



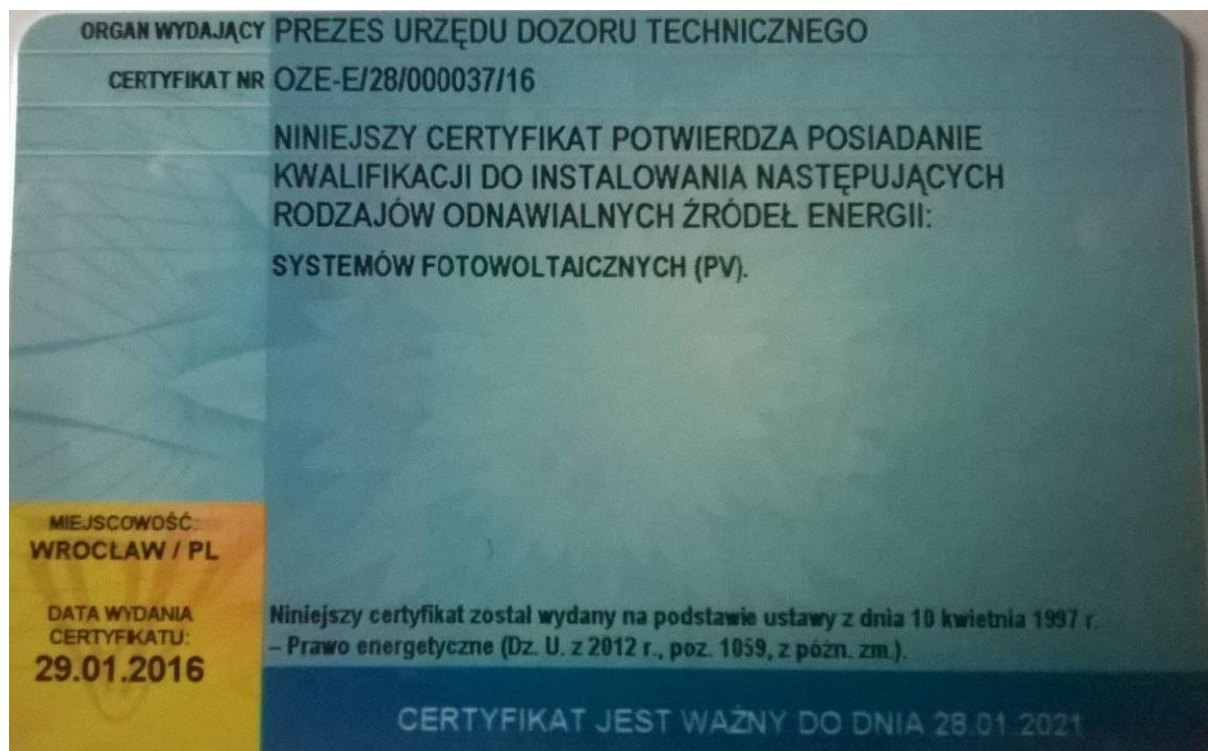
**Eko-Energia**  
Piotr Rybak  
ul. Mazowiecka 67, 97-216 Czerniewice  
NIP: 773-221-70-27 REGON: 360801592  
tel.: 537 509 011 [www.eko-energia.net](http://www.eko-energia.net)

---

## Projekt Konceptyjny Instalacji Fotowoltaicznej

TEMAT OPRACOWANIA :	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 19,60 kW
Nazwa Obiektu:	Szkoła Podstawowa w Wilczkowicach Górnych
ADRES OBIEKTU	Wilczkowice Górne 35, 99-100 Łęczyca
Działka nr ewid.:	Dz. nr 42/5
INWESTOR	Gmina Łęczyca 99-100 Łęczyca ul. M. Konopnickiej 14

Projektant:	mgr Piotr Rybak OZE-E/28/000037/16	
Data opracowania:	Kwiecień 2020	



### 3. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Uprawnienia Projektanta
3. Spis zawartości
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Załączniki
  - E-01 - Schemat strukturalny zasilania
  - K-01 - Posadowienia modułów fotowoltaicznych

## 4. Opis techniczny

### 4.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- dokumentacja techniczna
- inwentaryzacja obiektu oraz instalacji elektrycznej
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

### 4.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 19,60 kWp posadowionej na Budynku Szkoły.

Instalacja fotowoltaiczna zmniejszy zapotrzebowanie na energię elektryczną. Spowoduje to zmniejszenie ilości zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska w relacji przed i po rozpoczęciu eksploatacji nowych urządzeń, będących efektem przeprowadzonych inwestycji.

Projekt koncepcyjny został wykonany w celu oszacowania kosztów wykonania instalacji i pozyskania dofinansowania. Przed rozpoczęciem budowy wykonawca obowiązany jest do przygotowania projektu budowlano-wykonawczego w oparciu o deklarowane urządzenia.

### 4.3 Stan istniejący

Na kompleks Budynków Szkoły Podstawowej składa się Budynek Główny, Łącznik, Sala gimnastyczna oraz zaplecze Sali Gimnastycznej. Rozdzielnica główna wraz z Tablicą bezpiecznikową znajdują się w Budynku Głównym. Na dachu obiektu wykonano instalacje odgromową. Typ sieci TN-S.

### 4.4 Zakres opracowania

- dobór oraz montaż modułów fotowoltaicznych
- montaż tras kablowych,
- montaż skrzynek przyłączeniowych DC
- montaż skrzynek przyłączeniowych AC
- montaż inwerterów fotowoltaicznych DC/AC
- budowa linii kablowych nN

### 4.5 Opis rozwiązań

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie składała się z 58 szt. paneli fotowoltaicznych o mocy 350W współpracujących z optymalizatorami mocy oraz inwerterem o mocy 17,0 kW.

Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosi 19,60 kWp. Wyprodukowana energia elektryczna będzie dostarczana do sieci elektroenergetycznej nN 0,4kW zasilającej przedmiotowe budynki.

### 4.6 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

#### Panel fotowoltaiczny

- typ – monokrystaliczny
- moc -  $P_{\max} = 350W$ ,

#### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc maksymalna inwertera  $P_{\max,inv} = 17000W$ ,

#### 4.7 Panele fotowoltaiczne

Panele fotowoltaiczne są to urządzenia elektryczne, w których przy wykorzystaniu zjawiska fotoelektrycznego zachodzi bezpośrednia przemiana promieniowania świetlnego w energię elektryczną. Przedmiotowa instalacja będzie składać się z paneli fotowoltaicznych o mocy 350 W każdy, połączone do inwertera w następujący sposób:

##### Inwerter nr 1

- wejście A: 1 łańcuch 28 szt. modułów każdy
- wejście B: 1 łańcuch 28 szt. modułów każdy

Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV. Przewody łączące panele należy układać pod panelami fotowoltaicznymi i mocować do konstrukcji wsporczej za pomocą opasek zaciskowych.

Na początku łańcucha paneli zastosować wkładki cylindryczne o charakterystyce gPV, które jednocześnie pełnią funkcję rozłącznika w instalacji fotowoltaicznej. Wkładki należy montować na obu biegunach łańcucha. Kategorycznie zabrania się stosowania modułowych wyłączników nadprądowych DC (prądy wsteczne) oraz wkładek topikowych o charakterystyce gR. Należy bezwzględnie zastosować wkładki cylindryczne/nożowe o charakterystyce gPV, przystosowane do pracy w systemach fotowoltaicznych!

#### 4.8 Optymalizatory mocy

Optymalizatory mocy to urządzenia elektroniczne montowane przy modułach fotowoltaicznych lub w puszkach połączeniowych modułów, których zadaniem jest wymuszanie pracy w punkcie mocy maksymalnej na poziomie pojedynczego modułu. Optymalizacja systemu jest jednym z najlepszych rozwiązań w celu ograniczenia strat energii i osiągnięcia maksymalnej wydajności całego układu.

Optymalizatory mocy zapewniają ochronne przeciwpożarową redukcję napięcie każdego modułu - w przypadku pożaru.

#### 4.9 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwertery (falowniki) są to urządzenia elektroenergetyczne służące do przekształcania prądu stałego na prąd zmienny, sinusoidalny o częstotliwości sieciowej równej 50Hz. W przypadku zaniku napięcia zasilania, inwerter automatycznie odłącza panele fotowoltaiczne od sieci, uniemożliwiając dostarczenie wyprodukowanej energii do sieci elektroenergetycznej (ochrona przed zasilaniem drugostronnym).

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie składać się z 1 szt. inwertera fotowoltaicznego.

Inwerter zostaną zamontowane w pomieszczeniu gospodarczym. Przewody AC z inwerterów wprowadzone zostaną do skrzynki łączeniowej AC, wykonanej z tworzywa termoutwardzalnego. Schemat zasilania skrzynki łączeniowej i sposób przyłączenia poszczególnych inwerterów pokazano na rys. nr E-01.

#### 4.10 Monitoring

Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej. W oparciu o ta funkcję należy wykonać system monitoringu, który umożliwi transmisję danych do zewnętrznego serwera dla potrzeb wizualizacji pracy systemu fotowoltaicznego.

#### 4.11 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych na dachu. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu na danym rodzaju pokrycia dachowego – stropdach pokryty papą. Nachylenie konstrukcji wsporczej 15 stopni.

Posadowienie modułów fotowoltaicznych na dachu szkoły zamieszczone zostało na rysunku K-01.

#### 4.12 Trasy kablowe

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV. Po stronie DC panele fotowoltaiczne łączyć kablami solarnymi w podwójnej izolacji, odpornymi na promieniowanie UV. Końcówki kabli łączyć złączkami MC4. Połączenie to zapewnia wodoszczelność i odporność na promieniowanie UV. Przewody łączące panele należy układać pod panelami fotowoltaicznymi i mocować do konstrukcji wsporczej za pomocą opasek zaciskowych.

Po stronie AC trasy kablowe inwertery – skrzynka łączeniowa AC – rozdzielnica główna budynku wykonane zostaną w oparciu o kabel typu YDY.

Projektowane przewody AC prowadzone wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z listew elektroinstalacyjnych. Szerokość listew dobrana do ilości prowadzonych instalacji z zachowaniem min. 30% rezerwy w trasie. Trasy należy budować z prefabrykowanych odcinków. Do połączeń stosować fabryczny osprzęt połączeniowy, tj. kolana, trójniki, łuki, itp. Do mocowania tras należy stosować fabryczne wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń).

Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

#### 4.13 Przyłącze instalacji fotowoltaicznej

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą rozdzielnicę nN budynku o rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej.

#### 4.14 Instalacja odgromowa, przeciwprzepięciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przepięciami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1+2 w rozdzielnicy RDC oraz ochronniki przepięć typu 1+2 w rozdzielnicy RAC.

Bezwzględnie należy zastosować ochronniki przepięć dedykowane do instalacji fotowoltaicznych, zbudowane z wykorzystaniem iskierników gazowych o bardzo wysokiej rezystancji (ok. 10GΩ). Dobór ochronników przepięć przedstawiono w obliczeniach technicznych. Całość zgodnie z rysunkiem E-01.

Przy wykonaniu połączenia wyrównawczego należy pamiętać, że wszystkie uziemienia po stronie DC, jak i AC powinny być wspólne. Moduły i profile aluminiowe przyłączone będą do głównej szyny wyrównawczej – należy połączyć profile między sobą i następnie przewodem połączyć je z szyną wyrównawczą.

Łącząc moduły fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów/kabli, w których mogłoby się indukować napięcie. W celu uniknięcia wewnętrznej indukcji należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego.

#### 4.15 Ochrona przeciwporażeniowa

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego. Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania oraz przez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności. Instalacja fotowoltaiczna będzie wyposażona w zabezpieczenia nadprądowe spełniające ochronę przed skutkami przeciążeń i zwarć (zabezpieczenie przeciwpożarowe).

Przed przekazaniem instalacji do eksploatacji bezwzględnie uzyskać pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej przed dotykiem bezpośrednim i przy uszkodzeniu.

Wszystkie skrzynki połączeniowej instalacji PV oraz Złącze Kablowe powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informującą, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV. Całość zgodnie z rysunkiem E-01.

#### **4.16 Zasilanie w energię elektryczną. Główny Wyłącznik Prądu.**

Zasilanie, układ pomiarowy i W.L.Z pozostają bez zmian. W rozdzielnicy RAC zainstalować wyłącznik nadprądowy z wyzwalaczem. Wyzwalacze połączyć z istniejącym przyciskiem PWP. Uruchomienie przycisku PWP spowoduje zanik napięcia na torze AC oraz wyłączenie inwertera. To w konsekwencji spowoduje redukcję napięcia na modułach do bezpiecznego poziomu 1V, realizowana przez optymalizatory mocy.



## 5. Obliczenia techniczne

### 5.1 Dobór zabezpieczeń

#### Zabezpieczenia inwertera w skrzynce łączeniowej AC oraz RGB

Spodziewany prąd obciążenia::

$$I_B = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times U_n \times \cos\varphi}$$

gdzie:

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,
- $P_n$  – moc czynna produkowana przez instalację fotowoltaiczną,
- $U_n$  – napięcie znamionowe.

Zgodnie z powyższym:

$$I_B = 24,57 \text{ A}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$\begin{aligned} I_n &\geq 1,25 \times I_B \\ I_n &\geq 30,70 \text{ A} \end{aligned}$$

Gdzie:

- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia,
- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia,

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym 32A (3P)

### 5.2 Dobór przewodów

#### A. Dobór przewodów DC

##### Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC (warunek najostrejszy – 28 modułów, MPPT 1, string łącznej długości 220m)

$$A = \frac{l \times P}{1\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- $A$  – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- $l$  – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 220 m)
- $P$  – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- $U$  – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 3,18 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 6 mm<sup>2</sup> lub większy.

#### B. Dobór przewodów AC

##### A. Relacja inwerter – Skrzynka łączeniowa AC, Skrzynka łączeniowa AC - RGB

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrejszy – długość przewodu 10 m).



W celu wykonania połączeń AC dobrano przewody typu YKY 5x10 mm<sup>2</sup> gdzie  $I_Z=46A$ ,  $\Delta U\% \leq 1\%$ .

#### Sprawdzenie doboru przewodów i zabezpieczeń

[1]

$$I_Z \geq \frac{k_2 \times I_n}{1,45}$$

gdzie:

- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii,
- $k_2$  – współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia,
  - 1,6 – dla wkładek bezpiecznikowych
  - 1,45 dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia

$$I_Z \geq 46 A$$

Warunek spełniony

[2]

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- $I_B$  – spodziewany prąd obciążenia
- $I_n$  – prąd znamionowy zabezpieczenia
- $I_Z$  – wymagana minimalna obciążalność prądowa linii

$$I_B = 24,57 A \leq I_n = 32 A \leq I_Z = 46 A$$

Warunek spełniony

[3]

$$\Delta U\% = \frac{P \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2}$$

gdzie:

- $P$  – moc przenoszona przez linię kablową,
- $l$  – długość linii kablowej,
- $\gamma$  – konduktywność materiału żyły przewodu
- $s$  – przekrój roboczy przewodu,
- $U_n$  – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym:

$$\Delta U\% = 0,19\%$$

Warunek spełniony

### **5.3 Prognozowana produkcja energii elektrycznej**

Moc instalacji – 19,60 kW

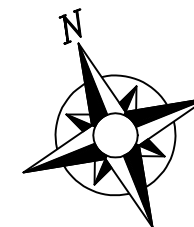
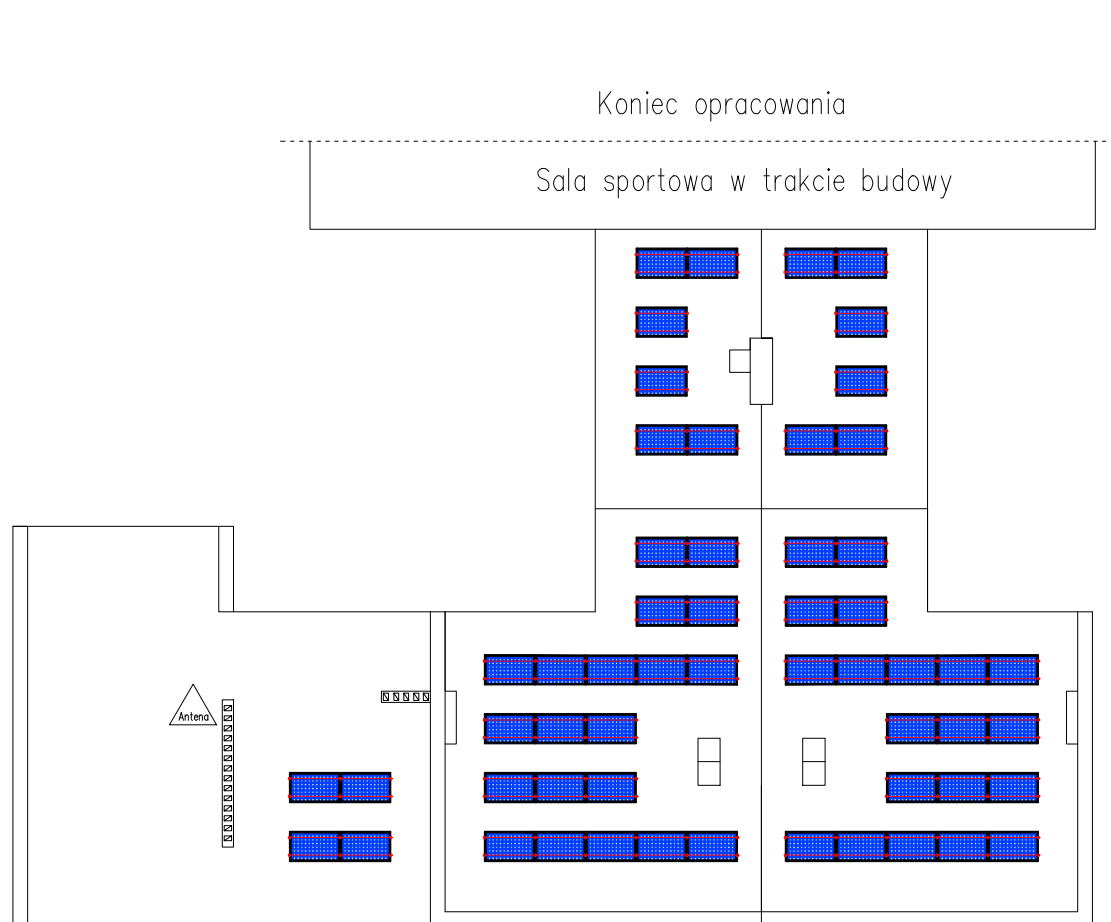
Nasłonecznienie - 1000 [kWh/m<sup>2</sup>]

Kąt nachylenia modułów – 15 °

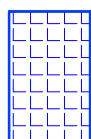
Azymut - 210°

Prognozowana produkcja energii elektrycznej – 18 339,6 kWh/rok





Legenda



Projektowane panele  
fotowoltaiczne



Projektowane  
szyny montażowe

• Miejsca montażu  
• klem

Moc modułów: 350 W  
Ilość modułów: 56 szt  
Moc instalacji: 19,60 kW  
Nachylenie konstrukcji  
wsporczej - 15 °

<b>Eko-Energia</b> <b>Piotr Rybak</b> 97 - 226 Czerniewice, ul. Mazowiecka 67			
TYTUŁ RYS.:	POSAĐOWIENIE MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH		
LOKALIZACJA:	Wilkowice Górne 35, 99-100 Łęczycza dz. nr 42/5		
OPRACOWAŁ:	mgr Piotr Rybak upr. nr OZE-E/28/000037/16	Ogólny koszt instalacji (z wyłączeniem kosztów energii i materiałów eksploatacyjnych (PV))	
PROJEKTOWAŁ:			
DATA:	Kwiecień 2020 R.	SKALA:	1:100
		NR. RYS.:	<b>K-01</b>