

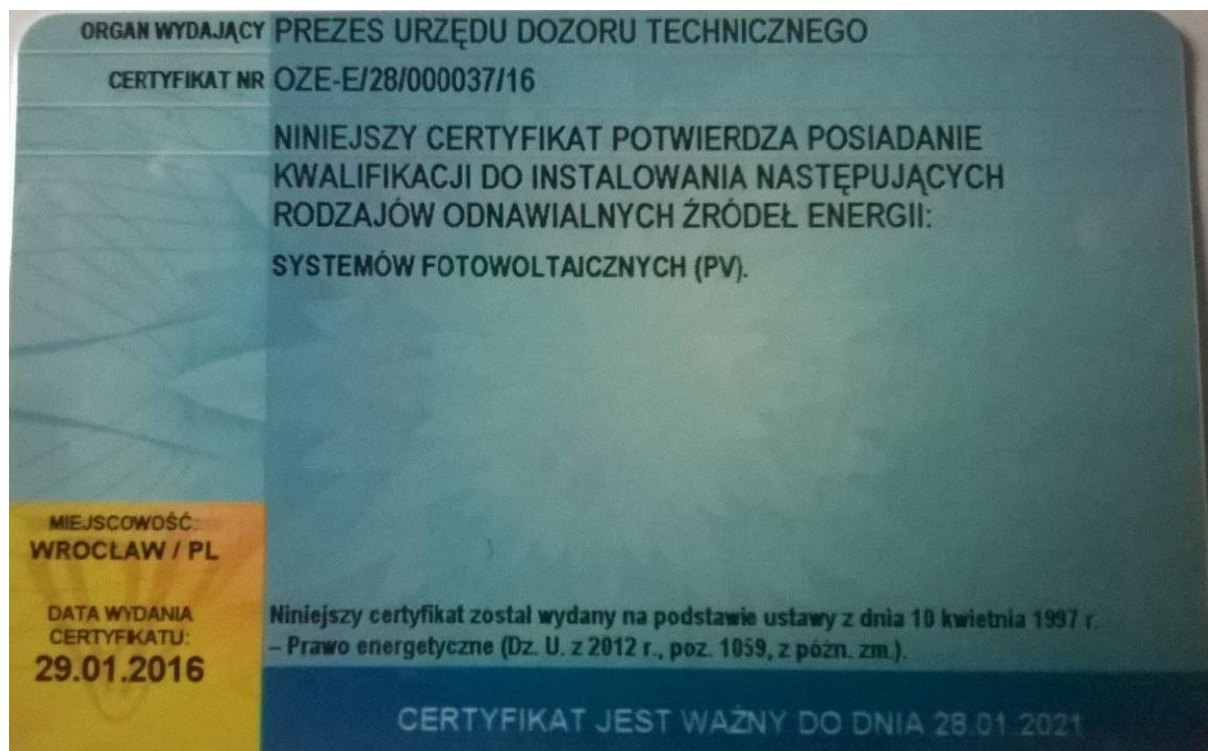


Eko-Energia
Piotr Rybak
ul. Mazowiecka 67, 97-216 Czerniewice
NIP: 773-221-70-27 REGON: 360801592
tel.: 537 509 011 www.eko-energia.net

Projekt Koncepcyjny Instalacji Fotowoltaicznej

TEMAT OPRACOWANIA :	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 49,00 kW
Nazwa Obiektu:	Szkoła Podstawowa w Topoli Królewskiej
ADRES OBIEKTU	Topola Królewska 66/67, 99-100 Łęczycza
Działka nr ewid.:	Dz. nr 367, 368/1
INWESTOR	Gmina Łęczycza 99-100 Łęczycza 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 49,00 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 140 szt. paneli fotowoltaicznych o mocy 350W współpracujących z optymalizatorami mocy oraz dwoma inwerterami o mocach 17,0 kW i 27,6 kW.

Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosi 49,00 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 – polikrystaliczny
- moc - $P_{\max} = 350W$,

Inwerter fotowoltaiczny DC/AC nr 1

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

Inwerter fotowoltaiczny DC/AC nr 1

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc maksymalna inwertera $P_{\max,inv} = 27600W$,

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 340 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

Inwerter nr 2

- wejście A: 1 łańcuch 28 szt. modułów każdy
- wejście B: 1 łańcuch 28 szt. modułów każdy
- wejście C: 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 tą 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 – stropodach 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/YKY.

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 dla inwertera nr 1

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)

Zabezpieczenia inwertera w skrzynce łączeniowej AC dla inwertera nr 2

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:

$$I_B = 39,88 \text{ A}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$\begin{aligned} I_n &\geq 1,25 \times I_B \\ I_n &\geq 49,85 \text{ A} \end{aligned}$$

Gdzie:

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

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym 50A (3P)

Zabezpieczenia inwerterów w rozdzielnicach 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:

$$I_B = 64,45 \text{ A}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$
$$I_n \geq 80,56 \text{ A}$$

Gdzie:

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

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym 80A (3P)

5.2 Dobór przewodów

A. Dobór przewodów DC

Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC (warunek najostrzejszy – 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,
- κ_{Cu} – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

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

Dobieram przewód PVI 6 mm² lub większy.

B. Dobór przewodów AC

Relacja inwerter nr 1 – Skrzynka łączeniowa AC.

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

W celu wykonania połączeń AC dobrano przewody typu YKY 5x10 mm² 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

$$I_B = 39,88 A \leq I_n = 40 A \leq I_Z = 46 A$$

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,
- γ – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- U_n – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym:

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

Warunek spełniony

Relacja inwerter nr 2 – Skrzynka łączeniowa AC.

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

W celu wykonania połączeń AC dobrano przewody typu YKY 5x16 mm² gdzie $I_Z=62A$, $\Delta U\% \leq 1\%$.

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

$$I_B = 24,57 A \leq I_n = 50 A \leq I_Z = 62 A$$

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,
- γ – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- U_n – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym:

$$\Delta U\% = 0,32\%$$

Warunek spełniony

Relacja Skrzynka łączeniowa AC - RGB

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 15 m).

W celu wykonania połączeń AC dobrano przewody typu YKY 5x35 mm² gdzie $I_Z=99A$, $\Delta U\% \leq 1\%$.

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

$$I_Z \geq 99,00 A$$

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

$$I_B = 64,45 A \leq I_n = 80,00 A \leq I_Z = 99,00 A$$

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,
- γ – konduktywność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- U_n – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym:

$$\Delta U\% = 0,77\%$$

5.3 Prognozowana produkcja energii elektrycznej

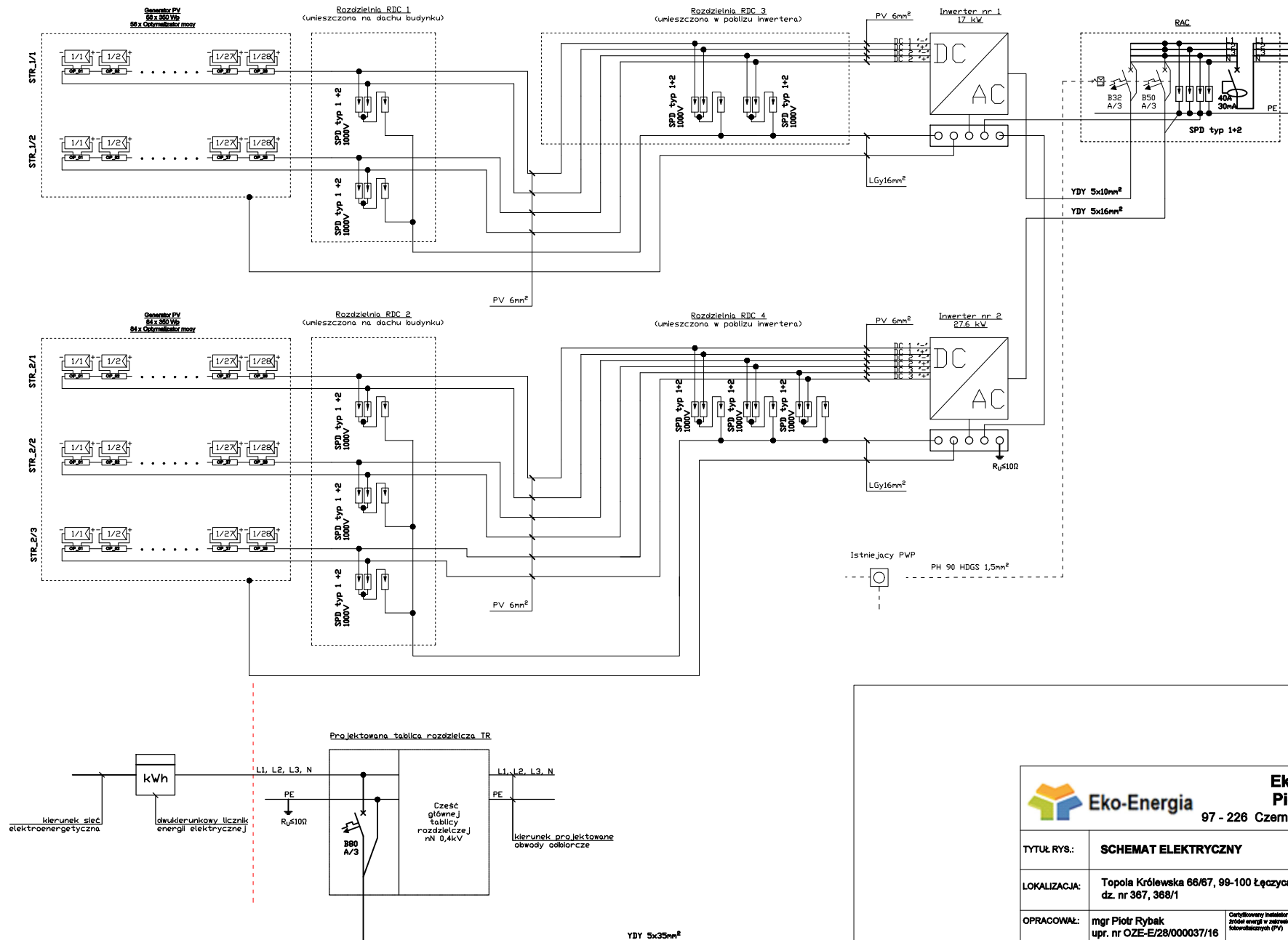
Moc instalacji – 49,00 kW


Nasłonecznienie - 1000 [kWh/m²]

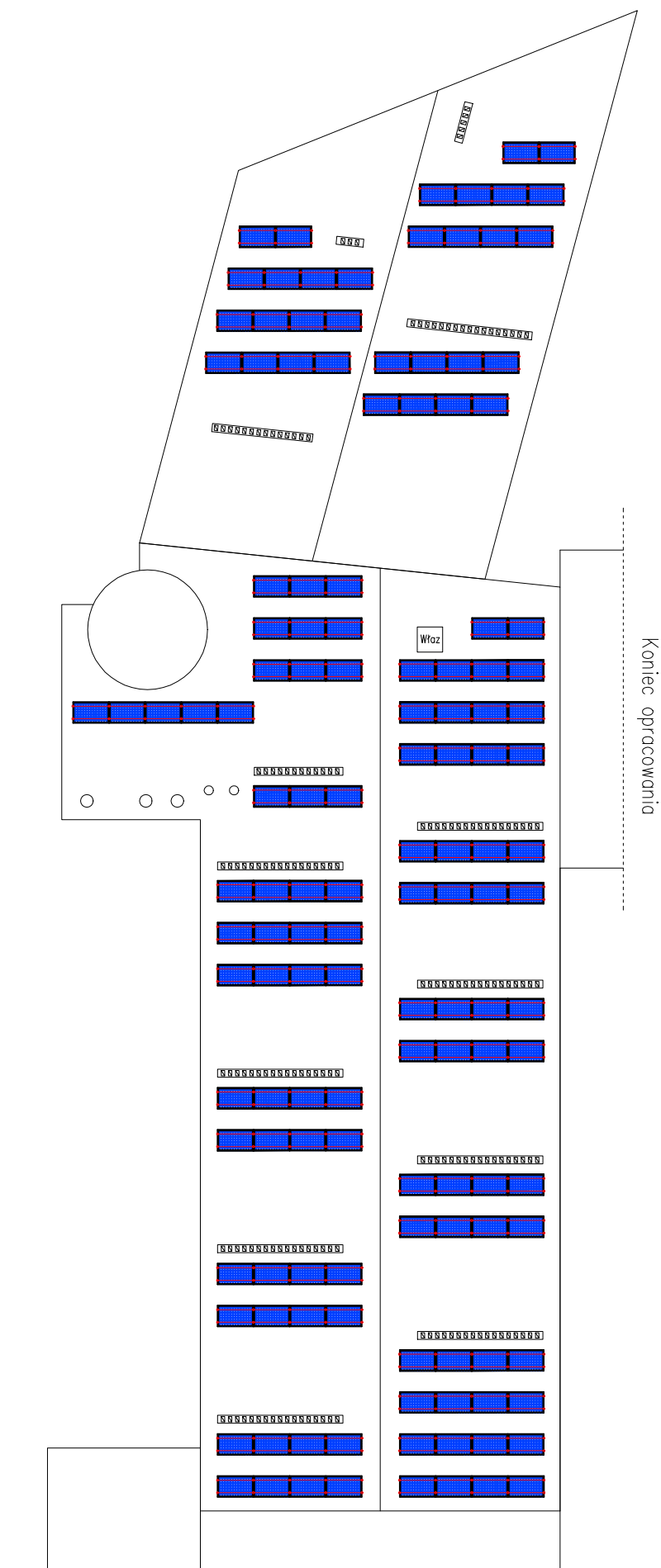
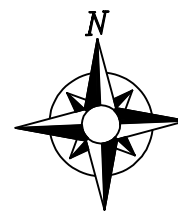
Kąt nachylenia modułów – 15 °

Azymut - 180°

Prognozowana produkcja energii elektrycznej – 41 478,80 kWh/rok



 Eko-Energia Piotr Rybak 97 - 226 Czerniewice, ul. Mazowiecka 67	
TYTUŁ RYS.:	SCHEMAT ELEKTRYCZNY
LOKALIZACJA:	Topola Królewska 66/67, 99-100 Łęczysca dz. nr 367, 368/1
OPRACOWAŁ:	mgr Piotr Rybak upr. nr OZE-E/28/000037/16
PROJEKTOWAŁ:	
DATA:	Kwiecień 2020 R.
SKALA:	n.d.
NR. RYS.:	E-01



Legenda




Projektowane panele
fotowoltaiczne

Projektowane
szyny montażowe

• Miejsca montażu
• klem

Moc modułów: 350 W
Ilość modułów: 140 szt
Moc instalacji: 49,00 kW
Nachylenie konstrukcji
wsporczej - 15 °

 Eko-Energia		Eko-Energia Piotr Rybak 97 - 226 Czarniewice, ul. Mazowiecka 67	
TYTUŁ RYS:		POSAADOWIENIE MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH	
LOKALIZACJA:		Topole Królewskie 69/67, 99-100 Łęczyska dz. nr 367, 369/1	
OPRACOWAŁ:		mgr Piotr Rybak upr. nr OZE-E/28/000037/16	
PROJEKTOWAŁ:		Ogólny koszt wykonania zrobienia energii w ramach systemu fotowoltaicznego (PV)	
DATA:	Kwiecień 2020 R.	SKALA:	1:100
		NR. RYS.:	K-01