

I. BRANŻA ELEKTRYCZNA – OPIS TECHNICZNY

1. Zakres i podstawa opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt sieciowej instalacji ukierunkowanej na wykorzystywanie energii na potrzeby własne. Instalacja zlokalizowana będzie na dachu budynku Sądu Rejonowego w Olkuszu a energia wykorzystywana będzie na potrzeby własne z blokadą możliwości eksportu energii elektrycznej do sieci.

Niniejsze opracowanie obejmuje:

- projekt instalacji fotowoltaicznej,
- usytuowanie modułów PV, dobór falownika,
- zabudowę zabezpieczeń jednostki wytwórczej,
- uzgodnienie opracowania z rzeczoznawcą p.poż.
- ekspertyzę konstrukcyjną
- specyfikację techniczną wykonania i odbioru robót budowlanych

Podstawę opracowania stanowią:

- umowa z Inwestorem,
- inwentaryzacja budynku wraz z inwentaryzacją instalacji elektrycznej
- wytyczne projektowania wykonywanych instalacji,
- normy i przepisy budowlane obowiązujące w kraju.

2. Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty

- PN-IEC 60364:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów
- PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia
- N-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”
- Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie BHP podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. nr 47 z 2003 r. Poz. 401),
- Karty katalogowe zastosowanych urządzeń

- Projektowana instalacja nie jest wymieniona w Rozporządzeniu Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko dlatego nie wymaga uzyskania decyzji środowiskowej.

3. Opis projektowanej instalacji

Specyfikacja działania sieciowego systemu fotowoltaicznego polegać będzie na produkcji energii elektrycznej z generatorów fotowoltaicznych w postaci prądu stałego, a następnie przekształceniu na prąd przemienny o napięciu 230V przez mikrofalowniki jednofazowe. Energia ta będzie wykorzystywana na własne potrzeby bez możliwości bilansowania z zakładem energetycznym. Moduły fotowoltaiczne o łącznej mocy 9,9kWp i ilości 22 sztuk zostaną zainstalowane na dachu Sądu Rejonowego w Olkuszu na dedykowanej konstrukcji wsporczej z obciążeniem balastowym.

4. Opis projektowanej konstrukcji wsporczej

Moduły fotowoltaiczne należy zamontować na dedykowanej konstrukcji montażowej stalowej wykonanej ze stali ocynkowanej lub/i aluminiowej o kącie nachylenia 15°. Lokalizacja konstrukcji i jej wysokość powinna być wykonana w taki sposób, żeby zminimalizować zacienienie paneli fotowoltaicznych.

W celu mocowania konstrukcji balastowej do dachu należy użyć obciążników balastowych systemowych, dedykowanych do konstrukcji. Dla skrajnych i pojedynczych paneli fotowoltaicznych przyjmuje się obciążenie balastem o wadze 60kg (30kg/m²) panele fotowoltaiczne ułożone w rzędzie pomiędzy panelami skrajnymi należy dociążyć balastem o wadze 30kg/panel.

5. System PV

A. Dobór urządzeń

- Generatory PV

Instalacja składać się będzie z paneli fotowoltaicznych o mocy 545Wp w ilości 22 szt. Panele zostaną zamontowane w orientacji poziomej wg. rys. EL-2. Parametry wybranego modelu modułu fotowoltaicznego nie mogą być gorsze niż podane poniżej z zastrzeżeniem, że sumaryczna moc instalacji fotowoltaicznej nie może przekraczać 10 kWp

Parametr	Wielkość
Moc znamionowa P _{max}	do 545 Wp
Tolerancja mocy	0/+3%
Napięcie w MPP U _{mpp}	41,80 V
Prąd w MPP I _{mpp}	13,04 A
Napięcie jałowe U _{oc}	49,75 V
Prąd zwarcia I _{sc}	13,93 A
Sprawność modułu	min. 21,1 %

- Falowniki sieciowe (mikroinwertery)

Urządzeniem odpowiedzialnym za współpracę z generatorami będą beztransformatorowe falowniki jednofazowe o mocy wyjściowej 2kW i ilości 5 szt.

Parametry wybranego modelu falownika:

STRONA DC	
Maksymalny prąd wejściowy (I _{dc1} /I _{dc2})	Min 14A
Maksymalne napięcie DC	Min. 60 V
Minimalne napięcie DC	Max 25 V
Ilość wejść DC	min. 4
STRONA AC	
Moc znamionowa / Maksymalna moc wyjściowa	2kW
Częstotliwość znamionowa	50 Hz

Maksymalny prąd wyjściowy	min. 8A
SPRAWNOŚĆ	
Sprawność max/sprawność euro	min. 95%
OBUDOWA	
Stopień ochrony	min. IP65
ZABEZPIECZENIA	

B. Kontroler mikroinwerterów

W celu sterowania pracą mikroinwerterów i synchronizacji produkcji energii elektrycznej projektowaną instalację fotowoltaiczną należy wyposażyć w urządzenie (kontroler) systemu monitorowania umożliwiający:

- zadawanie parametrów pracy mikroinwerterów
- odczytywanie i przesyłanie danych i alarmy na poziomie każdego modułu
- przeprowadzenie w dowolnym czasie i miejscu zdalnej obsługi
- przeprowadzenie w dowolnym czasie i miejscu konserwacji systemu

Kontroler powinien stanowić kompletną dostawę i zapewniać komunikację z modułami

Lokalizacja kontrolera – w zewnętrznej szafie RACK zapewniającej stopień min. IP65

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenie pełnego uruchomienia i testów zasięgu oraz połączeń mikrofalowników z kontrolerem.

C. Zapewnienie dostępu do sieci telekomunikacyjnej

W związku z koniecznością zapewnienia dostępu do usług telekomunikacyjnych (dostęp do Internetu) dla kontrolera projektuje się wykonanie i montaż bezprzewodowego modemu dostępu do Internetu wraz z routerem i kartą SIM.

Modem zostanie umieszczony w zewnętrznej szafie RACK zapewniającej stopień min. IP54

Minimalne wymagania dla modemu:

Parametr	Wielkość
Wyjścia Ethernet	min. 2 szt.
Prędkość transmisji danych	Min 100 Mb/s
Obsługiwane standardy	3G, 4G, LTE,
Częstotliwość pracy	2,4 GHz
Wejście na kartę sim	Tak

Całość dostawy powinien stanowić komplet zapewniający podłączenie kontrolera mikroinwerterów oraz jego zdalne sterowanie. Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia pełnego uruchomienia i testów zasięgu,

D. Blokada wypływu mocy do sieci dystrybucyjnej zewnętrznej

W celu blokady możliwości eksportu energii elektrycznej, instalację fotowoltaiczną należy wyposażyć w inteligentny system zarządzania eksportem energii elektrycznej.

System ten składać się będzie z przekładników prądowych 250/5 A//A, oraz podłączonego z nimi miernika energii elektrycznej.

Miernik energii elektrycznej należy połączyć przewodem komunikacyjnym z kontrolerem dostosowującym produkcję energii fotowoltaicznej zgodnie z pomiarami licznika.

Ustawienie blokady możliwości eksportu energii elektrycznej zabezpieczać będzie przed wypływem energii elektrycznej dla każdej z faz osobno.

E. Opis połączeń

Połączenia poszczególnych generatorów do falownika zostaną zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych 4 mm². Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikiem będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub korytek kablowych, przy czym rury osłonowe lub korytka kablowe będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartych, będą odporne na promieniowanie UV oraz będą niepalne. Każdy mikroinwerter zostanie połączony z rozdzielnicą PV/AC za pomocą kabla YKY 0,6/1kV (przekrój zgodnie z rys. EL-4). Dalej kabel poprowadzony zostanie do miejsca przyłączenia instalacji

fotowoltaicznej do sieci wewnętrznej budynku tj. do rozdzielnic głównej niskiego napięcia. Zabezpieczeniem kabla odpływowego do sieci wewnętrznej stanowić będzie wyłącznik nadprądowy.

Lp.	Przewód
1	Przewód solarny H1Z2Z2-K 1x4mm czerwony
2	Przewód solarny H1Z2Z2-K 1x4mm czarny
3	LgY 450/750V 16mm ²
4	YKY 3x4mm ²
5	YKY 5x16mm ²

F. Umieszczenie urządzeń

Mikroinwertery zainstalować pod konstrukcją wsporczą paneli zgodnie z rysunkiem

Rozdzielnicę PV zainstalować na ścianie zgodnie z rzutem dachu.

G. Prowadzenie kabli

Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami. Przy czym kabel DC musi być tak poprowadzony aby nie tworzyła się pętla indukcyjna (+ i – prowadzimy równoległe w tej samej rurze osłonowej, nie skracamy przewodu-). Połączenia międzymodułowe będą realizowane poprzez fabryczne złączki wtykowe T-4. Kable doprowadzić do miejsca wpięcia tj. do rozdzielnic PV. W przestrzeni instalacyjnej kable prowadzić w korytkach instalacyjnych osobno dla przewodów AC i DC. Na dachu powstanie pięć łańcuchów ogniw fotowoltaicznych ułożonych na południe.

Wymagania przewodów DC:

- kabel solarny z podwójną izolacją
- żyła miedziana, ocynkowana
- napięcie pracy $U_0/U = 900/1800V$
- próba napięciowa – 4kV
- powłoka zewnętrzna odporna na UV i warunki atmosferyczne, olejoodporna

H. Instalacja wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej

Należy wykonać połączenia przewodem min. 16mm² Cu (lub równoważnym) konstrukcji wsporczej paneli PV i ramy. Należy każdą z kratownic konstrukcji wsporczej podłączyć do istniejącej instalacji wyrównawczej za pomocą przewodu min. 16 mm².

I. Ochrona przeciwprzepięciowa instalacji fotowoltaicznej

Ochronę przed przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi stanowić będzie uniwersalny modułowy ogranicznik przepięć SPD typu I+II zainstalowany w rozdzielnicy PV. Dodatkowo w rozdzielnicy. Gdy nie będzie możliwości zachować bezpiecznego odstępu izolacyjnego od instalacji odgromowej należy wykonać piorunowe połączenie wyrównawcze.

J. Zabezpieczenia przeciwporażeniowe

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) realizowana jest przez zastosowanie izolacji podstawowej przewodów i aparatów elektrycznych, obudów i osłon rozdzielnic i osprzętu. Uzupełnieniem ochrony podstawowej w instalacji wewnętrznej są wyłączniki różnicowoprądowe.

Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć.

K. Zabezpieczenia przeciwpożarowe

Instalacja fotowoltaiczna zlokalizowana zostanie na dachu Sądu Rejonowego w Olkuszu. Wyłącznik główny w budynku odcina zasilanie całego budynku. W takim przypadku falowniki automatycznie przechodzą w tryb wyłączenia priorytetowego co uniemożliwia oddawanie energii do sieci. Przewody i kable instalacji elektrycznej za mikrofalownikami nie będą znajdowały się pod napięciem.

Jeżeli uczestnicy akcji gaśniczej podczas akcji, wyłączyli prąd przemienny (AC) wyłącznikiem głównym przed gaszeniem pożaru, falowniki wykryją awarię sieci, i autoamtycznie się wyłączą.

Dodatkowe wymagania, które zostaną spełnione:

- w rozdzielniczy głównej zostanie umieszczona gaśnica proszkowa minimum 4 kg (1kV) która zostanie odpowiednio oznaczona.
- na zewnątrz budynku zostanie wykonane oznaczenie informujące, że w środku znajdują się urządzenia wytwarzające prąd ze promieniowania słonecznego,
- przy wejściu do budynku oraz rozdzielniczy głównej znajdować się będzie czytelna mapa, w której dokładnie zostaną wskazane miejsca zainstalowania urządzeń przetwarzających energię elektryczną (falownik)
- Łączenie przewodów po stronie DC odbywać się będzie za pomocą dedykowanych szybko złączek tego samego producenta,
- Instalacja fotowoltaiczna będzie chroniona instalacją wyrównawczą oraz ogranicznikami przepięć po stronie DC i AC.

L. Obliczenia

Obciążalność długotrwała przewodów

- **Obciążenie znamionowe falownika 2kW – 1 fazowy**

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej dla jednego falownika: 2 [kW]

Ilość podłączonych w jeden rząd falowników – 2 szt.

Napięcie zasilania: 0,4 [kV]

Prąd obciążenia: 19 [A]

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

$$[1] \quad I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$[2] \quad I_2 \leq 1,45 \times I_Z, \text{ gdzie:}$$

- I_B – obliczeniowy prąd obciążenia długotrwałego
- I_N – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem
- I_Z – obciążalność prądowa długotrwała przewodu
- I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem

$$I_B (4 \text{ kW}) = 19 \text{ [A]}$$

$$I_N = 20 \text{ [A]}$$

Dobrano zabezpieczenie – wyłącznik nadmiarowo prądowy B20A

$$I_Z = 34 \text{ [A]}$$

Dobrano kabel YKY 3x4 mm²

$$I_2 = 1,45 \times 20 \text{ [A]} = 29 \text{ [A]}$$

$$I_B(2\text{kW}) = 19 \text{ [A]} \leq I_N = 20 \text{ [A]} \leq I_Z = 34 \text{ [A]} - \textbf{warunek [1] spełniony}$$

$$I_2 = 1,45 \times 20 \text{ [A]} = 29 \text{ [A]} \leq 1,45 \times 34 \text{ [A]} = 49,3 \text{ [A]} - \textbf{warunek [2] spełniony}$$

- **Obciążenie znamionowe falownika 10kW 3-fazowy**

Moc szczytowa instalacji fotowoltaicznej dla jednego falownika: 10 [kW] – 3-faz

Ilość podłączonych w jeden rząd falowników – 2 szt.

Napięcie zasilania: 0,4 [kV]

Prąd obciążenia: 16 [A]

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń:

$$[1] \quad I_B \cdot I_N \leq I_Z$$

$$[2] \quad I_2 \leq 1,45 \times I_Z, \text{ gdzie:}$$

- I_B – obliczeniowy prąd obciążenia długotrwałego
- I_N – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem
- I_Z – obciążalność prądowa długotrwała przewodu
- I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem

$$I_B (10 \text{ kW}) = 16 \text{ [A]}$$

$$I_N = 32 \text{ [A]}$$

Dobrano zabezpieczenie – wyłącznik nadmiarowo prądowy B32A

$$I_Z = 86 \text{ [A]}$$

Dobrano kabel YKY 5x16 mm²

$$I_2 = 1,45 \times 32 \text{ [A]} = 46,4 \text{ [A]}$$

$$I_B (10 \text{ kW}) = 16 \text{ [A]} \leq I_N = 32 \text{ [A]} \leq I_Z = 86 \text{ [A]} - \text{warunek [1] spełniony}$$

$$I_2 = 1,45 \times 32 \text{ [A]} = 46,4 \text{ [A]} \leq 1,45 \times 86 \text{ [A]} = 124,7 \text{ [A]} - \text{warunek [2] spełniony}$$

6. Uwagi końcowe

Roboty wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami, pod kierunkiem osoby posiadającej kwalifikacje oraz uprawnienia budowlane i uprawnienia SEP.

Instalacje wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych” tom V, Instalacje elektryczne.

Instalacje wykonać w ścisłej koordynacji z wystrojem wnętrz i robotami budowlanymi .

Przed przekazaniem robót do eksploatacji wykonać pomiary elektryczne przyrządami posiadającymi legalizację i homologację :

- pomiar szybkiego wyłączenia
- pomiar oporności izolacji przewodów AC i DC
- pomiar oporności izolacji przewodu N w stosunku do przewodu PE przy odłączeniu od szyn N i PE w rozdzielniach
- pomiar ciągłości przewodu PE
- pomiar oporności uziemień
- pomiar krzywych prądowo-napięciowych
- pomiar kamerą termowizyjną

Do odbioru dostarczyć protokoły badań, atesty, deklaracje zgodności i certyfikaty na aparaty i osprzęt.

7. Prace budowlane

Wszystkie miejsca przekuć przez przegrody budowlane należy po wprowadzeniu instalacji замуrować. Przewody przy przejściach przez przegrody budowlane należy prowadzić w tulejach ochronnych. Należy przygotować powierzchnię pod malowanie po przebicjach poprzez szpachlowanie nierówności, następnie wykonać malowanie. Dodatkowo należy odtworzyć przejścia przeciwpożarowe.

Instalację i urządzenia należy mocować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta. Przewody należy prowadzić w rurach ochronnych. Urządzenia należy rozmieszczać w pomieszczeniach zgodnie z wytycznymi producenta z zastosowaniem się do wymaganych odległości od przeszkód. Wszystkie prace porządkowe należy wykonać tak, aby obiekt doprowadzić do stanu pierwotnego.

Projektujący nie ponosi odpowiedzialności za zmiany dokonane przez Wykonawcę bez zgody pisemnej osób projektujących.

**Opracowanie chronione Ustawą o Prawie Autorskim i Prawach Pokrewnych
(Dz.U. Nr 24/94 poz. 83 z dnia 4 lutego 1994 r.)**

8. Zestawienie materiałów podstawowych

Lp.	Wyszczególnienie	Ilość
1	Moduły fotowoltaiczne 545Wp	22 szt.
2	Mikroinwerter jednofazowy 2kW	5 szt.
3	Szafa RACK zewnętrzna wisząca IP 65	1 kpl
4	Kontroler do mikrowinwerterów	1 szt
5	Router Internetu mobilnego	1 kpl
6	Rozdzielnica PV z wyposażeniem	1 kpl.
7	Kabel solarny DC 4mm ²	264m
8	Kabel AC YKY 3x4 mm ²	118 mb
9	Kabel AC YKY 5x16 mm ²	67 mb
10	Kabel AC YKY 3x1,5 mm ²	15mb
11	Przewód RS 485	128 mb
12	Przekładniki prądowe 250/5 do licznika energii elektrycznej	3 kpl
13	Licznik energii elektrycznej do pomiarów do zarządzania wysyłką energii elektrycznej do sieci	1 szt
14	Koryto kablowe 50H30	97
15	Drabinka kablowa 100H30	5m
16	Drabinka kablowa 50H30	11
14	Przewód LgYżo 1x16 mm ² zielono-żółty	kpl.
15	Elementy montażowe, rurki instalacyjne , uchwyty	1 kpl.

II. Rysunki

Wykaz rysunków:

Rys. EL-1_instalacje elektryczne rzut podziemia

Rys. EL-2_instalacje elektryczne rzut dachu

Rys. EL-3_instalacje elektryczne schemat ideowy instalacji PV

Rys. EL-4_instalacje elektryczne schemat elektryczny instalacji PV