

# PROJEKT WYKONAWCZY

BRANŻA: ELEKTRYCZNA

ZADANIE INWESTYCYJNE: Budowa elektrowni słonecznej z ogniw fotowoltaicznych i kanalizacji światłowodowej wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną na terenie gminy Ustronie Morskie.

OBIEKT: Elektrownia fotowoltaiczna.

NUMERY EWIDENCYJNE DZIAŁEK: Dz. nr 561/2, 562/1, 563/1, 563/6, 563/9.

INWESTOR: Gmina Ustronie Morskie.  
78-111 Ustronie Morskie, ul. Rolna 2.

JEDNOSTKA PROJEKTOWA: „MB – MAXIPROJEKT” *Beata Starzyńska*  
75-736 Koszalin, ul. Gnieźnieńska 14.

PROJEKTANT: mgr inż. Rajmund Maliszewski  
Nr upr. bud.: A/PNB/8300/121/79  
Nr ZOIB: ZAP/IE/1155/03

SPRAWDZAJĄCY: mgr inż. Tadeusz Kmieć  
Nr upr. bud.: A/PB/8300/208/84  
Nr ZOIB: ZAP/IE/2537/01

DATA OPRACOWANIA: wrzesień 2013 r.

## ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

### I. DOKUMENTY ZWIĄZANE Z PROJEKTEM

1. Warunki techniczne przyłączenia.
2. Zgoda ENERGA-OPERATOR.
3. Protokół ZUDP Kołobrzeg

### II. OPIS TECHNICZNY

1. Podstawa opracowania
2. Cel i zakres opracowania
3. Opis rozwiązań technicznych
4. Obliczenia techniczne

### III. RYSUNKI

1. Trasy linii kablowych. Współrzędne ZUDP Kołobrzeg.
2. Adresy paneli fotowoltaicznych.
3. Plan linii kablowych DC instalacji ogniów PV.
4. Plan linii monitorujących skrzynki przyłączeniowe.
5. Schemat i plan zasilania napięciem pomocniczym.
6. Plan instalacji uziemiającej.
7. Schemat elektrowni fotowoltaicznej.
8. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S1.
9. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S2.
10. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S3.
11. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S4.
12. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S5.
13. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S6.
14. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S7.
15. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S8.
16. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S9.
17. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S10.
18. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S11.
19. Schemat połączeń paneli pv ze skrzynką przyłączeniową S12.
20. Schemat skrzynki przyłączeniowej.
21. Schemat rozdzielnic potrzeb własnych.
22. Schemat układu pomiarowego.

## II. OPIS TECHNICZNY DO PROJEKTU INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH ZWIĄZANYCH Z BUDOWĄ ELEKTROWNI FOTOWOLTAICZNEJ

### 1. PODSTAWA OPRACOWANIA

#### 1.1. PODSTAWA PRAWNA OPRACOWANIA

Niniejszy projekt opracowano na podstawie:

- zlecenia umowy Inwestora;
- wypisu z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego;
- wypisu z rejestru gruntów;
- decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu nr GNP.6730.4.2013. GNPII z dnia 7.V.2013 r.;
- decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu nr GNP.6733.3.2013.GNPII z dnia 22.VIII.2013 r.;
- warunków technicznych przyłączenia;
- zgody ENERGA-OPERATOR na udostępnienie terenu GPZ - działka nr 487;
- protokół ZUDP Kołobrzeg.

#### 1.2. PODSTAWA TECHNICZNA OPRACOWANIA

Projekt opracowano w oparciu o aktualnie obowiązujące normy, przepisy i wytyczne w zakresie budowy elektrowni fotowoltaicznych i kablowych linii ŚN i nn.

#### 1.3. PROJEKT ZWIĄZANY

Integralną częścią niniejszego opracowania stanowi projekt kablowej linii ŚN pomiędzy elektrownią PV, a GPZ U stronie Morskie.

## 2. CEL I ZAKRES OPRACOWANIA

Celem niniejszego opracowania jest zaprojektowanie elektrowni słonecznej z ogniw fotowoltaicznych w miejscowości Kukinka Gmina Ustronie Morskie.

Zakres projektu jest zgodny z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. 20120.462 wraz z późniejszymi zmianami).

Zakres prac obejmuje:

- budowę linii kablowych DC;
- montaż paneli fotowoltaicznych;
- montaż stacji inwerterowo-transformatorowej;
- budowę linii kablowych napięcia pomocniczego 230 V~;
- budowę linii monitorujących;
- budowę instalacji uziemiającej;
- budowę rozdzielnic potrzeb własnych;
- budowę oświetlenia terenu elektrowni;
- budowę linii kablowej ŚN wg projektu związanego.

## 3. OPIS ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH

### 3.1. LINIE KABLOWE

Plany i schematy linii kablowych związanych z budową elektrowni fotowoltaicznej przedstawiono na rysunkach. Przy zbliżeniach i skrzyżowaniach z istniejącą infrastrukturą techniczną zachować normatywne odległości projektowanych linii kablowych od urządzeń i sieci podziemnych. Ponadto przy każdym skrzyżowaniu i zbliżeniu linie kablowe prowadzić w rurach ochronnych.

Lokalizację paneli fotowoltaicznych, skrzynek przyłączeniowych i stacji inwerterowo-transformatorowej pokazano na rysunkach.

Panele pv montować w typowych stelażach na fundamentach betonowych.

Oprzewodowanie paneli pv ze skrzynkami przyłączeniowymi i połączenia kablowe DC skrzynek z inwerterami zostały szczegółowo określone na rysunkach.

### 3.2. ROZDZIELNICA POTRZEB WŁASNYCH RPW

Do potrzeb własnych elektrowni zostanie wykorzystana istniejąca stacja transformatorowa „Kukinka Wysypisko” nr 50714. Istniejącą wlv należy wykorzystać do zasilania rozdzielnic RPW.

Z rozdzielnic RPW wyprowadzić obwody w kierunku:

- budynku zaplecza technicznego;
- szafki sterującej oświetleniem zewnętrznym;
- stacji inwerterowi-transformatorowej.

## 4. OBLICZENIA TECHNICZNE

### 4.1. BILANS MOCY I ENERGII ELEKTROWNI PV

Dane wyjściowe:

- ilość zainstalowanych paneli pv o mocy 240W: 4136;

1. Moc elektrowni:

$$P = 4136 \times 0,240\text{kW} = 992,64\text{kW};$$

2. Przewidywana roczna produkcja energii elektrycznej:

$$A = 914000 \text{ kWh};$$

3. Czas użytkowania mocy szczytowej:

$$T_s = 914000:992,64 = 920,8\text{h};$$

## 4.2. SPADKI NAPIĘĆ NA LINIACH DC

### 1. Linia S1 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 118,5\text{A}$ ;  $l = 158\text{m}$  (147m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x95/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 118,5 \times 158}{56 \times 95 \times 668,8} = 1,05\%;$$

### 2. Linia S2 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 126,4$ ;  $l = 156\text{m}$  (145m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x95/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 126,4 \times 156}{56 \times 95 \times 668,8} = 1,11\%;$$

### 3. Linia S3 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 126,4$ ;  $l = 128\text{m}$  (118m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x95/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 126,4 \times 128}{56 \times 95 \times 668,8} = 0,91\%;$$

### 4. Linia S4 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 126,4$ ;  $l = 48\text{m}$  (40m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x70/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 126,4 \times 48}{56 \times 70 \times 668,8} = 0,46\%;$$

### 5. Linia S5 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 126,4$ ;  $l = 74\text{m}$  (65m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x70/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 126,4 \times 74}{56 \times 70 \times 668,8} = 0,71\%;$$

6. Linia S6 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 118,5\text{A}$ ;  $l = 102\text{m}$  (92m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x95/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 118,5 \times 102}{56 \times 95 \times 668,8} = 0,68\%;$$

7. Linia S7 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 126,4$ ;  $l = 158\text{m}$  (147m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x95/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 126,4 \times 158}{56 \times 95 \times 668,8} = 1,12\%;$$

8. Linia S8 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 118,5\text{A}$ ;  $l = 126\text{m}$  (116m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x95/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 118,5 \times 126}{56 \times 95 \times 668,8} = 0,84\%;$$

9. Linia S9 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 126,4$ ;  $l = 75\text{m}$  (66m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x70/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 126,4 \times 75}{56 \times 70 \times 668,8} = 0,72\%;$$

10. Linia S10 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 126,4$ ;  $l = 115\text{m}$  (105m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x95/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 126,4 \times 115}{56 \times 95 \times 668,8} = 0,82\%;$$

11. Linia S11 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 126,4$ ;  $l = 144\text{m}$  (133m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x95/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 126,4 \times 144}{56 \times 95 \times 668,8} = 1,02\%;$$

12. Linia S12 - inwerter.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 118,5\text{A}$ ;  $l = 181\text{m}$  (170m);  
 $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ; kabel 2YKY1x95/1000V;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 118,5 \times 181}{56 \times 95 \times 668,8} = 1,21\%;$$

13. Linia S1 - łańcuch pv S1-2.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 7,90\text{A}$ ;  $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ;  
 przewód solarny Cu  $6\text{mm}^2$ ;  $l = 60\text{m}$ ;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 7,9 \times 60}{56 \times 6 \times 668,8} = 0,42\%;$$

- całkowity spadek napięcia 2-gi łańcuch paneli pv - inwerter:

$$\Delta U_{\%} = 1,05\% + 0,42\% = 1,47\%;$$

14. Linia S12 - łańcuch pv S12-5.

Dane wyjściowe:  $I_{\text{mpp}} = 7,90\text{A}$ ;  $V_{\text{mpp}} = 668,8\text{V}$ ;  
 przewód solarny Cu  $6\text{mm}^2$ ;  $l = 60\text{m}$ ;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 7,9 \times 60}{56 \times 6 \times 668,8} = 0,42\%;$$

- całkowity spadek napięcia 5-ty łańcuch paneli pv - inwerter:

$$\Delta U_{\%} = 1,21\% + 0,42\% = 1,63\%;$$



15. Linia S7 - łańcuch pv S7-16.

Dane wyjściowe:  $I_{mpp} = 7,90A$ ;  $V_{mpp} = 668,8V$ ;  
przewód solarny Cu  $6mm^2$ ;  $l = 60m$ ;

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 \times 7,9 \times 60}{56 \times 6 \times 668,8} = 0,42\%;$$

- całkowity spadek napięcia 16-ty łańcuch paneli pv - inwerter

$$\Delta U_{\%} = 1,12\% + 0,42\% = 1,54\%;$$

Na podstawie przeprowadzonych obliczeń stwierdza się, że spadki napięć pomiędzy panelami pv a inwerterem nie przekraczają 2%.

#### 4.3. DOBÓR PRZEKŁADNIKÓW PRĄDOWYCH

Dane wyjściowe:

$$P_{max} = 496kW; \quad U_n = 300V; \quad \cos\varphi = 0,93; \quad \operatorname{tg}\varphi = 0,4;$$

Pobór mocy przez licznik energii elektrycznej Landis Gyr ZX D400 S650 seria 3 3x110V, 50Hz, 5A w obwodzie prądowym na fazę:  $P_L = 0,125W$ ;  $S_L = 0,125VA$ .

Przewody prądowe: DY2,5/750V długości 2x5m.

Przewody napięciowe: DY1,5/750 zabezpieczone wkładkami topikowymi 6A w gnieździe Bi-GskY3x25/750V.

Parametry przekładnika prądowego niskiego napięcia ASK 105.6 MBS/0,72kV (nr kat. 86158):

- przekładnia: 1000A/5A ( $v = 200$ );
- moc ( $S_{pp}$ ): 2,5VA;
- klasa: 0,5;
- współczynnik bezpieczeństwa: FS = 5;
- prąd cieplny 1-sekundowy  $I_{t1} = 60 \times I_n = 60kA$ ;
- prąd dynamiczny:  $i_{dyn} = 150 \times I_n = 150kA$ .

Obciążenie obwodu pierwotnego przekładnika:  $I_{max} = 1027,6A$ ;

$$I_{max} = \frac{496000}{\sqrt{3} \times 300 \times 0,93} = 1027,6A;$$

A. Sprawdzenie obciążalności prądowej przekładnika:

- warunek:  $0,2I_n \leq I_{\max} \leq 1,2I_n;$   
 $0,2 \times 1000 \leq 1027,6 \leq 1,2 \times 1000;$   
 $200 < 1027,6 < 1200$  jest spełniony.

B. Sprawdzenie przekładnika ze względu na dopuszczalną obciążalność obwodu wtórnego aparaturą i oprzewodowaniem.

- moc układu pomiarowego:  $0,125VA;$
- moc tracona na przewodach prądowych przy obciążeniu maks.:

$$\Delta S_p = \left( \frac{1027,6}{200} \right)^2 \frac{2 \times 5}{56 \times 2,5} = 1,89VA;$$

- moc tracona na zaciskach aparatów:  $0,3VA$
- obciążenie obwodu wtórnego przekładnika przy prądzie maksymalnym wyniesie:  $\Delta S = 0,125 + 1,89 + 0,3 = 2,315VA;$

- warunek:  $0,25S_{pp} \leq \Delta S \leq S_{pp};$   
 $0,25 \times 2,5 \leq 2,315 \leq 2,5;$   
 $0,625 < 2,315 < 2,5$  jest spełniony;

C. Sprawdzenie przekładnika na warunek wytrzymałości zwarciowej cieplnej 1-sekundowej.

- prąd znamionowy transformatora po stronie nn:  $I_n = 963,4A;$

$$I_n = \frac{500}{\sqrt{3} \times 0,3} = 963,4A;$$

- napięcie zwarcia:  $e_z = 6%;$
- prąd zwarcia:  $I''_k = 16,1kA;$

$$I''_k = I_n \frac{100}{e_z} = 963,4 \times \frac{100}{6} = 16,1kA;$$

Określenie prądu zastępczego cieplnego 1-sekundowego:

$$I_{th} = \sqrt{n+m} \times I_k''; \quad n = 1; \quad m = 0;$$

$$I_{th} = \sqrt{1+0} \times 16,1 = 16,1kA;$$

- prąd cieplny 1-sekundowy przekładnika:  $I_{t1} = 60kA$ ;

- warunek:  $I_{th} \leq I_{t1}$ ;

$$\underline{16,1kA < 60kA \text{ jest spełniony.}}$$

#### D. Sprawdzenie przekładnika na warunek wytrzymałości dynamicznej.

Dane wyjściowe:  $R/X = 0,22$ ;  $k = 1,5$ ;

Prąd zwarciovowy udarowy:  $i_p = k\sqrt{2}I_k''$ ;

$$i_p = 1,5\sqrt{2} \times 16,1 = 34,2kA;$$

Warunek:  $i_p \leq i_{dyn}$ ;

$$\underline{34,2kA < 150kA \text{ jest spełniony.}}$$

#### 4.4. DOBÓR PRZEKŁADNIKÓW NAPIĘCIOWYCH

Dane wyjściowe:

Pobór mocy przez licznik energii elektrycznej Landis Gyr ZX D400 S650 seria 3 3x110V, 50Hz, 5A w obwodzie prądowym na fazę:  $S_L = 2,2VA$ .

Dobrano przekładniki napięciowe:

POLCONTACT UF1,2; 300V: $\sqrt{3}$ /110V: $\sqrt{3}$ ; 5VA; kl. 0,5; (wykonanie niekatalogowe wzorcowane).

#### 4.5. TRANSMISJA DANYCH

Układ pomiarowy do certyfikacji energii zielonej należy przystosować do zdalnego odczytu i transmisji danych zgodnie z warunkami technicznymi wydanymi przez ENERGA-OPERATOR SA Departament Telekomunikacji.

Łącze GPRS/GSM z kartami SIM M2M będą pracować w systemie DATA oferowanym przez Polkomtel Spółka z o.o. Każdy licznik należy wyposażyć w moduł komunikacyjny CU-B4 z interfejsem RS 232 i RS 485. Interfejsy RS 485 spiąć z modułem CU-P32, a interfejsy RS 232 połączyć z modułem CU-P31. Moduły CU-P32 i CU-P31 umieścić w zewnętrznych adapterach CU-ADP2.

Zgodnie z wydanymi warunkami nr EOP-IT-000035-2013 na etapie realizacji łączności GPRS dla potrzeb parametryzacji łącza należy skontaktować się z pracownikiem Departamentu Telekomunikacji P. Arkadiuszem Nadobnym.