

**INWESTOR:**

Gmina Żarki  
ul. Tadeusza Kościuszki 15/17  
42-310 Żarki

**PROJEKT:**

BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY DO 1 MW I MAGAZYNU ENERGII  
WRAZ Z NIEZBĘDNĄ INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ

**ADRES INWESTYCJI:**

Działka nr 3281/11, obr. 0002 Żarki, jedn. ew. 240905\_4 gm. Żarki, pow.  
myszkowski, woj. śląskie

**JEDNOSTKA PROJEKTOWA:**

ProLin Szymon Przybytek  
ul. Anny Szwed-Śniadowskiej 44/43  
30-389 Kraków

**RODZAJ OPRACOWANIA:**

PROJEKT WYKONAWCZY

**ZESPÓŁ PROJEKTOWY:**

PROJEKTANT: mgr inż. Bartosz Błasiak  
upr.: budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności  
instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez  
ograniczeń nr ewid.: **MAP/0023/PWBE/21**

**mgr inż. Bartosz Błasiak**

upr. bud. do projektowania i kierowania robotami  
budowlanymi w specjalności instalacyjnej w  
zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i  
elektroenergetycznych b/o MAP/0023/PWBE/21

**DATA:**

11.07.2025r.

## Spis treści

1	Część formalno-prawna.....	4
1.1	Dane ogólne .....	4
1.2	Podstawa opracowania .....	4
1.3	Zakres projektu .....	4
2	Stan istniejący .....	5
2.1	Przedmiot inwestycji .....	5
2.2	Istniejący stan zagospodarowania terenu.....	5
3	Opis rozwiązań technicznych .....	5
3.1	Projektowanie zagospodarowanie terenu.....	5
3.2	Konstrukcja wsporcza posadowiona na gruncie .....	6
3.3	Stacja transformatorowa .....	9
3.4	Posadowienie stacji .....	9
3.5	Słupy monitoringu .....	10
3.6	Moduły fotowoltaiczne.....	10
3.7	Inwertery fotowoltaiczne.....	11
3.8	Okablowanie strona nN.....	12
3.8.1	Połączenia części stałoprądowej.....	12
3.8.2	Konektory MC4 .....	13
3.8.3	Połączenia części zmiennoprądowej.....	13
3.9	Instalacja uziemień i połączeń wyrównawczych .....	13
3.10	Wizualizacja parametrów pracy elektrowni.....	14
3.11	System alarmu i monitoringu.....	14
3.12	Teren utwardzony i ogrodzenie .....	14
3.13	Zestawienie głównych materiałów .....	14
3.14	Uwagi końcowe.....	15

## SPIS RYSUNKÓW

Lp.	Tytuł	Numer
1.	Projekt zagospodarowania terenu	P1
2.	Projekt zagospodarowania terenu – okablowanie nN	P2
3.	Projekt zagospodarowania terenu – string plan	P3
4.	Projekt zagospodarowania terenu – monitoring instalacji	P4
5.	Projekt zagospodarowania terenu – trasa przyłącza kablowego	P5
6.	Projekt zagospodarowania terenu – trasa przyłącza kablowego	P5A
8.	Projekt zagospodarowania terenu – uziemienie instalacji	P6
9.	Projekt zagospodarowania terenu – ramming plan	P7
10.	Schemat połączeń w falownikach F1-F4	E1
11.	Rysunek wymiarowy konstrukcji wsporczej	1/2
12.	Rysunek montażowy konstrukcji wsporczej	2/2

## SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Lp.	Tytuł	Numer
1.	Dobór okablowania DC	Z1
2.	Dobór okablowania AC	Z2
3.	Dobór odległości międzyrzędowej	Z3
4.	Posadowienie stacji transformatorowej	Z4
5.	Przekrój układu drogowego	Z5
6.	Widok ogrodzenia	Z6

## KLAUZULA INFORMACYJNA

Przedstawione w dokumentacji projektowej wskazania na schematy i materiały z podaniem producenta należy traktować jako przykładowe - ze względu na zasady ustawy Prawo Zamówień Publicznych. Wynika z niego prawo Projektanta do skróconego podania charakterystyk technicznych poprzez podanie symbolu handlowego, co wcale nie oznacza konkretnego producenta wyrobu. Zapis ten jest pomocny Wykonawcy proponować inne niż wyszczególnione w dokumentacji rozwiązania z zachowaniem odpowiednich, równoważnych parametrów technicznych z zapewnieniem uzyskania wszelkich wymaganych uzgodnień w tym również zgody przedstawicieli Inwestora i Biura Projektowego.

# **1 Część formalno-prawna**

## **1.1 Dane ogólne**

### **Inwestor:**

Gmina Żarki  
ul. Kościuszki 15/17  
42-310 Żarki

### **Adres inwestycji:**

Działka nr 3281/11, obr. 0002 Żarki, jedn. ew. 240905\_4 gm. Żarki, pow. myszkowski, woj. śląskie

## **1.2 Podstawa opracowania**

- Umowa z Inwestorem na wykonanie projektu,
- Decyzja o pozwoleniu na budowę nr 76/26 z dnia 16.02.2026r
- Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego miasta i gminy Żarki, dla obszaru miasta Żarki - Uchwała Rady Miejskiej w Żarkach nr XLI/279/2014 z dnia 19.05.2014 r., zmieniona uchwałą nr XIX/136/2016 Rady Miejskiej w Żarkach z dnia 11.05.2016r. w sprawie zmiany miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego miasta i gminy Żarki, dla obszaru miasta Żarki, zatwierdzonego uchwałą nr XLI/279/2014 Rady Miejskiej w Żarkach z dnia 19.05.2014r.,
- Aktualna mapa do celów projektowych,
- Typowy projekt konstrukcji wsporczych,
- Typowy projekt stacji transformatorowej,
- Obowiązujące normy i przepisy prawa.

## **1.3 Zakres projektu**

Zakres robót objętych niniejszym projektem wykonawczym obejmuje następujące elementy:

- Montaż modułów fotowoltaicznych oraz inwerterów do konstrukcji,
- Montaż magazynu energii wraz z wykonaniem okablowania nN do stacji transformatorowej,
- Wykonanie linii kablowych nN prądu stałego od modułów fotowoltaicznych do inwerterów,
- Wykonanie linii kablowych nN prądu przemiennego od inwerterów do stacji transformatorowej,
- Wykonanie linii kablowych SN od stacji transformatorowej,
- Wykonanie systemu monitoringu pracy instalacji fotowoltaicznej,
- Wykonanie instalacji połączeń wyrównawczych.

## **2 Stan istniejący**

### **2.1 Przedmiot inwestycji**

Przewiduje się wybudowanie elektrowni fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej do 1 MWp i magazynu energii wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną na działce nr 3281/11, obręb 0002 Żarki, znajdującej się w miejscowości Żarki.

### **2.2 Istniejący stan zagospodarowania terenu**

Teren pod przyszłą instalację fotowoltaiczną zlokalizowany jest w miejscowości Żarki w gminie Żarki - miasto. Teren pod planowaną inwestycją jest terenem niezabudowanym. Obszar przeznaczony pod inwestycję obejmuje działkę nr 3281/11 obręb Żarki. Dojazd do terenu inwestycji odbywał się będzie poprzez działkę drogową dojazdową zlokalizowaną od strony północnej, projektowanym zjazdem. Teren pod projektowaną instalację fotowoltaiczną jest terenem gruntów leśnych. Przez centralną część działki przebiega rów melioracyjny. Przedmiotowa inwestycja zmieni przeznaczenie i użytkowanie terenu stanowiącego tereny lasów i gruntów leśnych wprowadzając nową funkcję zgodnie z ustaleniami miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego – produkcji energii elektrycznej ze źródła odnawialnego i obiektu infrastruktury elektroenergetycznej. Na terenie inwestycji nie występuje konieczność rozbiórek obiektów budowlanych.

## **3 Opis rozwiązań technicznych**

### **3.1 Projektowanie zagospodarowanie terenu**

Inwestycja przewiduje wybudowanie elektrowni fotowoltaicznej o mocy do 1 MWp i magazynu energii na działce nr 3281/11, znajdującej się w miejscowości Żarki.

Na przedmiotowej działce projektuje się 10 rzędów „stołów” - konstrukcji wsporczych na których zainstalowane zostaną panele fotowoltaiczne wytwarzające energię elektryczną. Konstrukcje wsporcze nachylone są w stosunku do powierzchni terenu około 25°, a wysokość w najwyższym punkcie wynosi do 3m. Wjazd na teren inwestycji odbywał się będzie od strony północnej z drogi dojazdowej. Kontenerowa stacja transformatorowa zostanie wybudowana w północnej części działki. Ze stacji transformatorowej poprowadzone zostanie przyłącze kablowe do istniejącej sieci energetycznej SN (wg odrębnego opracowania). Przy stacji transformatorowej zostanie zlokalizowany magazyn energii składający się z 2 kontenerów stalowych, 40 stopowych. Obiekt nie jest podłączony do sieci wodociągowej, grzewczej, kanalizacyjnej.

Projektowana elektrownia fotowoltaiczna składać się będzie z 1724 szt. modułów fotowoltaicznych o łącznej mocy zainstalowanej min. 0,99992 MW wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną. Panele fotowoltaiczne o mocy jednostkowej min. 580W zostaną posadowione na konstrukcji wsporczej ustawionej w kierunku południowym z dwoma rzędami modułów fotowoltaicznych ułożonymi pionowo. Odstępy między rzędami wynoszą 6,8 m. W północnej części instalacji zaprojektowano stację transformatorową o wymiarach 2,6 x 4,7 m oraz magazyn energii składający się z dwóch kontenerów 40-sto stopowych.

Pozostałą infrastrukturę stanowić będą wewnętrzne linie kablowe nN oraz falowniki zamontowane na konstrukcji wsporczej modułów.

### 3.2 Konstrukcja wsporcza posadowiona na gruncie

Projektuje się do zastosowania systemową konstrukcję wsporczą, która służy do przytwierdzenia zespołu modułów fotowoltaicznych do gruntu. Konstrukcja została zaprojektowana jako lekka, nieskomplikowana systemowa konstrukcja, dla warunków atmosferycznych dla elektrowni objętej niniejszym projektem. Konstrukcje będą tworzone z poszczególnych stołów, tworząc rzędy, na których to stołach będą zainstalowane moduły fotowoltaiczne. Odległości między rzędami stołów są równe i wynoszą odpowiednio 6,8 m. Projektowane konstrukcje są zgodne z wymaganiami norm europejskich i polskich.

Projektuje się dwupodporową konstrukcję wsporcza, wolnostojącą dla modułów fotowoltaicznych, która składać się będzie ze słupów stalowych zabezpieczonych antykorozyjnie, wbijanych do ziemi na głębokość około 1,5 m oraz poziomych i pionowych profili nośnych. Dokładna głębokość osadzenia słupów wsporczych będzie zależać od warunków gruntowych panujących na terenie inwestycji i dobrana będzie indywidualnie dla występującego na terenie inwestycji rodzaju gruntu (na etapie realizacji projektu). Ponadto przed przystąpieniem do montażu wykonywany będzie tzw. test ramowania, czyli sprawdzenie warunków posadowienia.

Słupy stalowe osadzone będą w gruncie, w sposób nietrwale związany z gruntem, za pomocą specjalnych maszyn (kafarów). Zabezpieczenie antykorozyjne w postaci zastosowanej powłoki - stopu cynkowo-aluminiowo-magnezowego dla projektowanych konstrukcji wsporczych zapewnia stali wysoką ochronę powierzchni, krawędzi cięcia oraz miejsc uderzenia kafara. Połączenia konstrukcji planuje się jako skręcane, co zapewni trwałość konstrukcji, jak i pozwoli na uniknięcie powstawania ognisk korozji w miejscach łączenia stali. Dopuszcza się zastosowanie innego sposobu zabezpieczenia antykorozyjnego konstrukcji wsporczej o parametrach nie gorszych niż wskazane w niniejszej dokumentacji.

Cała konstrukcja wsporcza zostanie wykonana z wysokiej jakości stali konstrukcyjnej, która cechuje się wysoką wytrzymałością na wszelkie siły, które będą oddziaływać na poszczególne elementy w trakcie eksploatacji.

Jako element nośny konstrukcji zastosowane zostały profile zimnogięte o przekroju ceowym o wymiarach:

- podpora przednia – profil C105x50x3 i długości L=2570mm
- podpora tylna – profil C105x50x3 i długości L=3550mm

Szczegółowy rysunek konstrukcji stanowi załącznik do opracowania. Zastosowano jeden rodzaj stołu, dla 24 modułów – 2 rzędy pionowo, po 12 modułów (2x12). Profile C150x50x3 stanowiące podpory tylną i przednią zostały wykonane ze stali S350GD wraz z warstwą antykorozyjną - stop cynkowo-aluminiowo-magnezowy tj. odpowiadającą masie powłoki (obustronnie) 620 g/m<sup>2</sup> i grubości 50 µm/stronę. Zgodnie z zaleceniami producenta warstwa antykorozyjna jest wymagana do stosowania w elementach konstrukcji wsporczych, które mają bezpośredni kontakt z gruntem. Dopuszcza się zastosowanie konstrukcji wsporczej o innych parametrach antykorozyjnych, nie gorszych jednak niż rozwiązania przedstawione w niniejszej dokumentacji.

Pozostałe elementy konstrukcji tj. szyny skośne oraz szyny wzdłużne oraz łączniki szyny wzdłużnej zostały wykonane ze stali S350GD. Wymiary poszczególnych elementów:

- szyna skośna – profil C85x50x1.5 i długości L=3950mm

- szyna wzdłużna – profil C93x51x43x3 i długości L=2570mm lub L=5890mm lub L=5890mm

Szyny skośne posiadają powłokę antykorozyjną - stop cynkowo-aluminiowo-magnezowy tj. masę powłoki (obustronnie) 310 g/m<sup>2</sup> i grubości 25 µm/stronę. Szyny wzdłużne natomiast, posiadają powłokę o masie (obustronnie) 620 g/m<sup>2</sup> i grubości 50 µm/stronę.

Powłoka - stop cynkowo-aluminiowo-magnezowy to metaliczna powłoka, która dzięki swym właściwościom zapewnia ochronę powierzchni, krawędzi cięcia oraz miejsc uderzenia kafara. Skład chemiczny powłoki został dobrany w taki sposób, aby uzyskać najlepsze właściwości antykorozyjne, zapewniające odporność na korozję nawet 10 razy wyższą niż stal ocynkowana. Powłoka - stop cynkowo-aluminiowo-magnezowy powstaje na typowej linii do cynkowania ogniowego, lecz „kąpiel” cynkowa zawiera domieszkę 3,5% aluminium i 3% magnezu. Powłoka - stop cynkowo-aluminiowo-magnezowy sprawdza się również w surowych warunkach środowiskowych zawierających chlorki lub amoniak. Daje się formować w procesach gięcia, tłoczenia i profilowania. Wyroby z tą powłoką nadają się do środowisk z kategorią korozyjności C5.

Przyjęty sposób zabezpieczenia antykorozyjnego jest alternatywnie lepszy od cynkowania galwanicznego według normy PN-EN 10346 lub ogniowego wg normy PN-EN ISO 1461.

Zastosowane w projektowanej konstrukcji wsporczej zabezpieczenie antykorozyjne z powłoki pozwala na zastosowanie w środowiskach zaliczanych do klasy korozyjności C5 i zapewnienie 25 lat gwarancji na tą powłokę.

Do zamocowania modułów fotowoltaicznych do elementów konstrukcji wykorzystano klemy środkowe i końcowe. Klemy wykonane zostały z aluminium. Klemy mają za zadanie poprzez nacisk na ramkę modułów przytwierdzić moduł do poziomych szyn wzdłużnych. Aby umożliwić docisk klem, a dalej modułów do szyn zastosowano śruby imbusowe M8, nakrętki młotkowe kontrujące oraz podkładki sprężyste. W trakcie montażu dopuszcza się zastosowanie podkładek uziemiających z wypustkami pod panel, których zadaniem jest naruszenie powłoki lakierniczej ramy modułu fotowoltaicznego w celu wyrównania potencjałów, pomiędzy modułem fotowoltaicznym a systemem montażowym.

Do zamontowania falownika, wykorzystano podpory tylne jako elementy nośne.

Tabela 1. Kategorie korozyjności atmosfery wg PN-EN ISO 9223:2012

Kategoria korozyjności	Ubytki $\mu\text{m}/\text{rok}$	Przykłady środowisk typowych dla klimatu umiarkowanego (tylko informacyjnie)	
		Na zewnątrz	Wewnątrz
C1 bardzo mała	$\leq 0,1$	-	Ogrzewane budynki z czystą atmosferą, np. biura, sklepy, szkoły, hotele.
C2 mała	$>0,1$ do $0,7$	Atmosfery w małym stopniu zanieczyszczone. Głównie tereny wiejskie.	Budynki nie ogrzewane, w których może mieć miejsce kondensacja, np. magazyny, hale sportowe.
C3 średnia	$>0,7$ do $2,1$	Atmosfery miejskie i przemysłowe, średnie zanieczyszczenie tlenkiem siarki (IV). Obszary przybrzeżne o małym zasoleniu.	Pomieszczenia produkcyjne o dużej wilgotności i pewnym zanieczyszczeniu powietrza, np. zakłady spożywcze, pralnie, browary, mleczarnie.
C4 duża	$>2,1$ do $4,2$	Obszary przemysłowe i obszary przybrzeżne o średnim zasoleniu.	Zakłady chemiczne, pływalnie, stocznie remontowe statków i łodzi.
C5-I bardzo duża (przemysłowa)	$>4,2$ do $8,4$	Obszary przemysłowe o dużej wilgotności i agresywnej atmosferze.	Budowle lub obszary z prawie ciągłą kondensacją i dużym zanieczyszczeniem.
C5-M bardzo duża (morska)	$>4,2$ do $8,4$	Obszary przybrzeżne i oddalone od brzegu w głąb morza o dużym zasoleniu	Budowle lub obszary z prawie ciągłą kondensacją i dużym zanieczyszczeniem.

Dla inwestycji położonej w tej lokalizacji, na podstawie opisu typowych warunków atmosferycznych odpowiadających ocenianej kategorii korozyjności, normy PN-EN ISO 9223 zdefiniowano kategorię korozyjności C3. Dla tej kategorii przyjęto, że grubość ocynku konstrukcji wsporczej wyniesie min. masę powłoki (obustronnie)  $310 \text{ g/m}^2$  i grubości  $25 \mu\text{m}/\text{stronę}$ . Dla gruntu przyjęto kategorię korozyjności C5 i przyjęto grubość cynku konstrukcji wsporczej tj. masę powłoki (obustronnie)  $620 \text{ g/m}^2$  i grubości  $50 \mu\text{m}/\text{stronę}$ .

Połączenia elementów konstrukcji planuje się jako skręcane, co zapewni trwałość konstrukcji, jak i pozwoli na uniknięcie powstawania ognisk korozji w miejscach łączenia stali. Elementy łączne wykorzystane do połączeń profili konstrukcyjnych wykonane zostały ze stali nierdzewnej A2 oraz X5CrNi18-10 1.4301. Szczegóły połączeń skręcanych oraz rodzaje śrub zastosowanych do połączenia podpór i szyn zostały zwarte na rysunkach konstrukcyjnych będących załącznikiem do opracowania.

Zastosowane w konstrukcji wysokowartościowe materiały zapewnią jej długoletnie funkcjonowanie. W konstrukcji nie przewiduje się wykonania żadnych połączeń spawanych, co minimalizuje ryzyko korozji i zapewnia bezpieczeństwo i trwałość konstrukcji. Konstrukcje wsporcze modułów (szyny skośne) będą pochylone pod kątem  $25^\circ$  ( $\pm 1^\circ$ ) do płaszczyzny gruntu.

Rysunki konstrukcji przedstawiają konstrukcje posadowione na płaskim podłożu, jednak podczas instalacji, ze względu na występujące różnice poziomu gruntów może dojść do pewnych odchyień – konstrukcje będą posadowione tak, aby kąt pochylenia do płaszczyzny



poziomej wynosił 25 stopni ( $\pm 1$ ). Jednocześnie konstrukcja wsporcza została dostosowana do rzeczywistego ukształtowania terenu, tak aby nie zachodziła kolizja między stołami.

Dopuszcza się zastosowanie konstrukcji wsporczej o parametrach nie gorszych niż wyżej wymienione. Wszelkie zmiany w zakresie zastosowanej konstrukcji wsporczej powinny zostać zatwierdzone kartą zmian z projektantem.

### 3.3 Stacja transformatorowa

Stacja jest modułową prefabrykowaną konstrukcją składającą się z następujących elementów:

- obudowa betonowa stacji wraz z komorą transformatora,
- fundament betonowy prefabrykowany – kablownia,
- rozdzielnie SN i nN,
- transformator 15kV/0,8kV wyposażony w misę zdolną pomieścić 100% zgromadzonego oleju,
- transformator potrzeb własnych,
- szafa RACK (na potrzeby SCADA oraz monitoringu CCTV),
- dach płaski betonowy.

Podłoga w stacji jest betonowa z otworami technologicznymi (umieszczonymi pod rozdzielnicą SN i nN oraz w komorze transformatora) służącymi do wprowadzenia kabli niskiego napięcia oraz średniego napięcia. W korytarzu obsługi stacji znajdują się włązy do podziemnej części stanowiącej jednocześnie fundament i kanał kablowy.

Kable niskiego i średniego napięcia z zewnątrz wprowadzone będą przez systemowe przepusty skręcane umieszczone w części fundamentowej. Celem zapobiegnięcia dostaniu się wody do piwnicy stacji transformatorowej, kable należy wprowadzać do przepustów ze spadkiem na zewnątrz. Należy zatem głębokość wykopu przy wejściu do stacji transformatorowej dopasować w taki sposób, aby jego dno znajdowało się poniżej poziomu przepustu kablowego.

Stacja posiada drzwi wejściowe do korytarza obsługi SN i nN oraz drzwi do komory transformatora. W ścianie bocznej i tylnej oraz drzwiach komory transformatora znajdują się otwory wentylacyjne z żaluzjami zapewniającymi odpowiednie chłodzenie transformatora.

Wszystkie elementy metalowe zamontowane na zewnętrznej stronie wykonane są z aluminium/stali lakierowanej proszkowo.

Stacja została wyposażona w główny wyłącznik prądu, umieszczony na elewacji frontowej stacji, przy drzwiach wejściowych.

Stacja na miejsce swojego przeznaczenia transportowana jest w całości. Szczegółowy opis stacji w projekcie wykonawczym stacji transformatorowej wraz z przyłączem.

### 3.4 Posadowienie stacji

Pierwszym etapem posadowienia stacji jest wykonanie w ziemi wykopu. W wykonanym wykopie należy ułożyć uziom otokowy i podłączyć go z zaciskami wewnątrz stacji. Pod fundamentem należy wykonać podsypkę z piasku grubego, o grubości około 200 mm. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby powierzchnia podsypki była wypoziomowana i zagęszczona.

Na tak przygotowane miejsce należy ustawić misę fundamentową stacji. Na posadowiony fundament stacji ułożyć pojedynczą warstwę taśmy uszczelniającej. Taśma uszczelniająca nie może nakładać się na siebie, (nie może być ułożona podwójnie), może to spowodować przedostawanie się cieczy do wnętrza stacji. Podczas zakładania taśmy uszczelniającej, nie

należy jej rozciągać, może to spowodować jej uszkodzenie lub deformację. Na tak przygotowany fundament należy równo ustawić bryłę główną stacji, a następnie dach.

### 3.5 Słupy monitoringu

Projektowanych jest 6 szt. słupów wykonanych z rury stalowej ocynkowanej (ogniowo) o średnicy 60,3mm, których wysokość nie przekroczy 3 m oraz na których zostanie zamontowane po 2 szt. kamer. Słupy zostaną posadowione w gruncie na głębokości ok. 1 m. Każdy ze słupów zostanie posadowiony w oparciu o betonowy fundament prefabrykowany. Dopuszcza się wykonanie bloczków fundamentowych w oparciu o beton klasy C20/25 lub gotową mieszankę cementowo-kruszywową do przygotowania betonu klasy C20/25 na terenie budowy, o składzie zgodnym z wymaganiami normy PN-EN 206+A2:2021-08. Okablowanie do kamer na słupach prowadzone w rurach ochronnych  $\varnothing 25\text{mm}$  odpornych na promieniowanie UV. Dodatkowo przy przejściu rur ochronnych karbowanych do gruntu projektuje się rury ochronne sztywne ( $\varnothing 50\text{mm}$ ), które zostaną umocowane do słupów przy użyciu opasek zaciskowych wykonanych ze stali nierdzewnej, natomiast rura ochronna karbowana odporna na UV ( $\varnothing 25\text{mm}$ ) przy wykorzystaniu opasek zaciskowych odpornych na UV. Dodatkowo, każdy ze słupów zostanie uziemiony.

Zakres widoczności kamer przedstawiony na załączonym rysunku P4 określa się jako minimalny zakres widzenia systemu monitoringu wizyjnego w czasie nocy. Zakres ten determinowany jest mocą wbudowanego naświetlacza promieniowania podczerwonego, zapewniającego kamerom widoczność przy niskim stopniu oświetlenia otoczenia.

Kamery za pomocą kabla komunikacyjnego UTPf kl. 5e podłączone zostaną do switcha znajdującego się w odpowiednim BOX. Następnie poprzez światłowód jednomodowy switch zostanie podłączony między sobą i podłączony do rejestratora znajdującego się w stacji transformatorowej. Zarówno kable UTPf kl. 5e jak i światłowód jednomodowy przystosowane są do bezpośredniego układania w ziemi. Komunikacja systemu monitoringu wizyjnego odbywać się będzie za pomocą protokołu IP. Kamery wpięte zostaną do projektowanego rejestratora (rejestrator umożliwia zapis na dysku wewnętrznym min. 14 dni nagrań), który dzięki komunikacji w standardzie Ethernet, oraz zapewnienie łączności internetowej (GSM lub światłowód) w stacji transformatorowej, pozwoli na zdalny podgląd obrazu z systemu monitoringu wizyjnego.

### 3.6 Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne są to urządzenia, które wykorzystują zjawisko fotowoltaiczne do zamiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Moduły zamontowane zostaną na dedykowanych konstrukcjach tworzących rzędy paneli PV. Moduły zostaną połączone w łańcuchy PV, a następnie podłączone do inwerterów przewodami dedykowanymi do instalacji fotowoltaicznych (DC). Łączna ilość modułów fotowoltaicznych 1724 szt. Dodatkowo na terenie elektrowni w płaszczyźnie modułów fotowoltaicznych należy zamontować stację meteo (czujnik nasłonecznienia wraz z pomiarem temperatury modułu oraz pomiarem temperatury otoczenia. Komunikacja w standardzie RS485) i podłączyć go do data loggera (systemu nadzoru parametrów pracy elektrowni).

Tab. 2. Podstawowe parametry elektryczne zastosowanych modułów o mocy min. 580Wp

**Parametry elektryczne (STC)**

Moc maksymalna - P <sub>max</sub> [Wp]	580
Napięcie w punkcie mocy maks. - V <sub>mp</sub> [V]	43.88
Prąd w punkcie mocy maks. - I <sub>mp</sub> [A]	13.38
Napięcie obwodu otwartego - V <sub>oc</sub> [V]	52.31
Prąd zwarcia - I <sub>sc</sub> [A]	14.01
Sprawność modułu STC [%]	22.45
Tolerancja mocy	0 ~ +3 %
Współczynnik temperaturowy dla P <sub>max</sub>	-0.29 %/°C
Współczynnik temperaturowy dla V <sub>oc</sub>	-0.25 %/°C
Współczynnik temperaturowy dla I <sub>sc</sub>	0.045 %/°C

Warunki STC: Natężenie promieniowania 1000 W/m<sup>2</sup>, Temperatura ogniwa 25°C, AM=1.5

Dopuszcza się zastosowanie innych modułów fotowoltaicznych niż te wymienione w niniejszej dokumentacji, natomiast o mocy znamionowej min. 580Wp oraz o wymiarach 2278±2 mm x 1134±2 mm x 30±1 mm oraz o nie gorszych właściwościach fizycznych (sprawność, współczynniki temperaturowe, tolerancja mocy, parametry elektryczne) oraz o zgodności z normami, certyfikacją i gwarancji produktowej wraz z gwarancją na liniowy spadek mocy nie gorszym niż wymieniony moduł fotowoltaiczny w niniejszej dokumentacji (tab. 2).

### 3.7 Inwertery fotowoltaiczne

Inwerter przetwarza energię prądu stałego wyprodukowaną przez moduły fotowoltaiczne na energię prądu przemiennego, o napięciu przystosowanym do pracy z siecią elektroenergetyczną.

Projektowane są inwertery o mocy min. 250kW w ilości 4 sztuk (łącznie moc falowników min. 1000kW). Falowniki te charakteryzują się wysokim współczynnikiem maksymalnej sprawności (do 99,0%). Urządzenia posiadają szeroki zakres temperatury pracy, który maksymalizuje efektywność energetyczną i zapewnia maksymalną rentowność. Inwertery posiadają wysoką klasę ochrony, tj. IP65 – obudowa chroni je przed pyłem oraz wodą, dzięki czemu możliwe jest zainstalowanie ich na zewnątrz. Inwertery posiadają wbudowane zabezpieczenia strony DC. Przewiduje się zamontowanie inwerterów na konstrukcji wsporczej modułów.

Tab. 3. Podstawowe dane techniczne inwerterów o mocy min. 250 kW

<b>Wejście (DC)</b>	
Maks. napięcie wejściowe PV	1500 V
Min. napięcie wejściowe PV / początkowe napięcie wejściowe	500 V / 500 V
Znamionowe napięcie wejściowe PV	1160 V
Zakres napięć MPP	500 – 1500 V
Zakres napięć MPP dla mocy znamionowej	860 – 1300 V
Liczba niezależnych wejść MPP	12
Maksymalna liczba konektorów wejścia na MPPT	2
Maks. prąd wejściowy PV	30 A * 12
Maks. prąd zwarcia DC	50 A * 12
<b>Wyjście (AC)</b>	
Moc wyjściowa AC	250 kVA przy 30 °C / 225 kVA przy 40 °C / 200 kVA przy 50 °C
Maks. prąd wyjściowy AC	180,5 A
Znamionowe napięcie AC	3 / PE, 800 V
Zakres napięć AC	680 – 880 V
Znamionowa częstotliwość sieci / zakres częstotliwości sieci	50 Hz / 45–55 Hz, 60 Hz / 55–65 Hz
THD	<3% (przy mocy znamionowej)
Składowa DC prądu	<0,5% In
Współczynnik mocy przy mocy znamionowej / regulowany współczynnik mocy	>0,99 / 0,8 indukcyjny – 0,8 pojemnościowy
Fazy podawania / fazy podłączenia	3 / 3
<b>Sprawność</b>	
Maks. sprawność	99,0 %
sprawność wg norm europejskich	98,8 %
<b>Ochrona i funkcja</b>	
Ochrona przed odwrotnym podłączeniem DC	Tak
Ochrona przeciwzwarciowa AC	Tak
Ochrona przed prądem upływowym	Tak
Monitorowanie sieci	Tak
Monitorowanie zwarć doziemnych	Tak
Przełącznik DC	Tak
Przełącznik AC	Nie
Monitorowanie łańcucha prądowego PV	Tak
Q w trybie nocnym	Tak
Funkcja ochrony przed PID i odzysku PID	Tak
Ochrona przeciwprzepięciowa	DC typu II / AC typu II

Inwertery zostaną włączone do rozdzielnic nN umiejscowionej w stacji transformatorowej zgodnie ze schematem zamieszczonym na rysunku nr E1.

Dopuszcza się zastosowanie innych falowników niż te wymienione w niniejszej dokumentacji, natomiast o mocy znamionowej min. 250 kW o nie gorszych właściwościach fizycznych (sprawność) i parametrach elektrycznych oraz o zgodności z normami, certyfikacją i gwarancji produktowej nie gorszej niż wymieniony falownik w niniejszej dokumentacji (tab. 3).

### 3.8 Okablowanie strona nN

#### 3.8.1 Połączenia części stałoprądowej

Połączenia pomiędzy poszczególnymi modułami zostaną zrealizowane za pośrednictwem kabli dedykowanych do instalacji fotowoltaicznych oraz złączek w standardzie MC4. Powstałe łańcuchy składające się z 24 lub 23 szt. modułów zostaną włączone do inwertera. Moduły należy podłączyć do inwertera dedykowanym przewodem solarnym z żyłą miedzianą ocynowaną z 5 klasą giętkości. Przewód powinien posiadać podwójną izolację umożliwiającą pracę w zakresie temperatur -40° do +90°C. Okablowanie musi być dostosowane do pracy pod napięciem 0,90/1,80kV i zakończone wtykami typu MC4. Połączenia te powinny zostać wykonane specjalnym kablem odpornym na promieniowanie UV, dedykowanym do stosowania w elektrowniach fotowoltaicznych. Kable mocowane będą do konstrukcji nośnej za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV, w sposób, który nie obciąża złącz konektorowych MC4, nie rzadziej niż co 0,6 m. Układając kable należy zachować szczególną ostrożność by nie uszkodzić izolacji o ostre krawędzie konstrukcji. Kable należy układać blisko siebie by zminimalizować możliwość indukowania się w nich przepięć.

### 3.8.2 Konektory MC4

Połączenia pomiędzy poszczególnymi modułami wykonane zostaną kablami fabrycznymi za pomocą dedykowanych złączek w standardzie MC4. Złącza zapewniają doskonały kontakt elektryczny (rezystancja na poziomie 0,5mΩ), charakteryzują się również odpornością na warunki atmosferyczne przez okres do 25 lat. Złącza zostaną w taki sposób zamontowane, aby nie znajdowały się w szczelinach między modułami. Złącza zostaną również zastosowane do połączenia poszczególnych łańcuchów modułów z inwerterem.

### 3.8.3 Połączenia części zmiennoprądowej

Projektuje się włączenie inwerterów do rozdzielnic nN umiejscowionej w stacji transformatorowej za pomocą kabli ziemnych typu YAKXS. Głębokość ułożenia kabla w ziemi, mierzona prostopadłe od powierzchni ziemi do górnej powierzchni kabla winna wynosić około 80 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linią falistą z zapasem 3% długości wykopu wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Przed stacją transformatorową należy pozostawić zapas kabla w ilości umożliwiającej podłączenie go zacisków zabezpieczeń w rozdzielnic nN, jednak nie mniej niż 6 m. Promień gięcia kabla nie powinien być mniejszy od podanego przez producenta kabla. Kabel należy układać na dnie wykopu na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm. Ułożony linią falistą kabel należy zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, następnie warstwą rodzimego gruntu 25÷35 cm i przykryć folią koloru niebieskiego o grubości folii co najmniej 0,3 mm. Krawędzie folii powinny wystawać co najmniej 50mm poza zewnętrzną krawędź ułożonego kabla.

Kable ułożone w ziemi powinny być zaopatrzone na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m, oraz przy mufach i w miejscach charakterystycznych np. przy skrzyżowaniach i wejściach do osłon otaczających. Na oznacznikach należy umieścić napisy zawierające:

- Numer ewidencyjny linii,
- Typ kabla,
- Znak użytkownika kabla,
- Rok ułożenia kabla.

Okablowanie strony nN należy wykonać zgodnie z normą N SEP-E-004. Kable przy przejściu z gruntu powyżej jego powierzchni należy chronić rurą karbowaną odporną na UV na długości 1 m (0,5 m w gruncie, 0,5 m powyżej gruntu).

Po zasypaniu wykopów należy przeprowadzić prace zagęszczenia gruntu, które będą zapobiegać jego osiadaniu w przyszłości.

## 3.9 Instalacja uziemień i połączeń wyrównawczych

Płaskownik - FeZn 25x4mm należy ułożyć wzdłuż linii kablowej, następnie podłączyć do niego konstrukcje wsporcze pod moduły. Dodatkowo poszczególne stoły konstrukcji wsporczych należy połączyć między sobą w przerwach nad projektowaną trasą kablów (szer. 1,2m) płaskownikiem FeZn 25x4mm, natomiast w miejscach łączenia konstrukcji stołów (szer. 0,2m), kablem typu LgY 1x16mm<sup>2</sup> (UV) poprzez połączenia skręcane, smarowane. Ramki modułów fotowoltaicznych zostaną połączone galwanicznie z konstrukcją stalową za pomocą podkładek uziemiających. Połączenia w ziemi wykonać poprzez złącza kontrolne, umożliwiające pomiar rezystancji uziemienia. Uziemienie stacji transformatorowej należy wykonać jako uziemienie otokowe z czterema uziomami punktowymi w narożnikach otoku. Słupy monitoringu będą uziemione poprzez bezpośrednie umieszczenie ich w ziemi, a następnie połączone płaskownikiem FeZn 25x4mm z uziemioną konstrukcją. Elementy przewodzące znajdujące się na słupach monitoringu będą uziemione poprzez zapewnienie

połączenia galwanicznego z uziemionym słupem monitoringu. Uziemienie stacji transformatorowej należy wykonać jako uziemienie otokowe z wykorzystaniem płaskownika FeZn 30x4mm z czterema uziomami punktowymi w narożnikach otoku.

### 3.10 Wizualizacja parametrów pracy elektrowni

Projektuje się układ monitoringu parametrów pracy instalacji z zastosowaniem dedykowanego urządzenia do instalacji fotowoltaicznych. Urządzenie, tzw. data logger powinno posiadać możliwość ciągłego monitoringu i zapisu danych. Projektowane oprogramowanie pozwala na wizualizację parametrów pracy elektrowni fotowoltaicznej na ekranie komputera, lokalny zapis, przechowywanie danych na dedykowanym serwerze oraz dostęp do danych przez sieć Internet. System umożliwia ciągłą kontrolę elektrowni fotowoltaicznej pod kątem ilości energii wyprodukowanej, wartości napięć i prądów oraz sprawności. Komunikacja pomiędzy falownikami (produkcja oraz parametry pracy) będzie odbywała się poprzez system PLC (*Power Line Communication*) kablami ziemnymi typu YAKXS.

### 3.11 System alarmu i monitoringu

Rejestrator obrazu wraz z modemem umożliwiającym zdalny podgląd będzie zlokalizowany w stacji transformatorowej. Kamery będą zasilane z rozdzielni potrzeb własnych zlokalizowanej w stacji transformatorowej. Kable sygnałowe kamer będą prowadzone wzdłuż linii ogrodzenia z zachowaniem wymaganych odstępów. Okablowanie należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami oraz odpowiednio oznakować i zabezpieczyć. Szczegółowe rozwiązania systemów monitoringu CCTV i alarmu SSWiN według odrębnego opracowania.

### 3.12 Teren utwardzony i ogrodzenie

Dla zapewnienia dojazdu do stacji transformatorowej wykorzystano powierzchnię utwardzoną. Powierzchnia utwardzona o nośności w granicach do 100kN posiada szerokość 4 - 6 m, a nachylenie nie przekracza 5%. Utwardzenie terenu wykonać zgodnie z rysunkiem. Teren inwestycji zostanie ogrodzony ogrodzeniem typu panele systemowe wraz z bramą wjazdową. Łączna wysokość ogrodzenia wyniesie min. 2 m, natomiast nie więcej niż 2,20 m. Ogrodzenie terenu wykonać zgodnie z rysunkiem.

### 3.13 Zestawienie głównych materiałów

Produkt	Ilość	Jednostka
Moduły fotowoltaiczne o mocy min. 580Wp	1 724	szt.
Falowniki fotowoltaiczne o mocy min. 250kW	4	szt.
Konstrukcja 2x12 modułów	72	szt.
YAKY/YAKXS 3x185 mm <sup>2</sup>	385	m
UTPw kat.5e U/UTP 4x2x0,5 mm <sup>2</sup>	165	m
Kabel DC 1x6 mm <sup>2</sup> czarny	12 000	m
Czujnik nasłonecznienia + temp. modułu i otoczenia	1	szt.
Bednarka 25x4 mm	420	kg
LgY 1x16 mm <sup>2</sup> (UV)	95	m
Uziom pionowy (3m, Ø20)	4	szt.
Ogrodzenie terenu wraz z bramą wjazdową	1	kpl.

### 3.14 Uwagi końcowe

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary wymagane przepisami. Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętych projektem instalacji.

Wstęp na teren elektrowni będą mieć jedynie osoby o odpowiednich uprawnieniach, oraz osoby nieuprawnione pod nadzorem osób uprawnionych. Cały teren (urządzenie energetyczne) oznakowany zostanie w sposób umożliwiający jego identyfikację.

Prace powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia. O zamiarze przystąpienia do robót należy powiadomić właściwe Urzędy Terenowe, właścicieli gruntów, użytkowników urządzeń i instalacji podziemnych, zgodnie z uzgodnieniami branżowymi i wymogami Prawa Budowlanego. Odbiorowi robót ulegających zakryciu podlegają również wszystkie skrzyżowania i zbliżenia z innymi urządzeniami. Po zakończeniu prac należy wykonać geodezyjną inwentaryzację powykonawczą.

PROJEKTANT: mgr inż. Bartosz Błasik

upr.: budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych bez ograniczeń nr ewid.: **MAP/0023/PWBE/21**

**mgr inż. Bartosz Błasik**

upr. bud. do projektowania i kierowania robotami  
budowlanymi w specjalności instalacyjnej w  
zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i  
elektroenergetycznych b/o MAP/0023/PWBE/21