliminować wszelkie uszkodzenia w okablowaniu paneli, jak również w samych panelach, zapewniając wysokie bezpieczeństwo użytkowania. Każdy falownik powinien być wyposażony w rozłącznik DC i zabezpieczenia przeciwzwarcia AC.

W instalacji projektuje się zastosowanie falownika wyposażonego w trakery MPPT odpowiadające za śledzenie niezależnego punktu maksymalnej mocy. Niezależne wejścia MPPT gwarantują maksymalną elastyczność instalacji, umożliwiają optymalne wytwarzanie energii i osiąganie wysokiej sprawności przetwarzania energii. Poczwońne sekcje wyjściowe z funkcją niezależnego śledzenia MPPT umożliwiają optymalne pozyskiwanie energii z dwóch podzbiorów paneli ustawionych w różnych kierunkach lub różnie zacienianych w danej chwili.

Falownik powinien być wyposażony w kartę rozszerzeń, umożliwiającą dostęp do rejestrowanych danych produkcji energii do rejestratora danych za pomocą interfejsu WIFI monitorowanie produkcji energii poprzez przeglądarkę internetową.

W przedmiotowej instalacji falowniki wraz z osprzętem strony AC i DC projektuje się montować przy konstrukcji wsporczej paneli. Urządzenie podczas pracy nagrzewa się, a w przypadku niedostatecznego chłodzenia może nastąpić przegrzanie i wyłączenia falownika.

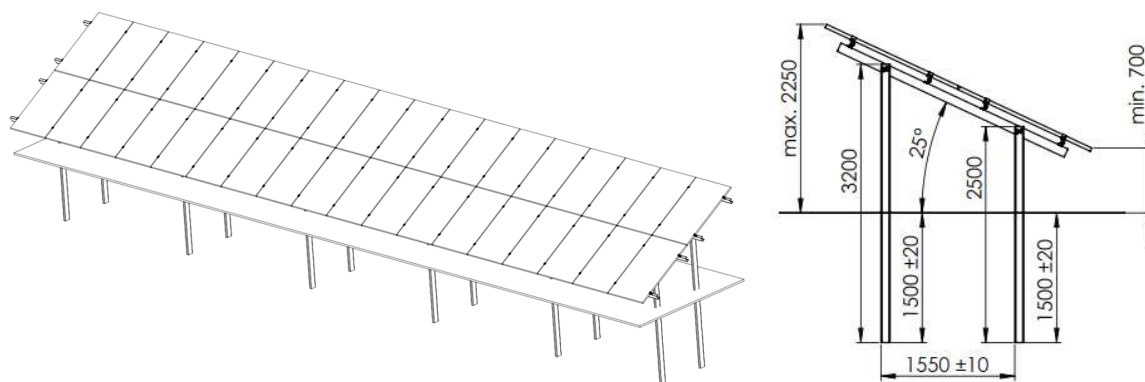
W celu zablokowania możliwości oddania energii do sieci należy zamontować w falowniku dynamiczny reduktor mocy. W RG zamontować przekładniki pomiarowe oraz licznik a sygnał przesłać do falownika.

## 8. Konstrukcje montażowe

W przedmiotowej instalacji projektuje się zastosowanie konstrukcji wsporczej z profili aluminiowych i stalowych wbijanych w ziemię. Konstrukcja zostanie ukierunkowana w kierunku południowym zgodnie z załączonym projektem rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych. Konstrukcja mocująca zgodnie z deklaracją producenta spełnia wymagania następujących obciążeń:

- obciążenie śniegiem – DIN 1055-5 (07/1975)
- obciążenie wiatrem – DIN 1055-4 (08/1986).

Poglądowy widok konstrukcji montażowej przedstawiono na poniższym rysunku



Konstrukcja o kącie nachylenia 25 stopni została ukierunkowana na południe zgodnie z załączonym projektem rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych. Konstrukcja mocująca zgodnie z deklaracją producenta spełnia wymagania następujących norm:

- DIN EN1991-1-4:2010-12
- DIN EN1991-1-4/NA:2010-12
- DIN EN1990:2010-12
- DIN EN1990/NA:2010-12
- DIN EN 1991-1-3:2010-12
- DIN EN 1991-1-3/NA:2010-12
- DIN EN 62305-3 DIN 1054-4 bzw. EC 1
- DIN EN 1991-1 (EC1) DIN EN 1991-3
- DIN EN 1993-1-1/NA:2012-12 DIN EN 1991-1-1/NA:2010-05

## 9. Część elektryczna instalacji prądu stałego DC i przemiennego AC

Okablowanie w części stałoprądowej (połączenia modułów między sobą, oraz połączenie serii modułów do inwerterów) projektuje się wykonać za pomocą przewodów specjalistycznych przeznaczonych do instalacji fotowoltaicznych. Przewody te charakteryzują się wysoką odpornością na działanie UV, oraz niekorzystnych warunków atmosferycznych. Przewody te przeznaczone są do pracy przy podwyższonej temperaturze, co jest niezbędne przy instalacjach fotowoltaicznych. Przewody te mogą pracować przy napięciu do 1000V DC i być zakańczane za pomocą dedykowanych konektorów solarnych MC-4 zapewniających odpowiedni stopień IP złącza. Część połączeń wykonywana jest za pomocą przewodów połączeniowych dostarczonych w komplecie z panelami.

Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne mocować do konstrukcji wsporczej

samych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikiem prowadzić trasami kablowymi w korytkach kablowych

Okablowanie w części prądu przemiennego wykonanie zostanie za pomocą przewodów i kabli pięciodrutowych z żyłami miedzianymi w izolacji PVC. Przekrój przewodów zgodnie z obliczeniami i schematem elektrycznym.

## 9. Okablowanie w części prądu stałego:

Okablowanie w części prądu stałego (pomiędzy rozdzielnicą „RDC” a falownikiem) zaprojektowano z użyciem przewodów jednożyłowych o przekroju 4 mm<sup>2</sup>, napięciu pracy 1000V dedykowanych dla aplikacji fotowoltaicznych w izolacji odpornej na promieniowanie UV. Zakładamy spadek napięcia na przewodach DC poniżej 1%.

Dobór minimalnej średnicy przewodu po stronie DC:

$$S_{DC} = \frac{I^2 \cdot l}{U_{OC} \cdot \gamma \cdot \Delta u \%}$$

$$S_{DC} = 10,9 \times 2 \times 20 / (40,42 \times 13 \times 54 \times 0,01) = 1,5 \text{ mm}^2$$

Dobrano przewód DC o przekroju 4mm<sup>2</sup>

Połączenia między panelami fotowoltaicznymi wykonać za pomocą przewodów będących na wyposażeniu modułu fotowoltaicznego, połączenie pomiędzy modułami a rozdzielnicą „RDC” realizować przewodami o przekroju 4mm<sup>2</sup>.

Rolę rozłącznika stringa strony DC będzie stanowił rozłącznik zabudowany w inwerterze.

## 10. Okablowanie w części prądu przemiennego

Połączenie między falownikiem, a rozdzielnicą „RAC” projektuje się przy użyciu przewodu 4x LGY 16mm<sup>2</sup>.

$$S_{AC} = \frac{P \cdot l \cdot 100}{U_{NAC}^2 \cdot \gamma \cdot \Delta u \%}$$

$$S_{AC} = 36000 \times 6 \times 100 / 400^2 \times 54 \times 1 = 2,5 \text{ mm}^2$$

Pomiędzy rozdzielnicami strony AC instalacji fotowoltaicznej „RAC”, a Rozdzielnicą Główną RG projektuje się z użyciem kabla YAKY 4x70 mm<sup>2</sup>. Zakładamy spadek napięcia na przewodach AC poniżej 1%.

Dobrano przewód AC o przekroju 70mm<sup>2</sup>. Ponadto zastosowany przewód spełnia także wymogi względem obciążalności prądowej. Maksymalny prąd znamionowy płynący z elektrowni fotowoltaicznej wynosi I<sub>b</sub> – 56 A

W projektowanej rozdzielnicy głównej budynku dla zabezpieczenia kabla elektrowni słonecznej dobrano zabezpieczenie w postaci bezpiecznika o prądzie 80 A.

## 11. Rozdzielnice

Dla prawidłowej i bezpiecznej pracy instalacji fotowoltaicznej projektuje się rozdzielnice strona AC oraz DC.

Rozdzielnice instalowane przy falowniku powinny charakteryzować się stopniem ochrony min IP44 oraz klasą izolacji II. Rozdzielnicę można wyposażyć w standardowe przyłącza wtykowe kompatybilne z konektorami MC4 umożliwiające bezpieczne podłączenie poszczególnych łańcuchów paneli oraz falownika.

Rozdzielnice strony AC w wykonaniu standardowym o stopniu ochrony min. IP44 umożliwiające

montaż standardowej aparatury zabezpieczająco łączeniowej.

## **12. Monitoring pracy elektrowni fotowoltaicznej.**

Na potrzeby zapewnienia pełnego monitoringu pracy instalacji falowniki zostaną podłączone do internetu przez wifi. System ten będzie odczytywać dane produkcji energii elektrycznej.

Monitoring produkcji energii będzie zapewniał dostęp do produkcji energii za pomocą przeglądarki internetowej oraz na urządzeniu przenośnym typu telefon, tablet.

## **13. Trasy kablowe**

Kable i przewody DC rozprowadzić wzdłuż konstrukcji montażowej pod modułami fotowoltaicznymi oraz w rurkach, listwach i peszlach instalacyjnych. Przejścia pomiędzy konstrukcjami wykonać rurami osłonowymi w ziemi. Przewody należy mocować za pomocą opasek zaciskowych. Należy zastosować kable odporne na UV.

Kable AC układać w wykopie o szerokości co najmniej 40 cm na podsypce piaskowej 10 cm oraz przykryć warstwą piasku o grubości 10 cm, a następnie warstwą rodzimego gruntu co najmniej 15 cm i folią koloru niebieskiego. Odległość folii od kabla winna wynosić co najmniej 25cm. Kabel należy prowadzić linią falistą z zapasem 3% w płaszczyźnie poziomej. Odchylenie fali od cięciwy winno wynosić około 0.3 m na długości około 10 m. Głębokość ułożenia kabla mierzona od powierzchni projektowanego terenu do zewnętrznej powierzchni kabla winna wynosić 70 cm.

W zaznaczonych miejscach skrzyżowań i zbliżeń z istniejącą infrastrukturą roboty wykonywać ręcznie z zachowaniem szczególnej ostrożności, stosując się bezwzględnie do zaleceń branżowych jednostek uzgadniających. W miejscach skrzyżowań z istniejącą i projektowaną infrastrukturą techniczną kable chronić rurami ochronnymi z polichlorku winylu PCV o średnicy wewnętrznej 75 mm.

Przy wprowadzeniu kabla do rozdzielnic należy przewidzieć zapas kabla o długości 1 m. Kable należy układać przy użyciu niezbędnej ilości przelotowych i kątowych rolek łożyskowanych.

Metoda układania kabli – rozciąganie – winna zapewniać:

- zachowanie powłok w stanie nienaruszonym
- zachowanie trwałości izolacyjnej
- zachowanie przekroju żył roboczych i powrotnych

Wszystkie roboty związane z układaniem kabli wykonać zgodnie z obowiązującymi normami.

## **14. Ochrona przeciwporażeniowa, przeciążeniowa i zwarciorowa**

Jako środek ochrony przeciwporażeniowej W DC podstawowej (przed dotykiem bezpośrednim) przyjęto izolację części czynnych. Zastosowano obudowy, rozdzielnice o II klasie ochronności, urządzenia tej klasy to urządzenia, których ochrona przeciwporażeniowa podstawowa polega na zastosowaniu izolacji podstawowej, przy uszkodzeniu polega na zastosowaniu izolacji dodatkowej, lub polega na zastosowaniu izolacji wzmocnionej.

Jako środek ochrony dodatkowej (przed dotykiem pośrednim) przyjęto dodatkową i podwójną izolację ochronną oraz połączenia wyrównawcze ochronne. Wszystkie elementy przewodzące instalacji zostaną podłączone przewodami wyrównawczymi ochronnymi.

Przewody łączące odbiorniki energii elektrycznej ze źródłem zasilania powinny być chronione przed skutkami prądów przetężeniowych przez urządzenia zabezpieczające, samoczynne wyłączenie zasilania w przypadku przeciążenia lub zwarcia. Urządzeniem, które pełni funkcję zabezpieczającą jednocześnie przed prądem przeciążeniowym i przed prądem zwarciorowym jest

wyłącznik nadprądowy lub rozłącznik bezpiecznikowy. Zadaniem wyłączników jest odcięcie zasilania w sytuacji, gdy wystąpi zwarcie lub przeciążenie.

Ochrona przeciwpożarowa w AC zostanie zapewniona przez natychmiastowe wyłączenie zasilania, które będzie realizowane przez istniejący wyłącznik główny budynku zlokalizowany w rozdzielnicy głównej lub przycisk przeciwpożarowego wyłącznika prądu zlokalizowany przy wejściu głównym do budynków. Zadziałanie przeciwpożarowego przycisku wyłącznika głównego prądu spowoduje odłączenie spod napięcia również falowniki instalacji fotowoltaicznych mogących generować energię. Ponadto należy pamiętać, że wszystkie falowniki posiadają wewnętrzne zabezpieczenie przed tzw. pracą „wyspowa” to znaczy przy braku napięcia zasilanie (również przy użyciu głównego PWP obiektu) nie mają prawa generować mocy w sieć odbiorczą.

## **15. Ochrona przeciwprzepięciowa**

W celu zabezpieczenia systemów fotowoltaicznych i podłączenia do nich urządzeń elektronicznych przed przepięciami i sprzężeniami, należy zastosować specjalne ograniczniki przepięć dedykowane dla systemów fotowoltaicznych instalowane po stronie prądu stałego oraz standardowe ograniczniki przepięć instalowane po stronie prądu przemiennego.

Inwerter fotowoltaiczny po stronie AC należy chronić ogranicznikiem przepięć typu 1+2, umieszczonego w rozdzielnicy „RAC”. Po stronie DC należy zastosować ograniczniki przepięć typu II instalowane w rozdzielnicy „RDC” przy samym falowniku.

Projektowany falownik standardowo wyposażony jest w rozłącznik strony DC. Rozłącznik strony AC falownika realizowany jest przez aparat umieszczony w rozdzielnicy RAC.

## **16. OCHRONA PRZECIWOPOŻAROWA**

Należy zastosować wyłączniki ppoż po stronie DC i AC projektowanej instalacji. Rozłącznik po stronie DC odcinać będzie wszystkie przewody stałoprądowe wchodzące do falownika. Rozłącznik po stronie AC odcinać będzie przewód zasilający do istniejącej instalacji. Oba rozłączniki projektuje się jako ręczne w dedykowanych obudowach.

Przeciwpożarowy wyłącznik prądu, będzie spełniał wymagania normy N SEP-E-005 Dobór przewodów elektrycznych do zasilania urządzeń przeciwpożarowych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru, i będzie umieszczony w pobliżu paneli fotowoltaicznych,

Zasilanie instalacji i urządzeń przeciwpożarowych powinno spełniać wymagania określone w PN-HD 60364-5-56 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Instalacje bezpieczeństwa.

Wszystkie urządzenia oznakować zgodnie z obowiązującymi przepisami.

**UWAGA: po wykonaniu instalacji należy dokonać Zawiadomienia o oddaniu do użytkowania mikroinstalacji fotowoltaicznej do Komendanta Straży Pożarnej.**

## **17. Obliczenia techniczne:**

### **17.1. Uzysk instalacji**

W przedmiotowej Instalacji Fotowoltaicznej dokonano optymalizacji ustawień paneli oraz falownika i na podstawie systemu prognozowania produkcji oszacowano produkcję roczną, która będzie wynosić 37594 kWh rocznie. Dodatkowo instalacja będzie podlegała systemowi monitoringu,

który umożliwi wyraźną wizualizację zużycia wyprodukowanej energii na potrzeby własne.

Przedstawione w niniejszej dokumentacji uzyski są opracowane na podstawie średniego nasłonecznienia w danym rejonie i w poszczególnych latach mogą być większe lub mniejsze. Projektant nie ponosi odpowiedzialności za osiągnięcie przez instalację mniejszych uzysków wynikających z anomalii pogodowych, które mogą się pojawić na danym terenie w przeciągu całej żywotności instalacji. Ponadto nie ma wpływu na jakość dostarczanej energii przez OSD. Dostarczana energia o jakości poniżej parametrów normatywnych może powodować wyłączenia inwerterów mimo możliwości produkcji przez nie energii.

## 17.2. Sprawność projektowanej elektrowni słonecznej:

Sprawność paneli fotowoltaicznych PV 375Wp wynosi: 18,8 %

Sprawność inwertera wynosi ok: 97,3 %

**Sprawność instalacji (przewodów i kabli) wynosi ok: 99,0 %**

**Sprawność całkowita elektrowni słonecznej:**

$$\lambda_{\text{cał}} = \lambda_{\text{pv}} \times \lambda_{\text{inw}} \times \lambda_{\text{inst}} = 18,82 \%$$

## 17.3. Dobór urządzeń:

I. Dobór falownika 36 kW; 3f; 400V:

$$0,9 \times P_{\text{inwertera}} < PMPP_{\text{max}} < 1,18 \times P_{\text{inwertera}}$$

$$0,9 \times 36 \text{ kW} < 375 \text{ Wp} \times 100 < 1,18 \times 36 \text{ kW}$$

$$32,4 \text{ kW} < 37,5 \text{ kW} < 42,48 \text{ kW}$$

**(warunek spełniony)**

Zmiana napięcia na 1°C:

$$\text{zmiana napięcia na } 1^{\circ}\text{C} - \Delta U \left( \frac{\text{V}}{^{\circ}\text{C}} \right)$$

$$\Delta U = \beta * U_{OC} = -0,0030 * 41,05 \text{ V} = 0,123 \left( \frac{\text{V}}{^{\circ}\text{C}} \right)$$

Zmiana prądu na 1°C:

$$\text{zmiana prądu } 1^{\circ}\text{C} \Delta I \left( \frac{\text{A}}{^{\circ}\text{C}} \right)$$

$$\Delta I = \alpha * I_{SC} = 0,0005 * 9,83 \text{ A} = 0,0049 \left( \frac{\text{A}}{^{\circ}\text{C}} \right)$$

II. Obliczamy napięcie i prąd w skrajnych temperaturach pracy modułu:

Napięcie obwodu otwartego w ekstremalnie niskich temperaturach (-25 °C)  $U_{OC-25}$

$$U_{OC-25} = U_{OC} + \left( \Delta U * \Delta T_{OD-25 DO+25} \right) = 39,43 + \left( -0,11829 \left( \frac{\text{V}}{^{\circ}\text{C}} \right) * (-50^{\circ}\text{C}) \right) = 39,43 + 5,9145 = 45,344 \text{ (V)}$$

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej w ekstremalnie niskich temperaturach (-25 °C)  $U_{MPP-25}$

$$U_{MPP-25} = U_{MPP} + \left( \Delta U * \Delta T_{OD-25 DO+25} \right) = 31,9 + \left( -0,1182 \left( \frac{\text{V}}{^{\circ}\text{C}} \right) * (-50^{\circ}\text{C}) \right) = 31,9 + 5,91 = 37,81 \text{ V}$$

Napięcie w punkcie mocy maksymalnej w ekstremalnie wysokich temperaturach (+70°C)  $U_{MPP+70}$

$$U_{MPP+70} = U_{MPP} + \left( \Delta U * \Delta T_{OD+25 DO+70} \right) = 31,9 + \left( -0,1182 \left( \frac{\text{V}}{^{\circ}\text{C}} \right) * (45^{\circ}\text{C}) \right) = 31,9 - 5,31 = 26,59 \text{ V}$$



## Maksymalny możliwy prąd zwarcia $I_{SC\ MAX}$

Obliczamy maksymalną i minimalną liczbę modułów w łańcuchu (połączonych szeregowo):

Oznaczenia:

- $U_{max}$  - napięcie wejścia  $I_{SC\ MAX} = I_{SC} * 1,15 = 9,83 - 1,15 = 11,30 [A]$  maksymalne dopuszczalne falownika
- $U_{MPP\ min}$  - dolny zakres pracy MPPT falownika
- $U_{MPP\ max}$  - górny zakres pracy MPPT falownika
- $U_{OC-25}$  - napięcie obwodu otwartego modułu fotowoltaicznego w temperaturze -25oC.
- $U_{MPP-15}$  - napięcie w punkcie mocy maksymalnej modułu fotowoltaicznego w temperaturze -15oC
- $U_{MPP+70}$  - napięcie w punkcie mocy maksymalnej modułu fotowoltaicznego w temperaturze +70oC
- $I_{SC\ max}$  - maksymalne możliwe natężenie prądu zwarcia
- $I_{f\ max}$  - maksymalny prąd dla jednego MPPT falownika

Maksymalna liczba modułów łączonych szeregowo :

$$maks. liczba\ modułów\ łączonych\ szeregowo = \frac{U_{MAX}}{U_{OC-25}} = \frac{1000}{45,34} = 22,05$$

$$maks. liczba\ modułów\ łączonych\ szeregowo = \frac{U_{MPP\ MAX}}{U_{MPP-25}} = \frac{850}{37,81} = 22,48$$

Z obliczeń wybieramy wartość niższą i zaokrąglamy ją w dół, w omawianym przypadku maksymalnie możemy podłączyć 22 modułów szeregowo, jako jeden łańcuch PV. W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej będziemy łączyć maksymalnie 20 modułów szeregowo jako jeden łańcuch PV (**warunek spełniony**).

## 18. Ogólna charakterystyka wykonywanie robót instalacyjnych

Odbiory w rozdzielnicach elektrycznych zostały pogrupowane.

Użyte materiały powinny posiadać również certyfikaty CE.

Ogólne zasady wykonywania instalacji:

- Należy skrupulatnie przestrzegać kolorystycznego oznakowania żył przewodowych i kabli (również w obrębie rozdzielnic). Przewód neutralny (N) musi posiadać izolację koloru jasnoniebieskiego, a przewód ochronny (PE) – żółto-zielonego.
- W żadnym miejscu instalacji odbiorczej przewód neutralny (N) i przewód ochronny (PE) nie mogą być połączone.
- Wszystkie urządzenia i sprzęt, których konstrukcja wykonana jest z metalu lub zawierają one elementy metalowe, na których w przypadku uszkodzenia może pojawić się napięcie, muszą być obowiązkowo przyłączone do przewodu ochronnego.
- Dla przewodów i kabli przeznaczonych do ułożenia należy stosować trasy pionowe i poziome. W myśl tego doprowadzenie przewodów od koryt kablowych do urządzeń, należy wykonać w rurce instalacyjnej.
- Wszystkie wykorzystywane urządzenia i materiały muszą posiadać fabryczne oznaczenia. Urządzenia i materiały muszą być w pełni zgodne z Polskimi Normami.
- przewody DC prowadzić razem możliwie jak najkrótszą drogą
- nie naprężać przewodów podczas przeciągania

- zachować odległości od instalacji odgromowych oraz kabli sieciowych i transmisji danych,

### **19. Uwagi końcowe**

- Wykonać pomiary kontrolne instalacji i uziemień.
- Prace wykonać zgodnie z projektem i rozporządzeniem ministra infrastruktury, (Dz. U. z 2002r Nr 75 poz 690) „ w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” i PN/E/IEC
- Stosować wyroby i rozwiązania dopuszczone do stosowania w budownictwie.

Opracował

Projektant

mgr inż. Krzysztof Nowecki

## **Schemat jednokreskowy zasilania**