



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

## DOKUMENTACJA PROJEKTOWA INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

*Temat:* **Projekt instalacji elektrycznej PV dla budynku w Domu Pomocy Społecznej w Modrzewcu, Modrzewiec 8, 78-331 Rąbino**

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

*Adres:* **Modrzewiec 8 , 75-331 Rąbino  
dz. nr 47/14 obręb 0055 Modrzewiec**

*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. ZOIB	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 ZOIB 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 użyteczności publicznej – Dom Pomocy Społecznej w Modrzewcu, Modrzewiec 8 gm. Rąbino, dz. nr 47/14 obr. 0055 Modrzewiec.

## **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 jedno kondygnacyjny (parterowym), w którym znajdują się pomieszczenia administracyjne oraz pomieszczenia dla pensjonariuszy.

Budynek wyposażony jest w elektryczną instalację siłową, instalację gniazd wtyczkowych ogólnego przeznaczenia oraz oświetleniową. Budynek zasilany jest z głównej rozdzielniczy elektrycznej zlokalizowanej w budynku garażowym na terenie Domu Pomocy Społecznej. Rozdzielnica główna jest rozdzielnicą wykonaną w zabudowie skrzynkowej. W pomieszczeniu rozdzielniczy umieszczony został także generator prądotwórczy stanowiący zasilanie awaryjne całego obiektu. Przełączanie zasilania z sieciowego na awaryjne odbywa się za pomocą ręcznego przełącznika zasilania. Główny układ pomiarowy energii elektrycznej znajduje się w rozdzielniczy głównej.

Dach budynku ma budowę płaską, pokryty papą. Obiekt nie posiada instalacji odgromowej.

### 3. Opis rozwiązań technicznych

#### 3.1. Wymagania dla paneli fotowoltaicznych

W elektrowni należy zastosować moduły polikrystaliczne, montowane na dachu o ekspozycji południowej. 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 zwarcia $I_{sc}$	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 łańcuchach 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 płaskich krytych papą. Panele należy montować na dach skierowane bezpośrednio na stronę południową jeżeli pozwalają na to warunki montażowe.

Dodatkowe konstrukcje wsporcze jeżeli przewidziano, zostały opracowane w osobnym opracowaniu branży konstrukcyjnej.

#### 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	$P = 13,78 \text{ kW}$
– max. napięcie wejściowe DC	$V_{max} = 1000 \text{ V}$
– liczba modułów MPPT	2
– max. prąd wejściowy DC	27,0 A/16,5 A
– liczba przyłączy DC	3

##### Strona wyjściowa AC

– max. moc wyjściowa AC	$P_{max} = 12\,500 \text{ kW}$
– 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 do wnętrza budynku. Przewody strony DC wewnątrz budynku prowadzić w korytkach kablowych PCV białych.

Oprzewodowanie strony AC wykonać przewodami miedzianymi typowymi 450V/750V. Przewody prowadzić w korytkach kablowych PCV białych. Przejścia przewodów przez ściany i stropy uszczelnić.

Kabel YKY 3x4mm<sup>2</sup> łączący rozdzielnicę główną w budynku garażowym z tablicą AC w budynku administracyjnym należy układać w rowie kablowym na głębokości 0,7 m linią falistą (3% zapasu) na podsypce piaskowej grubości 10cm i przykryć taką samą warstwą piasku. Następnie 30cm warstwą ziemi rodzimej (zagęszczoną). Nad kablem, w odległości 30cm, na całej długości ułożyć folię PCV koloru niebieskiego. W rozdzielnicy i tablicy AC zamocować tabliczki opisującą linię kablową a także na kablu stosować opaski kablowe informacyjne, tabliczki i opaski stosować odporne na wpływy atmosferyczne. Opaski należy rozmieścić na całej długości kabla w odstępach nie większych niż 10,0m oraz przy mufach i w miejscach charakterystycznych.

Skrzyżowania kabla projektowanego z istniejącym i projektowanym uzbrojeniem oraz pod drogami jezdniowymi wykonać w rurach osłonowych Ø50mm układanych na głębokości 1m, na długości co najmniej 0,5m w obie strony od miejsca skrzyżowania.

Przy wejściu kabla do budynków zostawiać normatywne zapasy kabla 2,0m. Wejścia do budynków i na całej jego długości wewnątrz budynku wykonać w rurze PCV.

Po ułożeniu linii kablowej należy wykonać badania kabli i pomiar geodezyjny powykonawczy.

### **3.6. Szafki kablowe**

Montaż szafek kablowych oraz inwertera przewidziano na ścianie obok tablicy głównej budynku.

W szafce po stronie DC, 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.

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

Wszystkie szafki należy wyposażyć w drzwiczki zamykane na zamek patentowy.

W tablicy AC przewidziano dodatkowo montaż styczników zabezpieczającego przed włączeniem systemu fotowoltaicznego podczas pracy agregatu prądotwórczego. W związku z tym w rozdzielnicy głównej obiektu przewidziany został montaż wyłączników nadmiarowo-prądowych w obwodzie zasilania z sieci oraz agregatu prądotwórczego, zasilające cewki styczników w tablicy AC. Przy wyłącznikach należy umieścić opis „ZAWSZE WŁĄCZONY!”

### **3.7. Ochrona od porażeń**

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 projektowaną na obiekcie instalacji odgromowej.

### 3.9. Instalacja wyrównawcza

Konstrukcje metalowe paneli należy połączyć linką LgY 6mm<sup>2</sup> z szyną uziemiającą wewnątrz szafki DC. Szafki strony DC, AC oraz inwerter połączyć za pomocą linki LgY 10mm<sup>2</sup> z szyną główną tablicy licznikowej 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 nie posiada instalacji odgromowej. W celu ochrony paneli fotowoltaicznych przed bezpośrednim wyładowaniem atmosferycznym, zainstalowane zostaną iglice montowane do projektowanego zwodu odgromowego wykonanego z drutu stalowego ocynkowanego DFeZn Ø8mm. Iglice wysokości h=2,5m wykonać jako wolnostojące obciążone podstawą betonową i połączyć z projektowanym zwodem instalacji odgromowej za pomocą złączy śrubowych rozłącznych.

Przewody odprowadzające instalacji odgromowej połączyć za pomocą złączy kontrolnych z taśmą stalową ocynkowaną FeZn 25x4mm połączonej z prętem uziemiającym pograżanym Ø16mm, wykonanym ze stali ocynkowanej. Rezystancja uziemienia powinna być równa lub mniejsza niż 10Ω. Instalację wykonać wg rys.

Po wykonaniu prac montażowych należy wykonać pomiary i badania instalacji odgromowej, potwierdzonych protokołami.

## 4. Obliczenia techniczne

### 4.1. Bilans mocy i energii

Moc instalacji fotowoltaicznej:

- ilość zainstalowanych paneli PV o mocy 260W: 53 szt.
- moc instalacji PV:  $P = 53 * 0,260 \text{ kW} = 13,78 \text{ kW}$

Przewidywana roczna produkcja energii elektrycznej:

$$A = 13\,155 \text{ kWh}$$

Czas użytkowania mocy szczytowej:

$$T_s = \frac{13\,155}{10} = 1315 \text{ h}$$

### 4.2. Sprawdzenie spadku napięcia na przewodach solarnych

Dane wyjściowe:  $I_{MPP} = 8,45 \text{ A}$ ;  $U_{MPP} = 678,6 \text{ V}$ ; przewód solarny Cu 6mm<sup>2</sup>, l=30 m

$$\Delta U_{\%} = \frac{200 * 8,45 * 30}{56 * 6 * 678,6} = 0,22\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

### 4.3. Sprawdzenie spadku napięcia na przewodach AC

Dane wyjściowe:  $P = 12,5 \text{ kW}$ ; przewód Cu 10mm<sup>2</sup>, l=2 m

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 * 12\,500 * 2}{56 * 10 * 400^2} = 0,03\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

### 4.1. Sprawdzenie spadku napięcia na linii kablowej

Dane wyjściowe:  $P = 0,1 \text{ kW}$ ; przewód Cu 10mm<sup>2</sup>, l=2 m

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 * 100 * 180}{56 * 10 * 230^2} = 0,15\% - \text{wartość dopuszczalna}$$

#### 4.2. 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:

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