

Spis treści

OPIS TECHNICZNY	2
PODSTAWA OPRACOWANIA	2
ZAKRES OPRACOWANIA	2
STAN PROJEKTOWANY.	2
•Instalacje fotowoltaiczne	2
•Część DC instalacji fotowoltaicznej	3
•Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznych	4
•Ochrona przeciwprzepięciowa oraz odgromowa instalacji fotowoltaicznej	4
•Zespół zabezpieczeń falowników	4
•Część AC instalacji fotowoltaicznej	4
•Ochrona przeciwprzepięciowa	5
•Uwagi końcowe	7
RAPORT DESIGNERA	8
ZESTAWIENIE ELEMENTÓW	11

Część rysunkowa:

Rys. E - 1 – Projekt zagospodarowania terenu – instalacja fotowoltaiczna skala 1:500

Rys. E - 2 – Schemat instalacji fotowoltaicznej

OPIS TECHNICZNY

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt branży elektrycznej do produkcji i przesyłu energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł fotowoltaicznych (paneli fotowoltaicznych) na potrzeby własne dla Oczyszczalni Ścieków w/m Wójtowa.

PODSTAWA OPRACOWANIA

- Wytyczne i ustalenia z Inwestorem,
- Wizja lokalna i inwentaryzacja pomieszczeń, terenów,
- Wytyczne i przepisy budowlano-instalacyjne, p. poż., san.-hig. i BHP dotyczące projektowanej instalacji,
- DTR i wytyczne doboru producentów urządzeń,
- Normy oraz przepisy obowiązujące w kraju.

ZAKRES OPRACOWANIA

W zakres opracowania wchodzi zaprojektowanie następujących urządzeń i instalacji:

- projektu układu instalacji fotowoltaicznej wraz z zabudową:
modułów PV, kabli łączących poszczególne generatory słoneczne oraz falowniki,
- uziemienie ochronne dla instalacji fotowoltaicznych.

STAN PROJEKTOWANY.

- Instalacje fotowoltaiczne

Instalacja fotowoltaiczna składająca się z 110 paneli fotowoltaicznych o łącznej mocy 49,5 Wp. Jako źródło energii odnawialnej należy zastosować monokrystaliczne panele fotowoltaiczne o mocy 450 Wp. Z uwagi na ograniczony teren, którym dysponuje Inwestor, instalacja fotowoltaiczna pod względem lokalizacji została podzielona na dwie części. Znacznie większą część instalacji fotowoltaicznej zlokalizowano na terenie działki w bezpośrednim sąsiedztwie budynku technicznego pozostałą część zlokalizowaną również na terenie należącym do inwestora w niewielkiej odległości od budynku technicznego.

Instalacja fotowoltaiczna która w sumie składa się ze stu dziesięciu paneli fotowoltaicznych należy zamontować na gruncie z wykorzystaniem typowej wkręcanej konstrukcji naziemnej, dokładną lokalizację przedstawia rysunek E-1.

Do w/w instalacji dobrany zostały dwa falowniki 25 kW i 17 kW, oba urządzenia umożliwiają gromadzenie i lokalną prezentację danych oraz mają możliwość podłączenia modułu komunikacyjnego do przesyłania danych.

Przykładowe dane modułu fotowoltaicznego 450Wp

Parametr	Jednostka	Wartość
Rodzaj ogniwa	Monokrystaliczne	
Maksymalne napięcie pracy	1000 V	
Moc nominalna ogniwa	P	450 Wp
Prąd znamionowy	I_{mpp}	10,98A
Prąd zwarciov	I_{sc}	11,56A
Napięcie nominalne	U_{mpp}	41,0 V
Napięcie obwodu otwartego	U_{oc}	49,8 V

- Część DC instalacji fotowoltaicznej

Połączenia poszczególnych generatorów z falownikiem należy zrealizować za pomocą kabla dedykowanego dla instalacji fotowoltaicznych o przekroju żyły roboczej min. 6 mm². Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej samych modułów fotowoltaicznych oraz konstrukcji wsporczej. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV a falownikiem należy prowadzić w rurkach kablowych o średnicy min. 22 mm odpornych na czynniki zewnętrzne oraz promieniowanie UV, lub w ocynkowanych korytach kablowych. Przejścia kabli przez elewację budynku należy odpowiednio zabezpieczyć przed możliwością przeniknięcia wody.

Ogniwa słoneczne różnią się zasadniczo od innych źródeł energii, ich prąd zwarciov jest tylko o ok. 15-20% większy od prądu znamionowego. W związku z tym w tego typu instalacjach bezcelowe jest stosowanie popularnych bezpieczników topikowych lub wyłączników nadmiarowo-prądowych, wymagających do zadziałania kilkakrotnie większego prądu niż znamionowy.

Z uwagi na ograniczony teren, którym dysponuje Inwestor, instalacja fotowoltaiczna została podzielona na dwie lokalizację w bezpośrednim sąsiedztwie budynku technicznego. Dodatkowo tereny przylegające bezpośrednio do przedmiotowych działek są dość mocno zalesione, co w przyszłości może powodować okresowe zacienienia oraz znaczny opad liści, aby zniwelować wpływ warunków środowiskowych zaprojektowano instalację fotowoltaiczną wykorzystującą technologie optymalizacji mocy. W tym celu przewidziano dodatkowo montaż do każdego modułu fotowoltaicznego odpowiedniego optymalizatora mocy, przyjęte rozwiązanie znacznie ograniczy wpływ okresowego zacienienia pochodzącego od okolicznej roślinności oraz pozwoli projektowanej instalacji fotowoltaicznej na optymalną pracę.

W rozdzielnicach **T-PV** i **T-PV1.1** należy zamontować aparaturę zabezpieczającą przed przeciążeniem, zwarciem oraz ograniczniki przepięć. Główną funkcją zabezpieczeń w rozdzielnicach jest ochrona paneli fotowoltaicznych przed zwarciami, przeciążeniami i prądami wstecznymi, które mogą wystąpić w stanach awaryjnych. Ponadto rozłącznik DC służy do odłączania paneli PV w przypadku awarii lub prac prowadzonych na części stało-prądowej systemu PV. Przy zabezpieczaniu przed prądami wstecznymi najważniejszy jest dobór prawidłowego typu bezpiecznika – o charakterystyce gPV, – który został

wprowadzony przez normę IEC 60269-6. Oprócz prawidłowo dobranej charakterystyki równie ważne jest prawidłowe napięcie znamionowe bezpiecznika, które powinno być wyższe niż najwyższe napięcie w systemie PV.

- **Ochrona przeciwporażeniowa instalacji fotowoltaicznych**

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim jest realizowana przez izolację podstawową oraz wszelkie działania ograniczające dostęp do elementów systemu PV. Ochrona przy uszkodzeniu, przed dotykiem pośrednim jest realizowana przez wykorzystanie urządzeń II klasy ochronności oraz uziemione połączenia wyrównawcze. Panele fotowoltaiczne są zazwyczaj wykonane w II klasie ochronności, a przewody i kable DC mają wzmocnioną lub podwójną izolację. Należy użyć falowników które uniemożliwiają przepływ prądu zwarcia DC do instalacji elektrycznej.

- **Ochrona przeciwprzepięciowa oraz odgromowa instalacji fotowoltaicznej**

W celu ochrony instalacji fotowoltaicznej przed przepięciami atmosferycznymi zaprojektowano ochronniki przepięciowe. Są to ograniczniki przepięć typu „I+II” pozwalają ograniczyć przepięcia do poziomu $U_p \leq 5,1 \text{ kV}$. Każdy łańcuch modułów PV należy zabezpieczyć jednym ochronnikiem przepięciowym. Ochronniki przepięciowe instalacji fotowoltaicznej zostaną zabudowane wraz z aparaturą zabezpieczającą stronę DC w szafkach T-PV1, lokalizacja podano na rysunku E-1.

Zadaniem ochrony odgromowej jest ochrona przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym. Odpowiednio dobrane i rozmieszczone zwody pionowe i poziome w okolicy urządzeń będących pod ochroną tworzy tzw. przestrzeń chronioną. Umieszczając elementy systemu fotowoltaicznego w przestrzeni chronionej, można zapewnić im ochronę przed skutkami bezpośredniego wyładowania piorunowego.

Minimalna wartości rezystancji uziemienia jaką należy uzyskać wynosi $\leq 30 \Omega$.

- **Zespół zabezpieczeń falowników**

Zastosowane falowniki posiadają zabudowany w sobie zespół zabezpieczeń, które należy w zależności od wymagań operatora sieci odpowiednio nastawiać. Dobrane falowniki posiadają w sobie zabezpieczenie przed pracą wyspową dla instalacji fotowoltaicznej. Zabezpieczenie to pracuje na zasadzie monitorowania zmian częstotliwości sieci. Polega to na tym, że w prawidłowo działającej sieci falownik nie ma możliwości zmienić częstotliwości. Każdy falownik cyklicznie "podejmuje próby" zmian częstotliwości. Jeżeli się to uda, falownik natychmiast przestaje oddawać energię do sieci i odłącza się od niej. Falowniki posiadają również blokadę przeciw podaniu napięcia do sieci, gdy ta jest w stanie bez napięciowym.

- **Cześć AC instalacji fotowoltaicznej**

W celu umożliwienia wyprowadzenia mocy z instalacji fotowoltaicznej należy zabudować w rozdzielni głównej budynku „RG” rozłącznik bezpiecznikowy zgodnie ze schematem E-2. Z rozdzielni RG należy wyprowadzić obwód do rozdzielni T – PV usytuowanej w pobliżu instalacji fotowoltaicznej,

przedmiotową linię zasilającą w pierwszej części wykonać przewodem YkY 5 x 25 mm² oraz pozostałą część przewodem YkY 5x16 mm². Linie zasilającą należy wykonać jako wewnętrzną linię kablową.

- **Ochrona przeciwprzepięciowa**

Celem ograniczenia negatywnych skutków uderzeń zewnętrznych oraz przepięć w sieci elektroenergetycznej, zaprojektowano ochronę stosując ochronniki przeciwprzepięciowe typu I+II zainstalowane w rozdzielni T – PV1.

- **Obliczenia - Moc instalacji: 49,5 kWp.**

Prąd obciążenia: 64 A

Jako połączenie pomiędzy rozdzielnią RG, a rozdzielnią T - PV dobrano kable typu YKY 5 x 25 mm² o obciążalności prądowej 95 A.

$$\begin{aligned} I_B &\leq I_N \leq I_Z \\ I_2 &\leq 1,45 \times I_Z \end{aligned}$$

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

$$I_{B(49,5kWp)} = 64A$$

$$I_N = 80 A$$

$$I_Z = 95 A$$

$$I_B = 64 A \leq I_N = 80 A \leq I_Z = 95 A \quad \text{– warunek "1" spełniony}$$

$$I_2 = 80 A \leq 1,45 \times 95 A = 137,8 A \quad \text{– warunek "2" spełniony}$$

Dla szafy PV AC o mocy 49,5 kWp jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano rozłącznik bezpiecznikowy z wkładką bezpiecznikową 80 A gG.

- **Falownik 25kW**

Prąd obciążenia: 38 A

Jako połączenie pomiędzy rozdzielnią RG, a rozdzielnią T - PV dobrano kable typu YKY 5 x 10 mm² o obciążalności prądowej 55A.

$$I_{B(SE25k)} = 38A$$

$$I_N = 40 A$$

$$I_Z = 55 A$$

$$I_B = 38 \text{ A} \leq I_N = 40 \text{ A} \leq I_Z = 55 \text{ A} \quad - \text{warunek "1" spełniony}$$

$$I_2 = 40 \text{ A} \leq 1,45 \times 55 \text{ A} = 79,75 \text{ A} \quad - \text{warunek "2" spełniony}$$

Dla falownika SE25K jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano rozłącznik bezpiecznikowy z wkładką bezpiecznikową 40 A gG.

- Falownik 17kW

Prąd obciążenia: 26 A

Jako połączenie pomiędzy rozdzielnią RG, a rozdzielnią T - PV dobrano kable typu YKY 5 x 16 mm² o obciążalności prądowej 73A.

$$I_{B(SE17K)} = 26 \text{ A}$$

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

$$I_Z = 73 \text{ A}$$

$$I_B = 32 \text{ A} \leq I_N = 32 \text{ A} \leq I_Z = 73 \text{ A} \quad - \text{warunek "1" spełniony}$$

$$I_2 = 32 \text{ A} \leq 1,45 \times 73 \text{ A} = 106 \text{ A} \quad - \text{warunek "2" spełniony}$$

Dla falownika SE17K jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano rozłącznik bezpiecznikowy z wkładką bezpiecznikową 32 A gG.

Spadek napięcia - instalacja fotowoltaiczna

$$\Delta U = \frac{100 * P_{sz} * L}{\gamma * S * U^2}$$

gdzie:

P_{sz} - moc szczytowa w kW

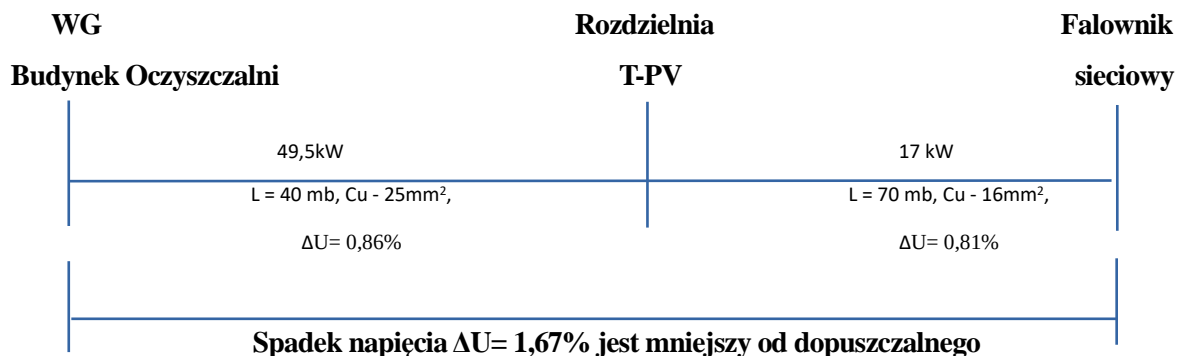
L - długość pojedynczego przewodu w m

γ - przewodność właściwa przewodu (dla gCu = 57, gAl = 35)

S - przekrój przewodu w mm²

U_p - napięcie sieci międzyfazowe

U_l - napięcie sieci fazowe



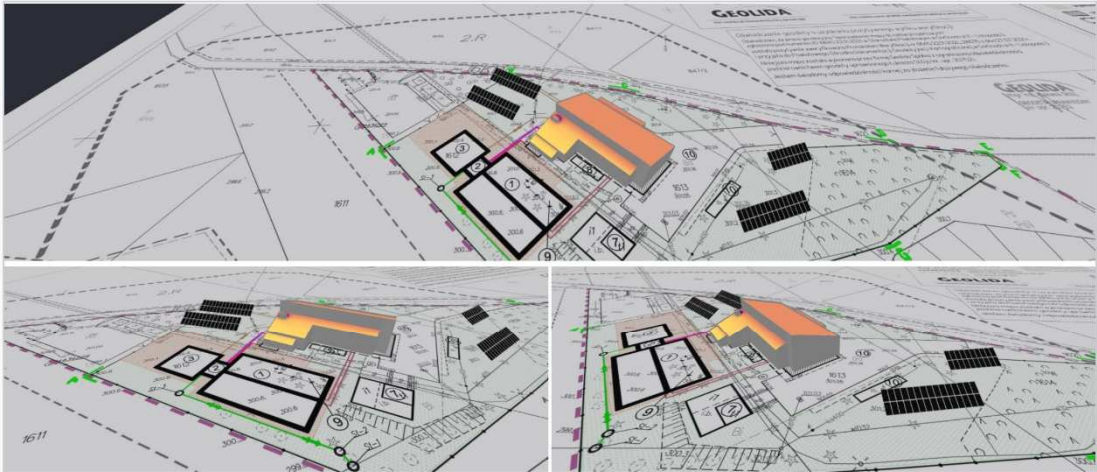
- Uwagi końcowe

Całość instalacji wykonać zgodnie z projektem, normą PN-IEC 60364 i „Warunkami Technicznymi” zawartymi w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. Przed uruchomieniem urządzeń należy sprawdzić układy automatyki we wszystkich stanach technologicznych. Po zakończeniu prac należy dokonać pomiarów skuteczności ochrony i poziomu izolacji.

Projektował:

WÓJTOWA

Wójtowa, 38, Poland | 19 gru 2022



PODSUMOWANIE SYSTEMU

 110 Moduły PV

 2 Falowniki

 110 Optymalizatory

PODSUMOWANIE SYMULACJI



Zainstalowana Moc DC

49,50 kWp



Maksymalna Osiągalna Moc AC

42,00 kW



Roczna Produkcja Energii

52,66 MWh



Redukcja Emisji CO2

40,71 t



Ekwiwalent Posadzonych Drzew

1870

WÓJTOWA

Wójtowa, 38, Poland | 19 gru 2022

SZACOWANA ENERGIA MIESIĘCZNIE



MODUŁY PV

# Moduł	Model	Szczytowa wartość mocy	Typ montażu	Orientacja	Azymut	Nachylenie
60	JA Solar, JAM72S20-450/MR (1500V)	27 kWp			218°	30°
50	JA Solar, JAM72S20-450/MR (1500V)	22,5 kWp			168°	30°
Całkowity: 110		49,5 kWp				

LISTA MATERIAŁÓW (BOM)

Pozycja	Numer części	Ilość	Cena (zł)	Razem (zł)
SE17K		1		
SE25K		1		

WÓJTOWA

Wójtowa, 38, Poland | 19 gru 2022

LISTA MATERIAŁÓW (BOM) (POZOSTAŁE)

Pozycja	Numer części	Ilość	Cena (zł)	Razem (zł)
 S500		110		
 JAM72S20-450/MR (1500V)		110		

PROJEKT ELEKTRYCZNY

Falowniki i magazyny energii	Łańcuchy na falownik	Optymalizatory na łańcuch	Moduły PV na łańcuch
 1 x SE17K 22.45kW 132%	2 x łańcuchy	 25 x S500	 25
 1 x SE25K 26.84kW 107%	3 x łańcuchy	 20 x S500	 20

WÓJTOWA

Wójtowa, 38, Poland | 19 gru 2022

DIAGRAM STRAT SYSTEMU



PARAMETRY SYMULACJI



LOKALIZACJA I SIĘĆ

Strefa czasowa	CET (Warsaw)
Stacja pogodowa	Tarnów (42,14 km stąd)
Wysokość geograficzna stacji	3 m
Źródło danych stacji	Meteonorm 7.1
Sieć	400V L-L, 230V L-N



WSPÓŁCZYNNIKI STRAT

Pobliskie zacienienie	Włącz
Albedo	0,20
Zabrudzenia i śnieg	0%
Modyfikator kąta padania (IAM)	0,05
Współczynnik strat ciepłych Uc (stałe) Montaż zintegrowany	20
Współczynnik strat ciepłych Uc (stałe) Montaż z nachyleniem	29
Współczynnik strat LID	0%
Niedostępność systemu	0%

ZESTAWIENIE ELEMENTÓW