



EXPERT USŁUGI DLA BUDOWNICTWA  
TOMASZ ŚNIEŻKO  
Ul. Bohaterów Warszawy 9 A  
75-131 Koszalin

## DOKUMENTACJA PROJEKTOWA INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

*Temat:* **Projekt instalacji elektrycznej PV dla Zespołu Placówek Specjalnych w Sławoborzu ul. Lepińska 3, 78-314 Sławoborze**

*Inwestor:* **Powiat Świdwiński  
ul. Mieszka I 16  
78-300 Świdwin**

*Adres:* **ul. Lepińska 3, 78-314 Sławoborze  
dz. nr 660 obręb 0011 Sławoborze**

*Stadium:* **Projekt budowlano-wykonawczy.**

*Branża:* **Elektryczna**

*Kategoria:* **XII,**

### Oświadczenie

Na podstawie art. 20 ust. 4 z dnia 07.07.1994r. „Prawo budowlane” (jednolity tekst Dz. U. z 2003r. Nr 207 poz. 2016 z późniejszymi zmianami) oświadczam, że dokumentacja projektowa została wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej.

Branża Funkcja	Imię i nazwisko	Nr upr. bud. Nr ew. ZOIIIB	Podpis
Elektryczna Projektant	mgr inż. Tomasz Juszkiewicz	ZAP/0188/PWOE/14 ZAP/IE/0024/15	
Elektryczna Opracował	mgr inż. Tomasz Śnieżko		
Elektryczna Sprawdzający	inż. Grażyna Kalita	A/PNB/8300/23/79 ZAP/IE/2534/01	

### Zawartość opracowania:

- Zaświadczenie o członkostwie w ZOIIIB i uprawnienia budowlane projektanta i sprawdzającego
- Opis techniczny
- Obliczenia techniczne
- Rysunki

Koszalin, maj 2016

## **1. Opis techniczny**

### **1.1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlano-wykonawczy branży elektrycznej instalacji do produkcji i przesyłu energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł fotowoltaicznych (elektrowni fotowoltaicznej) na budynku Zespołu Placówek Specjalnych w Sławoborzu, dz. nr 660, obręb 0011 Sławoborze.

### **1.2. Podstawa opracowania**

Podstawę opracowania stanowią:

- zlecenie Inwestora
- wizja lokalna
- odpowiednie normy i przepisy w zakresie projektowania instalacji fotowoltaicznych i kablowych linii nn

Ponadto w projekcie użyto technologii i urządzenia spełniające ekologiczne normy UE określone w obwieszczeniach Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego w sprawie norm zharmonizowanych.

### **1.3. Normy obowiązujące przy wykonywaniu instalacji fotowoltaicznych**

PN-IEC 60364-5-551 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”

PN-IEC 60364-5-523 „Obciążalność prądowa długotrwała przewodów”

PN-EN 61173 „Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych systemów wytwarzania mocy elektrycznej. Przewodnik

PN-IEC 61643-1 „Urządzenia ograniczające przepięcia dołączone do sieci rozdzielczych niskiego napięcia. Wymagania techniczne i metody badań”

PN-HD 60364-7-712 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Część 7-712: Wytyczne dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne układy (PV) zasilania”

### **1.4. Zakres opracowania**

Niniejsze opracowanie swoim zawiera obejmuje:

- projekt układu instalacji fotowoltaicznej wraz z zabudową modułów PV, kabli łączących poszczególne generatory słoneczne oraz falownik (inwerter)
- przyłączenie instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia
- ochronę przepięciową
- ochronę od porażeń prądem
- rysunki i schematy

### **1.5. Cel pracowania**

Celem niniejszego opracowania jest zaprojektowanie elektrowni słonecznej na potrzeby własne obiektu poprzez montaż układów fotowoltaicznych w ramach efektywniejszego zarządzania energią elektryczną budynków użyteczności publicznej na terenie powiatu Świdwińskiego.

Zakres projektu jest zgodny z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z dnia 27.04.2012r. poz. 463 wraz z późniejszymi zmianami).

## **2. Stan istniejący obiektu**

Obiekt jest budynkiem szkolnym, parterowym. Cały budynek, oprócz poddasza, jest użytkowana. Budynek wyposażony jest w elektryczną instalację siłową, instalację gniazd wtyczkowych ogólnego przeznaczenia oraz oświetleniową.

Budynek zasilany jest ze złącza kablowego znajdującym się granicy działki przy wjeździe na posesję. W złączu zlokalizowany jest także układ pomiarowy oraz zabezpieczenia linii zasilający pozostałe obiekty na terenie ośrodka.

Dach budynku ma budowę dwuspadową o około 30° spadkach. Pokrycie dachu wykonane jest blachodachówką. Obiekt posiada instalację odgromową.

### 3. Opis rozwiązań technicznych

#### 3.1. Wymagania dla paneli fotowoltaicznych

W elektrowni należy zastosować moduły polikrystaliczne, montowane na dachu o ekspozycji południowo-zachodniej. Moduły fotowoltaiczne muszą charakteryzować się co najmniej parametrami o następujących wartościach:

##### W standardowych warunkach testowych (STC):

– Moc znamionowa $P_{max}$ (Wp)	260 Wp
– Współczynnik sprawności modułu	15,8 %
– Napięcie przy $P_{max}$	31,0 V
– Prąd przy $P_{max}$	8,45 A
– Napięcie jałowe $V_{oc}$	37,7 V
– Prąd zwarcowy $I_{sc}$	8,9 A

##### charakterystyka cieplna:

– Współczynnik temperatury dla $P_{max}$	-0,42 %/ °C
– Współczynnik temperatury dla $V_{oc}$	-0,30 %/ °C
– Współczynnik temperatury dla $I_{sc}$	0,03 %/ °C

##### Warunki eksploatacji:

– Maks. napięcie systemu (V)	1 000 V <sub>DC</sub>
– Maksymalna wartość zabezpieczenia wstępnego	15 A
– Temperatura robocza	-40 °C do +85 °C
– Maksymalne obciążenie statyczne	8000 Pa

#### 3.2. Okablowanie paneli fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne należy łączyć szeregowo w łańcuch za pomocą przewodów solarnych Cu 4mm<sup>2</sup> i Cu 6mm<sup>2</sup>, odpornych na wysokie temperatury i promieniowanie UV. Średnica przewodów zależy od długości całego łańcucha. Przewody należy mocować do konstrukcji paneli fotowoltaicznych za pomocą opasek odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. W miejscach gdzie przewody mogą być wystawione na bezpośrednie działanie promieniowania słonecznego należy je dodatkowo zabezpieczyć rurkami. Wszystkie połączenia między modułami wykonać za pomocą złącza typu MC4 lub z nim kompatybilnego.

#### 3.3. Konstrukcja montażowa

Panele fotowoltaiczne montować na konstrukcjach montażowych przewidzianych do mocowania ich na dachach spadzisty krytych blachodachówką. Panele należy montować na dachu skierowane w stronę południowo, jeżeli pozwalają na to warunki montażowe.

#### 3.4. Wymagania dla inwertera

W instalacji należy zastosować inwerter (falownik) mający na celu przetworzenie prądu stałego z wyjścia paneli fotowoltaicznych na prąd przemienny sieci dystrybucyjnej. Należy zastosować falownik charakteryzujący się co najmniej parametrami o następujących wartościach:

##### Strona wejściowa DC

– moc wejściowa DC	$P = 8,32 \text{ kW}$
– max. napięcie wejściowe DC	$V_{max} = 1000 \text{ V}$
– liczba modułów MPPT	2
– max. prąd wejściowy DC	16,0 A
– liczba przyłączy DC	2

##### Strona wyjściowa AC

– max. moc wyjściowa AC	$P_{max} = 7,0 \text{ kW}$
– znamionowe napięcie sieci	230V/400V
– znamionowa częstotliwość	50Hz
– max sprawność	98%
– zakres temperatury otoczenia	-25°C ... +60°C

### Interfejsy dodatkowe

- wejście umożliwiające monitorowanie pracy urządzenia
- możliwość kontroli on-line wytworzonej energii elektrycznej

Zastosowany inwerter musi charakteryzować się stopniem ochrony minimum IP65, uwzględniając należytą odporność na warunki atmosferyczne oraz wysokie bezpieczeństwo dla użytkowników. Falownik powinien zostać wyposażony w system kontroli izolacji w części DC, pozwalający eliminować wszelkie uszkodzenia w okablowaniu paneli jak również w samych panelach dając wysokie bezpieczeństwo użytkownika.

Zastosowany inwerter ma być w pełni zautomatyzowany, posiadać własne zabezpieczenia oraz wymagane prawem normy i certyfikaty.

### **3.5. Linie kablowe i przewody**

Oprzewodowanie paneli fotowoltaicznych z inwerterem wykonać typowymi kablami solarnymi Cu 6mm<sup>2</sup>, odpornymi na wysokie temperatury i promieniowanie UV.

Przejścia przez stropy i ściany prowadzić w rurach, dodatkowo przejścia zabezpieczyć przed przenikaniem wody i wilgoci do wnętrza budynku. Kable strony DC wewnątrz budynku prowadzić w rurach ochronnych na uchwytych. Oprzewodowanie strony AC wykonać przewodami miedzianymi typowymi 450V/750V. Przewody prowadzić w korytkach kablowych PCV białych. Przejścia przewodów przez ściany i stropy uszczelnić.

### **3.6. Szafki kablowe**

Montaż szafek kablowych przewidziano obok falownika na ścianie w pobliżu głównej rozdzielniczy budynku. Dodatkowo przewidziano montaż szafki z zabezpieczeniami strony stałoprądowej na poddaszu w pobliżu modułów paneli fotowoltaicznych. Rozmieszczenie szafek kablowych związanych z budową instalacji fotowoltaicznej przedstawiono na rysunkach.

W szafkach po stronie DC (DC1 i DC2), na każdym z łańcuchów (stringów), zamontowane będą rozłącznik PV 4-biegunowy, wyłączniki bezpiecznikowe oraz układy przepięciowe dla prądu stałego.

Po stronie AC zamontowane będą rozłącznik izolacyjny, układ przepięciowy typu 2 oraz wyłącznik nadmiarowoprądowy typu B i C.

Szafki zabezpieczeniowe wewnątrz budynku montować natynkowo o stopniu ochrony przynajmniej IP55.

Wszystkie szafki należy wyposażać w drzwiczki zamykane na zamek patentowy.

### **3.7. Ochrona od porażen**

Ochrona podstawowa przed dotykiem bezpośrednim będzie zapewniona przez izolację czynnych części przewodów i urządzeń elektrycznych. Ochronę dodatkową w projektowanej sieci nn stanowić będzie system szybkiego samoczynnego wyłączenia zasilania w przypadku zwarć między częścią czynną a częścią przewodzącą dostępną lub przewodem ochronnym zgodnie z PN-HD 60364-4-41 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przeciwporażeniowa”. Jako dodatkową ochronę przeciwporażeniową przewidziano szybkie samoczynne wyłączenie realizowane przy pomocy wyłączników instalacyjnych. Instalację wykonać w układzie TN-S.

### **3.8. Ochrona przeciwprzepięciowa**

W szafkach po stronie DC będą zastosowane kombinowane urządzenia odłączające zawierające trójstopniowy układ przełączający prądu stałego (SCI) do bezpiecznego gaszenia łuku bez ryzyka pożaru.

Po stronie AC przed przepięciami pochodzenia atmosferycznego i łączeniowego stosować układy przepięciowe typu 1+2.

Zastosowane ochronniki przepięciowe dobrano z uwagi na występowanie na obiekcie instalacji odgromowej.

### **3.9. Instalacja wyrównawcza**

Konstrukcje metalowe paneli należy połączyć linką LgY 6mm<sup>2</sup> z szynami uziemiającymi wewnątrz szafek DC. Szafki strony DC, AC oraz inwerter połączyć za pomocą linki LgY 10mm<sup>2</sup> z szyną główną rozdzielniczy głównej na parterze.

Po montażu należy wykonać pomiary uziomu. Wartość wymagana oporności uziomu nie większa niż 10Ω.

W przypadku nie osiągnięcia wymaganej oporności należy wykonać dodatkowe uziemienie robocze.

### 3.10. Instalacja odgromowa

Obiekt wyposażony jest w instalację odgromową. Dach w całości wykonany jest z blachodachówki, przez co nie przewiduje się wykonanie dodatkowej instalacji odgromowej.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1. Bilans mocy i energii

Moc instalacji fotowoltaicznej:

- ilość zainstalowanych paneli PV o mocy 260W: 32 szt.
- moc instalacji PV:  $P = 32 * 0,260 \text{ kW} = 8,32 \text{ kW}$

Przewidywana roczna produkcja energii elektrycznej:

$$A = 6940 \text{ kWh}$$

### 4.2. Sprawdzenie spadku napięcia na przewodach solarnych

Dane wyjściowe:  $I_{MPP} = 8,45 \text{ A}$ ;  $U_{MPP} = 496 \text{ V}$ ; przewód solarny Cu 6mm<sup>2</sup>, l=50 m

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 * 8,45 * 50}{56 * 6 * 496} = 0,5\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

### 4.3. Sprawdzenie spadku napięcia na przewodach AC

Dane wyjściowe:  $P = 7,0 \text{ kW}$ ; przewód Cu 10mm<sup>2</sup>, l=2 m

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 * 7\,000 * 2}{56 * 10 * 400^2} = 0,01\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

### 4.4. Sprawdzenie ochrony od porażeń

Należy wykonać pomiar po wykonaniu instalacji i potwierdzić protokolarnie, musi być zachowany warunek:

$$Z_s * I_a < U_0$$

Skuteczność ochrony do złącza kablowego musi zapewnić dostawca energii elektrycznej. W chwili obecnej brak jest danych prawidłowego obliczenia pętli zwarciowej sieci zewnętrznej, co też uniemożliwia obliczenia dla instalacji wewnętrznej budynku. Z uwagi na krótki odcinek wewnętrznej linii zasilającej i zmniejszenie wartości zabezpieczeń dla instalacji elektrycznych wewnątrz budynku oraz zastosowanie wyłączników nadmiarowo prądowych, ochrona od porażeń elektrycznych będzie zapewniona.

Maksymalna pomierzona wartości impedancji pętli zwarcia:

$$Z_s < \frac{U_0}{I_a}$$