




PROJEKT WYKONAWCZY

DANE O PROJEKTOWANYM OBIEKCIE			
Nazwa	WYKONANIE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ NA BUDYNKU PAWILONU		
Obiekt	Zespół Szkół Ponadgimnazjalnych w Gryficach		
Adres	11 listopada 10, 72-300 Gryfice		
Branża	ELEKTRYKA-FOTOWOLTAIKA		
Stadium	Projekt wykonawczy		
DANE INWESTORA			
Nazwa	Powiat Gryficki		
Adres	Pl. Zwycięstwa 37, 72-300 Gryfice		
JEDNOSTKA PROJEKTOWA			
<div><p>Ul. Racławicka 6, 39-300 Mielec Tel. +48 17 785 23 16/ Fax: +48 17 785 23 18</p></div>			
ZESPÓŁ PROJEKTOWY			
PROJEKTANCI			
Branża	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Podpis
Instalacje elektryczne	mgr inż. Marcin Pyżik	PDK/0009/PWOE/15	
OPRACOWUJĄCY			
Branża	Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Podpis
Instalacje elektryczne	mgr inż. Konrad Leśko	--	
NR EGZEMPLARZA		DATA OPRACOWANIA	02.2018r.

SPIS OPRACOWANIA

I.	INSTALACJA ELEKTRYCZNA.....	3
1.	PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA	3
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA	3
3.	ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE.....	3
4.	MODUŁY I OGNIWA FOTOWOLTAICZNE	4
5.	INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA - TOPOLOGIA	5
6.	FALOWNIK FOTOWOLTAICZNY	5
7.	PODŁĄCZENIE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ W RG.....	7
8.	ROZDZIELNICA ZBIORCZA „RPV”	7
9.	TRASY KABLOWE.....	7
10.	OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA.....	7
11.	OCHRONA PRZECIWPRIĘCIOWA I PRZECIW-PRZECIĄŻENIOWA.....	8
12.	WYŁĄCZENIE PRZECIWPÓŻAROWE PRĄDU	8
13.	OKABLOWANIE I POŁĄCZENIA MODUŁÓW	9
14.	OKABLOWANIE „AC”	9
15.	TRANSPORT MODUŁÓW	11
16.	OCENA WPŁYWU INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO.....	11
17.	UWAGI KOŃCOWE	12
II.	SPIS RYSUNKÓW	13

I. INSTALACJA ELEKTRYCZNA

1. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej dla budynku pawilonu Zespołu Szkół Ponadgimnazjalnych w Gryficach.

Opracowanie obejmuje:

- montaż modułów fotowoltaicznych na dachu pawilonu,
- montaż 1 beztransformatorowego falownika fotowoltaicznego o mocy 4,5 kW,
- montaż rozdzielnic fotowoltaiki (RPV),
- wykonanie tras kablowych na potrzeby systemu fotowoltaicznego,
- podłączenie instalacji fotowoltaicznej do rozdzielnic głównej,

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Projekt został przygotowany w oparciu o:

- zalecenia Inwestora,
- obowiązujące normy i przepisy.

3. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

Instalacja fotowoltaiczna ma na celu wytworzenie energii elektrycznej przy użyciu 15 modułów **monokrystalicznych** o sumarycznej znamionowej mocy instalacji fotowoltaicznej **5,175kW** (warunki STC– temperatura ogniwa 25°C, AM 1.5, promieniowanie 1000W/m²). Moc przyłączeniowa obiektu wynosi 40 kW (pawilon zasilany z rozdzielnic głównej w budynku szkoły). Moduły zostaną zlokalizowane na dachu, zgodnie z rysunkami.

Instalację fotowoltaiczną należy podłączyć do rozdzielnic głównej prądu przemiennego w budynku szkoły. Energia elektryczna wytworzona przez instalację fotowoltaiczną będzie wykorzystywana na potrzeby własne budynku a nadwyżki wyprodukowanej energii zostaną oddane do sieci. **W celu posadowienia instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku pawilonu, należy wykonać pomocniczą podkonstrukcję posadowioną na ścianach obiektu.**

4. MODUŁY I OGNIWA FOTOWOLTAICZNE

Na dachu obiektu projektuje się ramkowe moduły fotowoltaiczne wykonane w technologii szkło/backsheet. Zawierają w swojej konstrukcji wysokowydajne krzemowe, monokrystaliczne ogniwa z przednią metalizacją (ang. Front Contact), projektuje się ogniwa z 5 elektrodami zbiorczymi (busbar).

Lokalizacja modułów została przedstawiona w części rysunkowej projektu. Moduły fotowoltaiczne będą nachylone pod kątem 30 stopni od poziomu.

Zastosowane moduły są szybą bezpieczną w rozumieniu przepisów budowlanych.

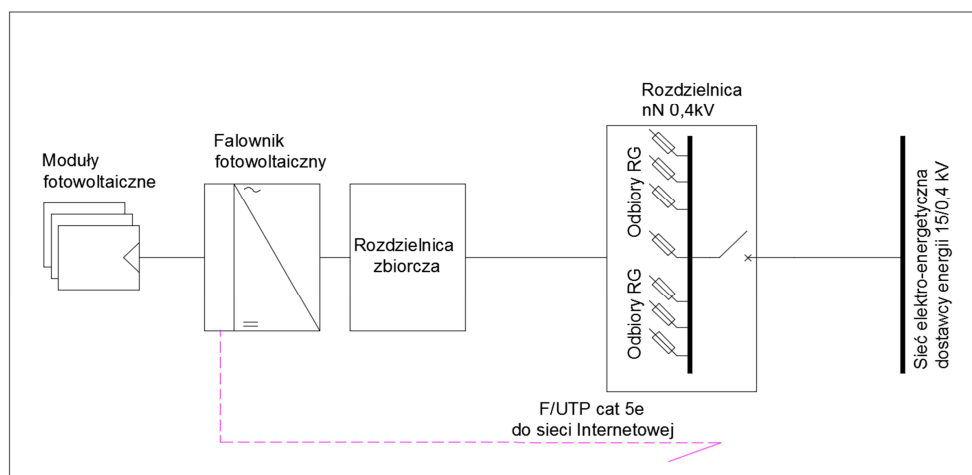
Parametry projektowanego modułu PV:

PARAMETRY MODUŁU RAMKOWEGO – 345 WP	WARTOŚCI (±3%)
Typ ogniw w module PV	Monokrystaliczne, 5BB
Wymiar ogniwa	156,5 x 156,5 mm (±0,5mm)
Moc modułu min.	345 Wp (+5Wp)
Napięcie V_{oc}	48,02 V
Prąd zwarcia I_{sc}	9,11 A
Maksymalne napięcie systemu	1000 V
Tolerancja mocy	+5W
Temperaturowy współcz. napięcia	-0,3 %/K
Temperaturowy współcz. prądu	+0,04 %/K
Temperaturowy współcz. mocy	-0,4 %/K
Sugerowane zabezpieczenie	15A
<u>DANE MECHANICZNE</u>	
Wymiary	992x1959mm (±5mm)
Konstrukcja modułu	szkło-backsheet, układ ramkowy
Ramka	aluminiowa
Mocowanie przewodów odprowadzających prąd	Konektory MC-4,
System ochrony	IP65

Klasa ochrony	II-klasa
Temperatura otoczenia	-40 do +85°C
Max obciążenie	5400Pa front / np. śnieg 2400Pa tył / np. wiatr
Odporność na uderzenie	Grad: 25 mm przy 23m/s

5. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA - TOPOLOGIA

Projektowane moduły fotowoltaiczne wytworzoną energię elektryczną przesyłają do falownika (w którym następuje przemiana energii prądu stałego na energię prądu przemiennego) a następnie do rozdzielnicy zbiorczej RPV. Z RPV energia zostanie przesłana do rozdzielnicy głównej RG za pośrednictwem przewodu YDYżo 5x4mm². Poniższy rysunek pokazuje ideowy schemat blokowy połączenia instalacji fotowoltaicznej.



6. FALOWNIK FOTOWOLTAICZNY

Falowniki fotowoltaiczne są istotnym elementem każdej instalacji fotowoltaicznej. Jego zadaniem jest przekształcenie wygenerowanej przez moduły fotowoltaiczne energii elektrycznej prądu stałego na prąd przemienny, a następnie zasilenie rozdzielnicy głównej użytkownika. Projektuje się falownik beztransformatorowy trójfazowy o mocy znamionowej 4,5 kW.

Po stronie napięcia zmiennego „AC” falownik zostanie podłączony do rozdzielnicy zbiorczej RPV, natomiast po stronie napięcia stałego DC – bezpośrednio do modułów fotowoltaicznych. Lokalizacja falownika zgodnie z rysunkami. Zaprojektowany falownik jest w wykonaniu n/t,

posiada graficzny interfejs użytkownika, jest wykonany w II klasie ochronności. Falownik 4,5kW posiada dwa wejścia MPPT. Zaprojektowany falownik jest przystosowany do pracy w warunkach zarówno wewnętrznych jak i zewnętrznych.

Zabudowywany falownik charakteryzuje się szerokim zakresem napięcia wejściowego, dzięki czemu istnieje możliwość konfiguracji modułów w znacznym zakresie. Falownik pozwala na pomiar sumarycznej energii wyprodukowanej dziennie i całłościowo. W celu zdalnego podglądu produkcji energii należy między falownikami ułożyć skrętkę F/UTP cat.5e i doprowadzić do wewnętrznej sieci Internet budynku. Falownik ma możliwość diagnostyki poprzez wewnętrzny system nadzorujący. W przypadku braku zasilania sieciowego falownik przechodzi automatycznie w tryb uśpienia (ang. Stand-By) aż do momentu powrotu napięcia sieciowego.

Poniższa tabela przedstawia najważniejsze parametry zaprojektowanych falowników:

Dane techniczne falownika	4,5kW
1) Maksymalny prąd wejściowy DC	16A/16A
2) Minimalne napięcie wejściowe DC	150V
3) Napięcie rozpoczęcia pracy DC	200V
4) Znamionowe napięcie wejściowe DC	595V
5) Maksymalne napięcie wejściowe DC	1000V
6) Zakres napięć MPP DC	150-800V
7) Liczba trackerów MPP	2
8) Liczba przyłączy DC	2+2
9) Moc znamionowa AC	4500W
10) Maksymalny prąd AC na wyjściu	6,5A
11) Przyłącze sieciowe AC	3~N PE 400V/230V
12) Częstotliwość/zakres	50/60 Hz, (45-65Hz)
13) Współczynnik mocy	0,85-1 ind/poj
14) Stopień ochrony IP	IP 65
15) Zakres temp. otoczenia	-25 ⁰ ÷ +60 ⁰ C
16) Dopuszczalna wilgotność powietrza	0÷100 %

7. PODŁĄCZENIE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ W RG

Podłączenie instalacji fotowoltaicznej należy wykonać w rozdzielnicy głównej RG, zgodnie z rysunkiem PV-03.

8. ROZDZIELNICA ZBIORCZA „RPV”

Rozdzielnica fotowoltaiki „RPV” ma za zadanie „zebrać” energię z falowników i przesać dalej do rozdzielnicy głównej. Projektowana rozdzielnica jest w wykonaniu natynkowym. Rozdzielnicę należy zamontować w pomieszczeniu falownika (dokładna lokalizacja zostanie określona na etapie wykonawczym). Bliska lokalizacja od falownika zapewni minimalne straty na przewodach oraz zminimalizuje koszty okablowania. Okablowanie między rozdzielnicami wykonać w listwach elektroinstalacyjnych. Przejścia przez ściany należy uszczelnić.

9. TRASY KABLOWE

Dla potrzeb okablowania instalacji fotowoltaicznej należy wykonać nowe trasy kablowe. Do prowadzenia okablowania wewnątrz budynku - na suficie oraz w pionach należy wykorzystać listwy elektroinstalacyjne (PVC) min. 25x15. Przewody solarne na dachu prowadzić w metalowych korytach perforowanych położonych przy konstrukcji modułów, (przebieg trasy zewnętrznej przedstawiony w części rysunkowej). Wszystkie metalowe trasy kablowe należy uziemić.

10. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

Do ochrony przeciwporażeniowej w obwodzie falownika należy zabudować w rozdzielnicy RPV wyłączniki nadmiarowo prądowe o charakterystyce C. Wyłączenie ochronne (przeciwporażeniowe) uzyskuje się poprzez szybkie wyłączenie w układzie TN-C-S. Dodatkowo w obwodzie falownika trójfazowego zastosowano wyłącznik różnicowoprądowy typu A, o znamionowym prądzie różnicowym 100mA.

Zabudowane falowniki każdego dnia sprawdzają instalację obwodów DC poprzez pomiar rezystancji izolacji kabli DC. Jest to funkcja, która w przypadku wykrycia zwarcia lub złego stanu izolacji, natychmiast wyłącza uszkodzony obwód, oraz daje informację na wyświetlaczu

falownika o wykryciu nieprawidłowości. W przypadku, gdy zmierzone wartości nie mieszczą się w dopuszczalnym przedziale – falownik sam wyłącza uszkodzone obwody.

Wszystkie części przewodzące obce należy przyłączyć do instalacji głównej szyny wyrównania potencjałów. Należy wykonać uziemienie konstrukcji i modułów.

11. OCHRONA PRZECIWPRZEPięCIOWA I PRZECIW-PRZECIĄŻENIOWA

Ochrona przeciwprzepięciowa instalowanego systemu fotowoltaicznego jest zrealizowana poprzez ochronniki przeciwprzepięciowe DC typu I+II. Są one instalowane po stronie napięcia stałego DC w rozdzielnicy RPV. Zabezpieczenie przed przeciążeniem po stronie napięcia DC zostało zrealizowane w oparciu o normę PN-HD 60364-7-712. Po stronie AC należy zamontować ochronnik typu II w rozdzielnicy zbiorczej RPV.

12. WYŁĄCZENIE PRZECIWPOŻAROWE PRĄDU

Zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” – wyłącznik przeciw-pożarowy ma odcinać dopływ energii elektrycznej do wszystkich odbiorników z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru. W celu zapewnienia odłączenia instalacji fotowoltaicznej od instalacji, zabudowane falowniki mają funkcję automatycznego wyłączenia w przypadku braku napięcia zasilającego od strony rozdzielnicy głównej. Zgodnie z normami jest to zabezpieczenie podwójne. Automatycznie i niezależnie od czynników zewnętrznych, wszystkie falowniki przechodzą w stan uśpienia (wyłączają się) aż do momentu powrotu napięcia sieciowego. W wyniku zadziałania systemu P.POŻ budynku, falowniki wyłączą się. W czasie wystąpienia pożaru i zadziałania wyłącznika PPOŻ (przeciwpożarowego) rozłączniki zostaną rozłączone. Kable DC przebiegające wewnątrz obiektu powinny znajdować się w stanie bez napięciowym.

Moduły fotowoltaiczne na dachu w razie akcji pożarowej są mało palne i nie rozprzestrzeniają ognia, dlatego ich gaszenie jest potrzebne wyłącznie w nagłym przypadku.

13. OKABLOWANIE I POŁĄCZENIA MODUŁÓW

Do połączeń między modułami na elewacji należy wykorzystać dedykowane instalacjom fotowoltaicznym przewody. Połączenia modułów (strona DC) należy wykonać przewodami solarnymi, o parametrach jak niżej:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- pojedyncza wiązka, przekrój 4mm²
- podwójna izolacja,
- żyły miedziane wielodrutowe, klasy 5,
- izolacja: polwinitowa na 90 °C
- powłoka: polwinitowa odporna na UV

Do połączeń każdego ze stringów należy wykorzystać dedykowane instalacjom fotowoltaicznym złączki o stopniu ochrony co najmniej IP65. Złączki powinny być dobrane do przekrojów stosowanych przewodów. Złączki oprzewodowania systemu fotowoltaicznego powinny mieć następujące parametry:

- maksymalny prąd systemu fotowoltaicznego: 30 A
- maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: 1 000 V
- termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C – +90°C
- stopień ochrony: min IP65

14. OKABLOWANIE „AC”

Oprzewodowanie między falownikiem fotowoltaicznym i RPV zostanie wykonane przewodami miedzianymi YDY z żyłą ochronną. Przekroje zastosowanych przewodów zostały dobrane do warunków obciążenia długotrwałego, oraz do spadków napięć zgodnie z normą PN-IEC 60364-5-523. Poniżej przedstawiono przykładowe obliczenie doboru przewodów:

a) Obliczenia doboru przewodu i zabezpieczenia ze względu na prąd obciążenia dla wewnętrznej linii zasilającej RPV<->RP

Szczytowa moc obciążenia: $P_s = 4,5kW$

Obliczenie prądu obciążenia:

$$I_b = \frac{P_s}{1,73 \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{4500}{1,73 \cdot 400 \cdot 0,85} = 7,6A$$

Jako zabezpieczenie kabla dobieramy wyłącznik nadmiarowo-prądowy o mocy 10 A.

Wyznaczamy wymaganą minimalną długotrwałą obciążalność prądową przewodu wg. poniższych zależności:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45}$$

gdzie:

I_n - prąd znamionowy lub prąd nastawienia zabezpieczenia przewodu

I_z -wymagana minimalna długotrwała obciążalność prądowa przewodu

k_2 -współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego

(dla wyłączników mocy $k_2 = 1,45$)

$$7,6A \leq 10A \leq I_z$$

$$I_z \geq \frac{1,45 \cdot 10}{1,45} \geq 7,6A$$

Wyznaczona wartość I_z stanowi podstawę doboru określonego kabla na podstawie danych katalogowych producenta.

Dobieramy przewód miedziany o izolacji PVC z żyłą ochronną YDYżo 5x4mm² o prądzie dopuszczalnym długotrwałym 37 A.

Zgodnie z zależnością:

$$I_{dd} \geq I_z$$

$$37 \geq 10$$

Warunek spełniony

b) Obliczenia doboru kabla ze względu na spadek napięcia dla wewnętrznej linii zasilającej RPV<->TC

Spadek napięcia obliczamy ze wzoru:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_n \cdot l \cdot \cos\phi \cdot 100}{\sigma \cdot U_n \cdot s} [\%]$$

Gdzie:

I_n – prąd znamionowy [A]

l – długość linii ($l=5m$) [m]

σ – konduktywność, dla miedzi $58 \frac{S \cdot m}{mm^2}$

U_n – napięcie znamionowe [V]

s – przekrój kabla zasilającego [mm²]

Poniżej zestawiono obliczenia wszystkich kabli:

Lp	WLZ	P [kW]	I _b [A]	I _n [A]	I _{dd} [A]	k ₂ *I _n /1,45	1,45*I _z >=k ₂ *I _n	typ kabla	przekrój	l [m]	U%
Budynek II											
1	Fal→RPV	4,5	7,6	10	37	10	SPEŁNIONY	YDYżo	5x4mm ²	5	<0,1
2	RPV→RG	4,5	7,6	10	37	10	SPEŁNIONY	YDYżo	5x4mm ²	50	<0,6

15. TRANSPORT MODUŁÓW

Przy transporcie modułów fotowoltaicznych należy zachować szczególną ostrożność. Moduły należy transportować najlepiej w **pozycji pionowej** i odpowiednio zabezpieczyć, aby nie spowodować ich uszkodzeń (widocznych uszkodzeń mechanicznych, oraz uszkodzeń nie widocznych gołym okiem tzw. mikropęknięć, wpływających negatywnie na dalszą pracę modułów). Należy zadbać o osłony, oraz o przekładki między modułami. Warto stosować przezroczyste osłony, aby osoby transportujące miały świadomość, co jest przedmiotem transportu.

16. OCENA WPŁYWU INWESTYCJI NA ŚRODOWISKO

Przedmiotowa instalacja, zlokalizowana na dachu budynku. Urządzenia instalacji zlokalizowane będą w miejscu nieprzeznaczonym do stałego przebywania ludzi. Instalacja i eksploatacja modułów fotowoltaicznych nie powoduje przekroczenia dopuszczalnych standardów środowiska (praca instalacji jest bezgłośna, bezwibracyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie oddziałuje na występującą w sąsiedztwie zabudowę mieszkalną.

17. UWAGI KOŃCOWE

Prace należy wykonać zgodnie z obowiązującymi aktualnie normami i przepisami. Należy zwrócić szczególną uwagę na bezpieczeństwo przy wykonywaniu wszelkich prac. Prace wykonywać należy pod nadzorem osoby uprawnionej. Po wykonaniu prac montażowych, przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać wymagane przepisami niezbędne pomiary i badania. Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

II. SPIS RYSUNKÓW

PV-01 Schemat instalacji fotowoltaicznej

PV-02 Połączenia i rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych

PV-03 Trasa kablowa i lokalizacja urządzeń

K-01 Widok konstrukcji