



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 Techniczny Instalacji Fotowoltaicznej

TEMAT OPRACOWANIA :	Budowa dwóch instalacji fotowoltaicznej o mocach 49,92 kW i 6,72 kW
Nazwa Obiektu:	Publiczna Szkoła Podstawowa w Kodrębie
ADRES OBIEKTU	ul. Leśna 2, 97-512 Kodrąb
Działka nr ewid.:	Dz. nr 404/1, 405/1
INWESTOR	Gmina Kodrąb ul. Niepodległości 7 97-512 Kodrąb

Projektant:	mgr Piotr Rybak OZE-E/28/000037/16	
Data opracowania:	Styczeń 2024	



3. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Uprawnienia Projektanta
3. Spis zawartości
4. Opis techniczny
5. Obliczenia techniczne
6. Załączniki
 - E-01 - Schemat elektryczny – instalacja o mocy 49,92 kW
 - E-02 - Schemat elektryczny – instalacja o mocy 6,72kW
 - K-01 - Posadowienia modułów fotowoltaicznych – instalacja o mocy 49,92 kW
 - K-02 - Posadowienia modułów fotowoltaicznych – instalacja o mocy 6,72kW
 - M-01 - Mapa

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 dwóch instalacji fotowoltaicznych o mocach 49,92 kWp i 6,72 kWp posadowionych na dachu budynku Publicznej Szkoły Podstawowej w Kodrębie

Instalacje fotowoltaiczne zmniejszą zapotrzebowanie na energię elektryczną. Spowodują zmniejszenie ilości zanieczyszczeń wprowadzanych do środowiska. Projekt techniczny 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

Kompleks Publicznej Szkoły Podstawowej w Kodrębie składa się z czterech budynków i hali sportowej połączonych łącznikami. Są to budynki czterokondygnacyjne, częściowo podpiwniczone, pokryte dachem płaskim – stropodach. Zapotrzebowanie budynku na energię elektryczną realizowane jest z istniejącej sieci elektroenergetycznej napowietrznej nN lokalnego dystrybutora. Rozdzielnica główna wraz z Tablicą licznikową znajdują się w łączniku Ł1. Obiekt zasilany jest z dwóch przyłączy.

4.4 Informacje nt. przyłącza

Przyłącze nr 1

Moc umowna - 40 [KW] – w trakcie procedury zwiększania do mocy 50 kW.

Grupa taryfowa – C21

Przyłącze nr 2

Moc umowna - 7 [KW]

Grupa taryfowa – C11

4.5 Zakres opracowania

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

4.6 Opis rozwiązań

Dla przyłącza nr 1 projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie składała się ze 104 szt. paneli fotowoltaicznych o mocy 480W oraz inwertera o mocy 50 kW. Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosi 49,92 kWp.

Dla przyłącza nr 2 projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie składała się z 14 szt. paneli fotowoltaicznych o mocy 480W oraz inwertera o mocy 6 kW. Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosi 6,72 kWp.

Wyprodukowana energia elektryczna będzie dostarczana do sieci elektroenergetycznej nN 0,4kW zasilającej budynek Publicznej Szkoły Podstawowej w Kodrębie

4.7 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:

Panel fotowoltaiczny

- typ – monokrystaliczny
- moc - $P_{max} = 480W$
- sprawność – 22,0%
- napięcie obwodu otwartego – $V_{oc} = 42,00 V$
- prąd zwarcia – $I_{sc} = 14,0A$,
- współczynnik temperaturowy napięcia – - 0,25

Inwerter fotowoltaiczny DC/AC nr 1

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc maksymalna inwertera $P_{max.inv} = 50000W$
- max. napięcie wejściowe – 1000V
- napięcie rozpoczęcia pracy nie większe – 200 V
- min. napięcie mppt – 200 V
- liczba niezależnych MPPT – 3
- sprawność maksymalna – 98,7%,

Inwerter fotowoltaiczny DC/AC nr 2

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc maksymalna inwertera $P_{max.inv} = 6000W$
- max. napięcie wejściowe – 1000V
- napięcie rozpoczęcia pracy nie większe – 0 V
- min. napięcie mppt – 150 V
- liczba niezależnych MPPT – 3
- sprawność maksymalna – 98,7%,

4.8 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 450 W każdy, połączone do inwertera w następujący sposób:

Przyłącze nr 1

Inwerter nr 1

- wejście A: 2 łańcuchy 17 szt. modułów każdy (budynek nr 1)
- wejście B: 2 łańcuchy 16 szt. modułów każdy (budynek nr 1)
- wejście C: 2 łańcuchy 19 szt. modułów każdy (budynek nr 2)

Przyłącze nr 2

Inwerter nr 1

- wejście A: 1 łańcuchy 14 szt. modułów każdy (budynek nr 5)

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. Należy bezwzględnie zastosować wkładki cylindryczne o charakterystyce gPV, przystosowane do pracy w systemach fotowoltaicznych.

4.9 Inwertery fotowoltaiczne DC/AC

Inwerter (falownik) to urządzenie 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).

Każda projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie składać się z 1 szt. inwertera.

Inwertery obydwu projektowanych instalacji zostaną zamontowane w wydzielonym pomieszczeniu technicznym. Przewody AC z inwerterów wprowadzone zostaną do skrzynki łączeniowej AC, wykonanej z tworzywa termoutwardzalnego. Schemat zasilania rozdzielni AC i sposób przyłączenia poszczególnych instalacji pokazano na rys. nr E-01 i E-02. Inwertery posiadają wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające transmisję danych.

4.10 Monitoring

Inwertery posiadają 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

Konstrukcja nośna paneli wykonana zostanie z elementów aluminiowych i płyt montażowych. Zastosować konstrukcję klejoną na dachy pokryte papą. Rozwiązania z zamontowanymi modułami fotowoltaicznymi powinna spełniać normy dotyczące odporności na obciążenie wiatrem i śniegiem. Nachylenie konstrukcji wsporczej 15 stopni. Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

Posadowienie modułów fotowoltaicznych zamieszczone zostało na rysunku K-01 i K-02.

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.

Projektowane przewody DC prowadzone na dachu należy układać na trasach kablowych wykonanych ze stalowych koryt elektroinstalacyjnych. Szerokość koryt dobrana do ilości prowadzonych kabli z zachowaniem min. 10% 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 akcesoria: uchwyt betonowy w tworzywie, wsporniki (ścienne i sufitowe), dobrane do miejsca montażu. Trasy należy budować w sposób umożliwiający „wkładanie” kabli, bez konieczności ich „przeciągania” (unikanie zamkniętych połączeń).

Po stronie AC trasy kablowe inwertery – Rozdzielnica AC – RGB zostanie zbudowana w oparciu o kabel typu YKY/YAKY

Projektowane przewody AC prowadzone wewnątrz budynku należy układać na trasach kablowych wykonanych z koryt elektroinstalacyjnych. Szerokość koryt dobrana do ilości prowadzonych kabli 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 projektowane instalacje fotowoltaiczne 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 i E-02.

4.16 Charakterystyka zagrożenia pożarowego

Projekty wszystkich Instalacji fotowoltaicznych należy uzgodnić z rzeczoznawcą ds. p.pożarowych. Zastosować przepisy przewidziane dla instalacji o mocy powyżej 6,5 kW, które mówią, że projekty przedmiotowych instalacji podlegają obowiązkowemu uzgodnieniu pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej z uwagi na Art. 29 ust. 2. 6kt. 16. (Dz. U. 2019 poz. 1186 z późn. zm.). Ponadto w celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV wg normy PN-EN 60364-7-712.

4.17. Wyłącznik pożarowy

Wykonawca jest zobowiązany do wykonania systemu głównego wyłącznika przeciwpożarowego w oparciu o wyłącznik pożarowy PROJOY PEFS-EL50H-6 (możliwość zastosowania rozwiązania równorzędnego) . W ten sposób zostanie zapewnione wyłączenie i izolacja w przypadku, gdy zostanie odłączone zasilanie (co jest standardową procedurą w przypadku akcji gaśniczej), lub gdy temperatura w urządzeniu osiągnie temperaturę 100°C. Wyłącznik powinien być zamontowany blisko modułów fotowoltaicznych, tak aby długość kabla, w którym będzie płynąć napięcie prądu stałego był jak najkrótszy.

4.18. Oznakowanie budynku

Ponadto w celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV wg normy PN-EN 60364-7-712:

Piktogram z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku powinien być umieszczony:

- w miejscu przyłączenia instalacji PV,
- przy liczniku oraz
- przy głównym wyłączniku zasilania.

4.19. Wytyczne w zakresie wykonania instalacji

Po stronie DC należy wykonać połączenia za pomocą szybkozłączy jednego typu i jednego producenta. Przy połączeniu do falownika należy stosować szybkozłącza dostarczone przez producenta falownika. Pracując ze złączkami należy używać wskazanych przez producenta narzędzi odpowiednich do prawidłowego montażu.

Przy dokręcaniu śrub w aparatach elektrycznych lub klemach modułów fotowoltaicznych należy stosować odpowiednie momenty, wskazane przez producenta. Do określania siły z jaką dokręcono dany element należy zastosować wkrętaki i klucze dynamometryczne. Wszystkie błędy związane z niewłaściwym momentem dokręcenia mogą przełożyć się na nadmierne nagrzewanie się połączeń co może skutkować pożarem.

Na dachach skośnych przewody należy prowadzić pionowo oraz przewody poza modułami należy prowadzić zawsze w dedykowanych osłonach, trwale przymocowanych do dachu.

Przewody muszą być luźno ułożone, nie mogą być układane pod obciążeniem mechanicznym, muszą być odciążone i w wystarczającym stopniu uwolnione od naprężeń.

Instalację i urządzenia należy instalować zgodnie z zaleceniami producenta. Wszystkie urządzenia montować w sposób trwały i pewny. Falownik montować zgodnie z instrukcją montażu szczególnie zwracając uwagę na zachowanie prawidłowych odległości od ścian i innych urządzeń.

Po wykonaniu prac wykonać zabezpieczenia i naprawy we wszystkich miejscach wykonywania przejść przez przegrody budowlane.

4.20. Uwagi końcowe

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

- pomiar szybkiego wyłączenia
- pomiar oporności izolacji przewodów 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 i badania dla tablicy bezpiecznikowej

Do odbioru dostarczyć protokoły badań, atesty i certyfikaty na aparaty i osprzęt, dokumentację powykonawczą.

5. Obliczenia techniczne – przyłącze nr 1

5.1 Dobór ilości modułów fotowoltaicznych

$$L_{\max} \leq \left\{ \frac{U_{\max.\text{inv}}}{V_{\text{oc}}(T_m)} \right\}$$

gdzie:

- $U_{\max.\text{inv}}$ – napięcie maksymalne inwertera,
- $I_{\text{mppt.max.}}$ – maksymalne natężenie prądu inwertera przypadające na jedno MPPT.
- $U_{\text{mppt.min}}$ – napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera,
- $U_{\text{mppt.max}}$ – napięcie maksymalne dla każdego MPPT inwertera,
- $V_{\text{oc}}(T_m) = V_{\text{oc}} \times \left[1 + (T_m - 25) \times \frac{\beta_T}{100} \right]$ – napięcie jałowe panelu fotowoltaicznego w temperaturze T_m ,
- V_{oc} – napięcie pojedynczego panelu fotowoltaicznego,
- β_T – współczynnik temperaturowy napięciowy panelu fotowoltaicznego.

$$L_{\max} \leq \left\{ \frac{U_{\max.\text{inv}}}{V_{\text{oc}}(-25^{\circ}\text{C})} \right\}$$

$$L_{\max} \leq \frac{1000 \text{ V}}{47,25 \text{ V}}$$

$$L_{\max} \leq 21,16$$

Maksymalna dopuszczalna ilość modułów fotowoltaicznych w 1 łańcuchu inwertera wynosi 21 szt.

$$L_{\min} \geq \frac{U_{\text{mppt.min}}}{V_{\text{mpp}}(70^{\circ}\text{C})}$$

$$L_{\min} \geq \frac{200 \text{ V}}{37,28 \text{ V}}$$

$$L_{\min} \geq 5,37$$

Minimalna dopuszczalna ilość modułów fotowoltaicznych w 1 łańcuchu inwertera wynosi 6 szt.

5.2 Dobór zabezpieczeń

A. Zabezpieczenia łańcuchów paneli fotowoltaicznych

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$1,4 \times I_{\text{sc}} \leq I_n \leq 0,9 \times I_{\text{rew.}} \approx 2,4 \times I_{\text{sc}}$$

gdzie:

- I_{sc} – znamionowy prąd zwarciaowy panelu fotowoltaicznego w warunkach STC,
- I_{rew} – maksymalny dopuszczalny prąd wsteczny (rewersyjny) panelu fotowoltaicznego,
- I_n – prąd znamionowy bezpiecznika.

Zgodnie z powyższym:

$$19,6 \text{ A} \leq I_n \leq 33,6 \text{ A}$$

Napięcie znamionowe zabezpieczenia:

$$U_n \geq 1,2 \times U_{oc} \times L_m$$

gdzie:

- U_{oc} – napięcie pojedynczego panelu fotowoltaicznego,
- L_m – liczba paneli fotowoltaicznych w łańcuchu.

Zgodnie z powyższym:

Instalacje trójfazowe

$$U_n \geq 856,80 \text{ V} \text{ – dla instalacji wejścia A}$$

$$U_n \geq 806,40 \text{ V} \text{ – dla instalacji wejścia B}$$

$$U_n \geq 957,60 \text{ V} \text{ – dla instalacji wejścia C}$$

Zgodnie z powyższym dobieram wkładkę bezpiecznikową cylindryczną o charakterystyce gPV o prądzie znamionowym 20A, napięciu znamionowym 1000V

B. Zabezpieczenia inwertera w skrzynce łączeniowej AC i w rozdzielnicy 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:

$$I_B = 76,06 \text{ A}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$

$$I_n \geq 94,07 \text{ A}$$

Gdzie:

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

Zgodnie z powyższym w rozdzielni RGB dobieram rozłącznik bezpiecznikowy z wkładką bezpiecznikową o prądzie znamionowym 100A

Zgodnie z powyższym w rozdzielni RAC dobieram wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym 100A (3P)

5.3 Dobór przewodów

A. Dobór przewodów DC

Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC (warunek najostrzejszy – 16 modułów, MPPT 1, string łącznej długości 190m)

$$A = \frac{l \times P}{1,5\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 180 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- κ_{Cu} – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 4,20 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 6 mm² lub większy.

B. Dobór przewodów AC

a. Relacja Inwerter – Skrzynka łączeniowa AC

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 20 m).

W celu wykonania połączeń AC dobrano przewody typu YKY 5x25 mm² gdzie $I_z=120A$, $\Delta U\% \leq 1,5\%$.

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

$$I_z \geq 100 A \text{ – dla wyłącznika nadprądowego}$$

$$I_z \geq 110,34 A \text{ – dla wkładki bezpiecznikowej}$$

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

$$I_B = 76,06 \text{ A} \leq I_n = 100 \text{ A} \leq I_Z = 120,00 \text{ A}$$

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:

$$\Delta U\% = 0,46\%$$

Warunek spełniony

5.4 Prognozowana produkcja energii elektrycznej

Moc instalacji – 49,92 kW

Nasłonecznienie - 950 [kWh/m²]

Kąt nachylenia modułów – 15°

Azymut - 240°/ 150°

Prognozowana produkcja energii elektrycznej – 44.428,00 kWh/rok

6. Obliczenia techniczne – przyłącze nr 2

6.1 Dobór ilości modułów fotowoltaicznych

$$L_{\max} \leq \left\{ \frac{U_{\max.\text{inv}}}{V_{\text{oc}}(T_m)} \right\}$$

gdzie:

- $U_{\max.\text{inv}}$ – napięcie maksymalne inwertera,
- $I_{\text{mppt.max.}}$ – maksymalne natężenie prądu inwertera przypadające na jedno MPPT.
- $U_{\text{mppt.min}}$ – napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera,
- $U_{\text{mppt.max}}$ – napięcie maksymalne dla każdego MPPT inwertera,
- $V_{\text{oc}}(T_m) = V_{\text{oc}} \times \left[1 + (T_m - 25) \times \frac{\beta_T}{100} \right]$ – napięcie jałowe panelu fotowoltaicznego w temperaturze T_m ,
- V_{oc} – napięcie pojedynczego panelu fotowoltaicznego,
- β_T – współczynnik temperaturowy napięciowy panelu fotowoltaicznego.

$$L_{\max} \leq \left\{ \frac{U_{\max.\text{inv}}}{V_{\text{oc}}(-25^{\circ}\text{C})} \right\}$$

$$L_{\max} \leq \frac{1000 \text{ V}}{47,25 \text{ V}}$$

$$L_{\max} \leq 21,16$$

Maksymalna dopuszczalna ilość modułów fotowoltaicznych w 1 łańcuchu inwertera wynosi 21 szt.

$$L_{\min} \geq \frac{U_{\text{mppt.min}}}{V_{\text{mpp}}(70^{\circ}\text{C})}$$

$$L_{\min} \geq \frac{150 \text{ V}}{37,28 \text{ V}}$$

$$L_{\min} \geq 4,02$$

Minimalna dopuszczalna ilość modułów fotowoltaicznych w 1 łańcuchu inwertera wynosi 5 szt.

6.2 Dobór zabezpieczeń

A. Zabezpieczenia łańcuchów paneli fotowoltaicznych

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$1,4 \times I_{\text{sc}} \leq I_n \leq 0,9 \times I_{\text{rew.}} \approx 2,4 \times I_{\text{sc}}$$

gdzie:

- I_{sc} – znamionowy prąd zwarcia panelu fotowoltaicznego w warunkach STC,
 - I_{rew} – maksymalny dopuszczalny prąd wsteczny (rewersyjny) panelu fotowoltaicznego,
 - I_n – prąd znamionowy bezpiecznika.
- Zgodnie z powyższym:

$$19,6 \text{ A} \leq I_n \leq 33,6 \text{ A}$$

Napięcie znamionowe zabezpieczenia:

$$U_n \geq 1,2 \times U_{oc} \times L_m$$

gdzie:

- U_{oc} – napięcie pojedynczego panelu fotowoltaicznego,
- L_m – liczba paneli fotowoltaicznych w łańcuchu.

Zgodnie z powyższym:

$$\begin{aligned} & \text{Instalacje trójfazowe} \\ U_n & \geq 705,6 \text{ V} - \text{dla instalacji wejścia A} \end{aligned}$$

Zgodnie z powyższym dobieram wkładkę bezpiecznikową cylindryczną o charakterystyce gPV o prądzie znamionowym 20A, napięciu znamionowym 1000V

B. Zabezpieczenia inwertera w skrzynce łączeniowej AC i w rozdzielnicy 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:

$$I_B = 9,13 \text{ A}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$\begin{aligned} I_n & \geq 1,25 \times I_B \\ I_n & \geq 11,41 \text{ A} \end{aligned}$$

Gdzie:

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

Zgodnie z powyższym dobieram wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym 16A (3P)

6.3 Dobór przewodów

A. Dobór przewodów DC

Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC (warunek najostrzejszy – 14 modułów, MPPT 1, string łącznej długości 200m)

$$A = \frac{l \times P}{1,5\% \times U_n^2 \times \kappa_{Cu}}$$

gdzie:

- A – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- l – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 180 m)
- P – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- U – napięcie układu,
- κ_{Cu} – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 4,80 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 6 mm² lub większy.

B. Dobór przewodów AC

a. Relacja Inwerter – Skrzynka łączeniowa AC

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 20 m).

W celu wykonania połączeń AC dobrano przewody typu YDY 5x4 mm² gdzie $I_z=27\text{A}$, $\Delta U\% \leq 1,5\%$.

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

$$I_z \geq 16 \text{ A}$$

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

$$I_B = 9,13 A \leq I_n = 16 A \leq I_z = 27 A$$

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:

$$\Delta U\% = 0,35\%$$

Warunek spełniony

5.4 Prognozowana produkcja energii elektrycznej

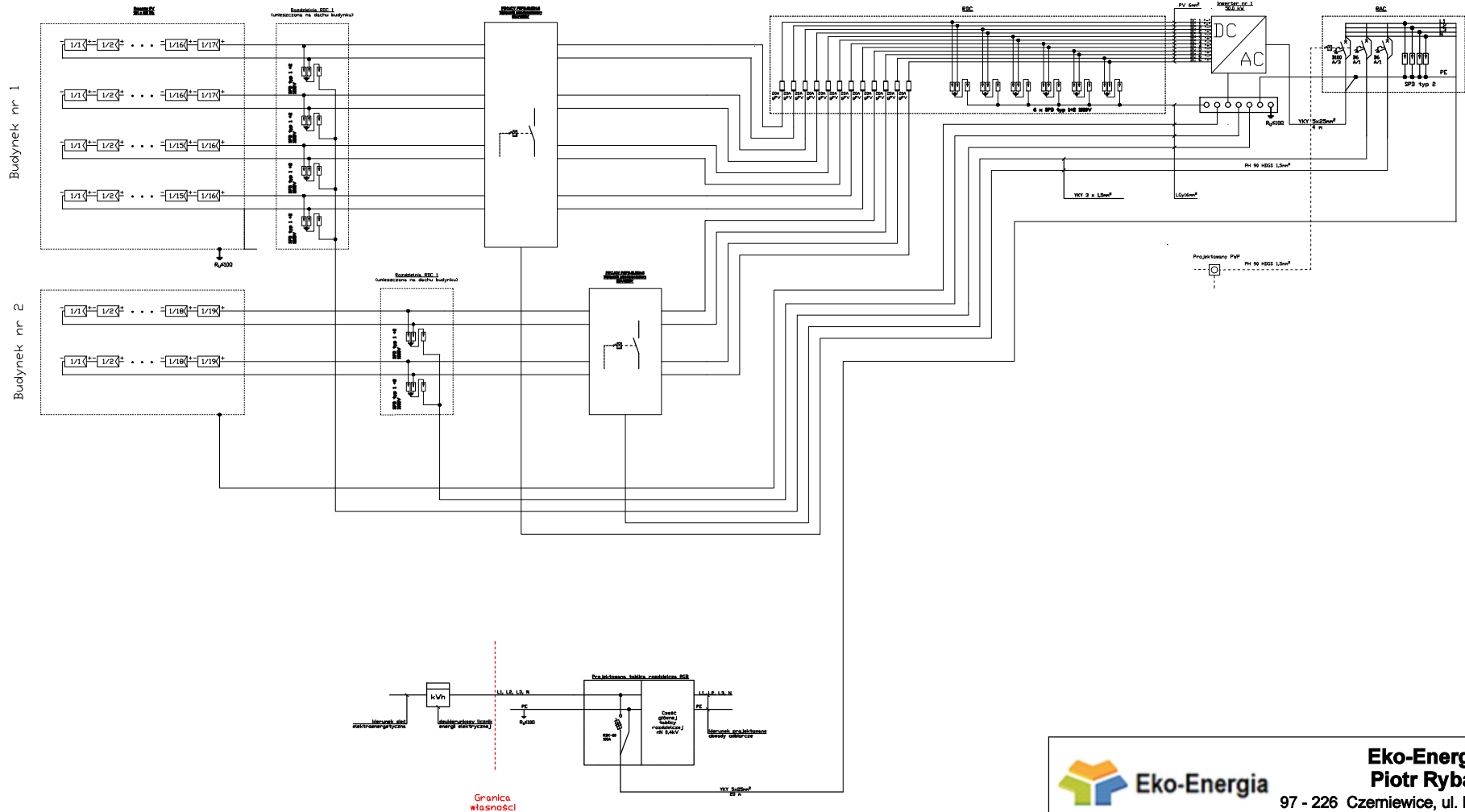
Moc instalacji – 6,72 kW

Nasłonecznienie - 950 [kWh/m²]

Kąt nachylenia modułów – 15°

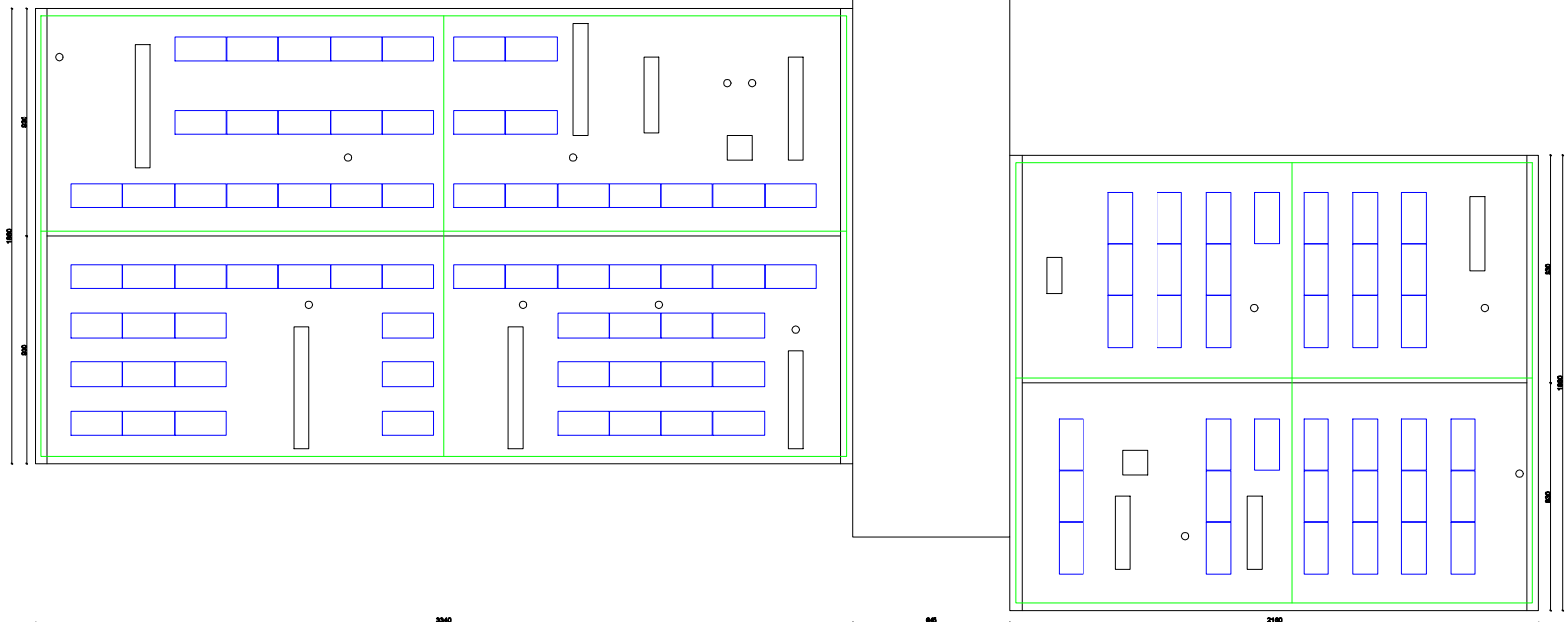
Azymut - 240°

Prognozowana produkcja energii elektrycznej – 5980,00 kWh/rok



 Eko-Energia		Eko-Energia Piotr Rybak 97 - 226 Czerniewice, ul. Mazowiecka 67	
TYTUŁ RYS.:		Schemat elektryczny	
LOKALIZACJA:		ul. Leśna 2, 97-512 Kodrąb dz. nr 404/1, 405/1	
OPRACOWAŁ:		mgr Piotr Rybak upr. nr OZE-E/28/000037/16	Certyfikowany instalator odnawialnych źródeł energii w zakresie systemów fotowoltaicznych (PV)
PROJEKTOWAŁ:			
DATA:	Styczeń 2024 R.	SKALA:	n.d.
		NR. RYS.:	E-01

Koniec Dpracowania

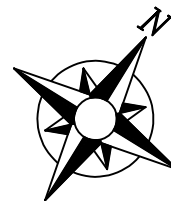
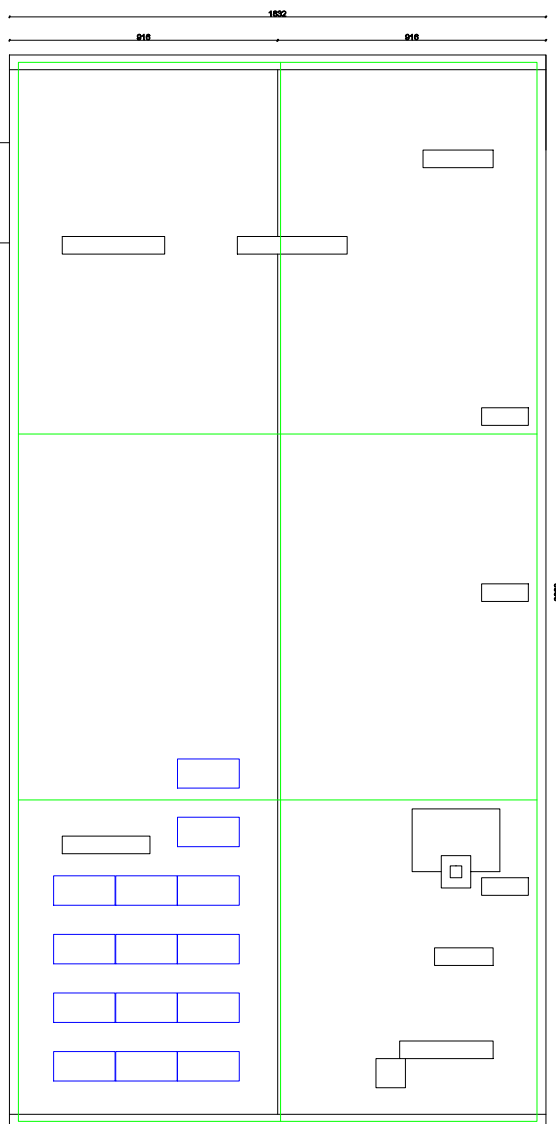


instalacja
odgromowa

Moc modułów: 480 W
Ilość modułów: 104 szt
Moc instalacji: 49,92 kW
Nachylenie konstrukcji wsporczej - 15 °

Eko-Energia Piotr Rybak 97 - 226 Czerniewice, ul. Mazowiecka 67			
TYTUŁ RYS.:	Posadowienie modułów		
LOKALIZACJA:	ul.Leśna 2 , 97-512 Kodrąb dz. nr 404/1, 405/1		
OPRACOWAŁ:	mgr Piotr Rybak upr. nr OZE-E/28/000037/16	Certyfikowany instalator odnawialnych źródeł energii w zakresie systemów fotowoltaicznych (PV)	
PROJEKTOWAŁ:			
DATA:	Styczeń 2024 R.	SKALA:	n.d.
NR. RYS.:			K-01

Koniec Opracowania



instalacja
odgromowa

Koniec Opracowania

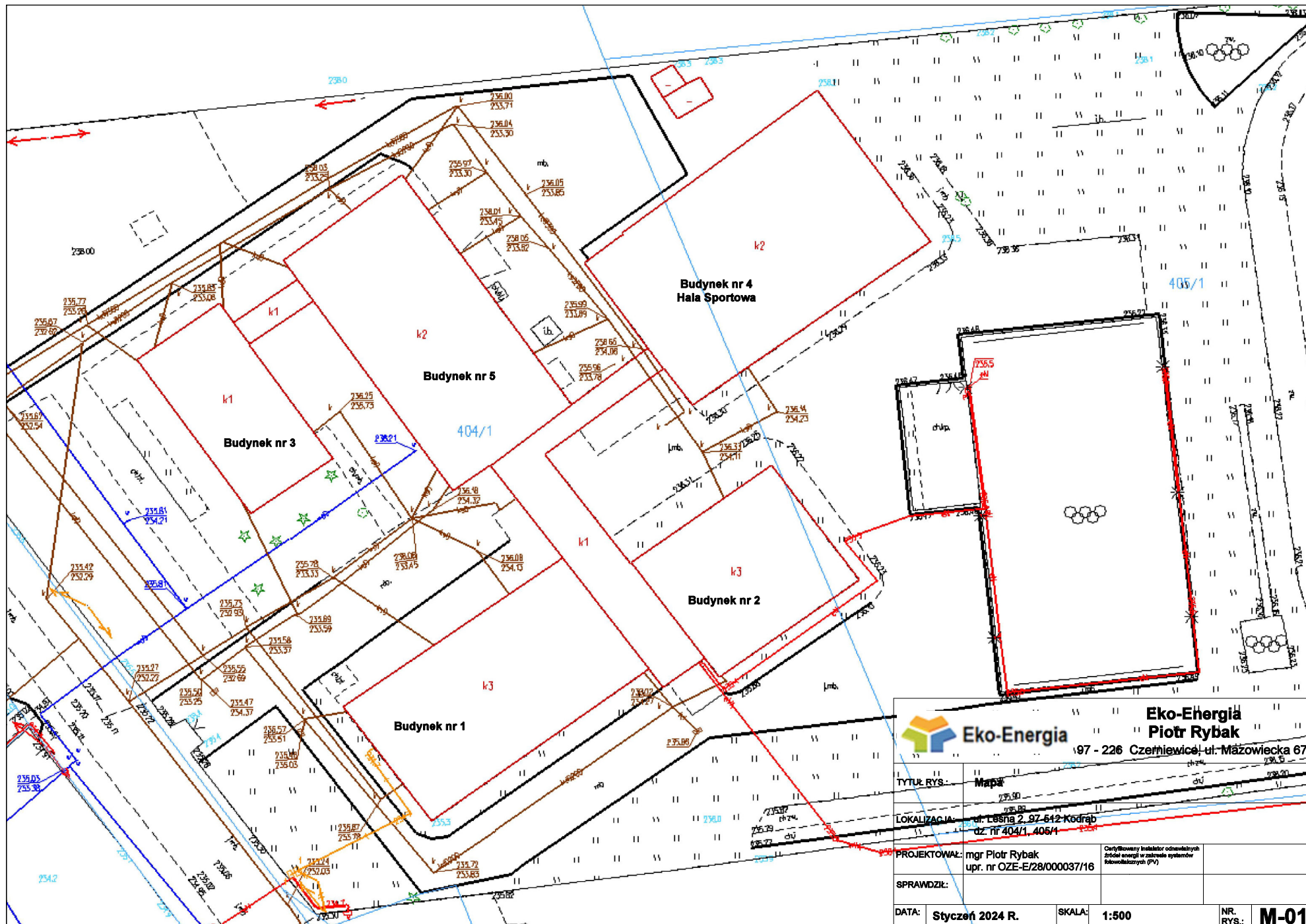
Koniec Opracowania


Moc modułów: 480 W
Ilość modułów: 14 szt
Moc instalacji: 6,72 kW
Nachylenie konstrukcji
wsporczej - 15 °

Eko-Energia
Piotr Rybak

97 - 226 Czerniewice, ul. Mazowiecka 67

TYTUŁ RYS.:	Posadowienie modułów		
LOKALIZACJA:	ul. Leśna 2 , 97-512 Kodrąb dz. nr 404/1, 405/1		
OPRACOWAŁ:	mgr Piotr Rybak upr. nr OZE-E/28/000037/16	Certyfikowany instalator odnawialnych źródeł energii w zakresie systemów fotowoltaicznych (PV)	
PROJEKTOWAŁ:			
DATA:	Styczeń 2024 R.	SKALA:	n.d.
NR. RYS.:	K-02		



**Eko-Energia**
Piotr Rybak
97 - 226 Czerniewice ul. Mązowiecka 67

TYTUŁ RYS.: Mapa	
LOKALIZACJA: ul. Leśna 2, 97-642 Kodrąb dz. nr 404/1, 405/1	
PROJEKTOWAŁ: mgr Piotr Rybak upr. nr OZE-E/28/000037/16	Certyfikowany instalator odnawialnych źródeł energii w zakresie systemów fotowoltaicznych (PV)
SPRAWDZIŁ:	
DATA: Styczeń 2024 R.	SKALA: 1:500
NR. RYS.: M-01	