



**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 Techniczny Instalacji Fotowoltaicznej

TEMAT OPRACOWANIA :	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 30,72 kW
Nazwa Obiektu:	Ujęcie Wody Dmenin
ADRES OBIEKTU	Dmenin, 97-512 Kodrąb
Działka nr ewid.:	Dz. nr 371/1, 370/2
INWESTOR	Gmina Kodrąb ul. Niepodległości 7 97-512 Kodrąb

Projektant:	mgr Piotr Rybak OZE-E/28/000037/16	
Data opracowania:	Lipiec 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
  - K-01 - Posadowienia modułów fotowoltaicznych
  - 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 instalacji fotowoltaicznej o mocach 30,72 kWp posadowionej na gruncie.

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 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**

Zapotrzebowanie budynku na energię elektryczną realizowane jest z istniejącej sieci elektroenergetycznej nN lokalnego dystrybutora. Rozdzielnica Główna znajdują się w budynku Ujęcia Wody. Teren inwestycji jest ogrodzony.

### **4.4 Informacje nt. przyłącza**

Moc umowna - 17 [KW] – w trakcie zwiększania

Grupa taryfowa – C11

### **4.5 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

### **4.6 Opis rozwiązań**

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie składała się z 64 szt. paneli fotowoltaicznych o mocy 480W oraz inwertera o mocy 30,00 kW. Łączna moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosi 30,72 kWp. Wyprodukowana energia elektryczna będzie dostarczana do sieci elektroenergetycznej nN 0,4kW.

### **4.7 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń na potrzeby obliczeń technicznych:**

#### Panel fotowoltaiczny

- typ – monokrystaliczny
- moc -  $P_{max} = 480W$
- sprawność – 22,2%
- napięcie obwodu otwartego –  $V_{oc} = 41,00 V$
- prąd zwarcia –  $I_{sc} = 14,0A$ ,

- współczynnik temperaturowy napięcia – - 0,25 %/°C
- współczynnik temperaturowy prądu – - 0,045 %/°C

#### Inwerter fotowoltaiczny DC/AC nr 1

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc maksymalna inwertera  $P_{\text{max,inv}} = 30000\text{W}$
- max. napięcie wejściowe – 1000V
- napięcie rozpoczęcia pracy nie większe – 160 V
- liczba niezależnych MPPT – 2
- sprawność maksymalna –98,5%,

### **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:

#### Inwerter nr 1

- wejście A: 2 łańcuchy 16 szt. modułów każdy
- wejście B: 2 łańcuchy 16 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. 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).

Inwerter zostanie zamontowany na konstrukcji wsporczej. Przewody AC z inwertera wprowadzone zostaną do skrzynki łączeniowej AC 1, wykonanej z tworzywa termoutwardzalnego. Schemat zasilania rozdzielni AC 1 i sposób przyłączenia poszczególnych instalacji pokazano na rys. nr E-01. Inwerter posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające transmisję danych.

#### 4.10 Monitoring

Inwerter 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.

Na obiekcie nie ma dostępu do internetu. Należy wyposażyć inwerter w urządzenie do zdalnego połączenia za pośrednictwem łączności komórkowej 4G LTE pracującego w oparciu o kartę SIM.

#### 4.11 Konstrukcja wsporcza

Dla części instalacji posadowionej na gruncie zastosować konstrukcję systemową wbitą bezpośrednio do gruntu. Konstrukcja składa się z gotowych elementów wykonanych z wysokiej jakości stali w powłoce Magnelis oraz niezbędnego zestawu śrub, nakrętek, klem uchwytów, szyn wykonanych ze stali nierdzewnej i aluminium. Przy pomocy śrub, podkładek i nakrętek należy zmontować wszystkie uchwyty oraz profile nośne. Następnie montujemy kolejne moduły fotowoltaiczne i skręcamy je klemami środkowymi i końcowymi. Nachylenie modułów pod kątem 25°.

Konstrukcja powinna spełniać normy dotyczące odporności na obciążenie wiatrem (wg. PN-EN 1991-1-4) i śniegiem (wg. PN-EN 1991-1-3).

Posadowienie modułów fotowoltaicznych zamieszczone zostało na rysunku K-01. Istnieje możliwość zastosowań rozwiązań równoważonych.

#### 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.

Trasa kablowa pomiędzy konstrukcją wsporczą zostanie poprowadzona w ziemi. Kable DC należy prowadzić w rurze karbowanej elektroinstalacyjnej RODK DVR 50/40mm dwuwarstwowa do ziemi typu AROT 450N HDPE.

Po stronie AC trasy kablowe inwerter – RAC 1 – RAC 2 - RGB zostanie zbudowana w oparciu o kabel typu YKY.

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).

Projektowane trasy kablowe prowadzone w gruncie należy układać na dnie wykopu o głębokości 80 cm, na warstwie piachu o grubości co najmniej 10 cm. Ułożone kable należy zasypać 10 cm warstwą piachu, następnie warstwą gruntu rodzimego o grubości minimalnie 15 cm oraz przykryć folią z tworzywa sztucznego w kolorze niebieskim o grubości minimalnej 0,5 mm i szerokości 20 cm. Odległość folii od kabla powinna wynosić 25 - 35 cm. Kabel powinien być ułożony w wykopie linia falistą z zapasem (około 3 % długości wykopu) wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Tak ułożony kabel należy zaopatrzyć na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m. Ze względu na istniejącą infrastrukturę, wykonanie wykopu oraz układanie kabla należy prowadzić z należytą starannością.



Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

#### **4.13 Przyłącze instalacji fotowoltaicznej**

W celu dostarczenia energii elektrycznej z instalowanych urządzeń rozbudować instalację o rozdzielnicę AC 2. „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 2 w rozdzielnicy RDC oraz ochronniki przepięć typu 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. Stoły konstrukcji wsporczej łączyć bednarką.

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 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 informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV. Całość zgodnie z rysunkiem E-01.

#### **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**

Instalacja elektryczna budynku Ujęcia Wody wyposażona jest w system głównego wyłącznika przeciwpożarowego

#### **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.

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

### 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  $T_m$ ,
- $V_{\text{oc}}$  – napięcie pojedynczego panelu fotowoltaicznego,
- $\beta_T$  – współczynnik temperaturowy napięciowy panelu fotowoltaicznego.

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

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

$$L_{\max} \leq 21,68$$

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

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

$$L_{\min} \geq \frac{200 \text{ V}}{36,39 \text{ V}}$$

$$L_{\min} \geq 4,40$$

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

Zgodnie z powyższym moduły fotowoltaiczne zostaną połączone w następujący sposób:

- wejście A: 2 łańcuchy 16 szt. modułów każdy
- wejście B: 2 łańcuchy 16 szt. modułów każdy

## 5.2 Dobór zabezpieczeń

### A. Zabezpieczenia łańcuchów paneli fotowoltaicznych

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

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

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:

Instalacje trójfazowe

$$U_n \geq 787,20 \text{ V} \text{ – dla instalacji wejścia A}$$

$$U_n \geq 787,20 \text{ V} \text{ – dla instalacji wejścia B}$$

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

### B. Zabezpieczenia inwertera w skrzynce łączeniowej AC

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:

$$I_B = 45,63 \text{ A}$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

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

$$I_n \geq 57,04 \text{ A}$$

Gdzie:

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

Zgodnie z powyższym w rozdzielni RAC 1 i RAC 2 dobieram wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym 63 A (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 64m)

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

gdzie:

- $A$  – minimalny przekrój obliczeniowy żyły przewodu DC,
- $l$  – długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (obliczeń dokonano w oparciu o warunek najbardziej niekorzystny 98 m)
- $P$  – moc przenoszona przez łańcuch ogniw fotowoltaicznych,
- $U$  – napięcie układu,
- $\kappa_{Cu}$  – przewodność miedzi.

Zgodnie z powyższym:

$$A = 2,11 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4 mm<sup>2</sup> lub większy.

#### B. Dobór przewodów AC

##### a. Relacja Inwerter – RAC 1, RAC 2 - RGB

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 8 m).

W celu wykonania połączeń AC dobrano przewody typu YKY 5x16 mm<sup>2</sup> gdzie  $I_z=98\text{A}$ ,  $\Delta U\% \leq 1,0\%$ .

##### 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

$$I_Z \geq 98 A$$

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

$$I_B = 45,63 A \leq I_n = 63 A \leq I_Z = 98 A$$

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:

$$\Delta U\% = 0,17\%$$

Warunek spełniony

#### b. Relacja Inwerter – RAC 2

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – długość przewodu 28m).

W celu wykonania połączeń AC dobrano przewody typu YKY 5x25 mm<sup>2</sup> gdzie  $I_Z=128A$ ,  $\Delta U\% \leq 1,0\%$ .

#### 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

$$I_Z \geq 128 A$$

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

$$I_B = 45,63 A \leq I_n = 100 A \leq I_Z = 128 A$$

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:

$$\Delta U\% = 0,39 \%$$

Warunek spełniony

### 5.5 Prognozowana produkcja energii elektrycznej

Moc instalacji – 30,72 kW

Nasłonecznienie - 950 [kWh/m<sup>2</sup>]

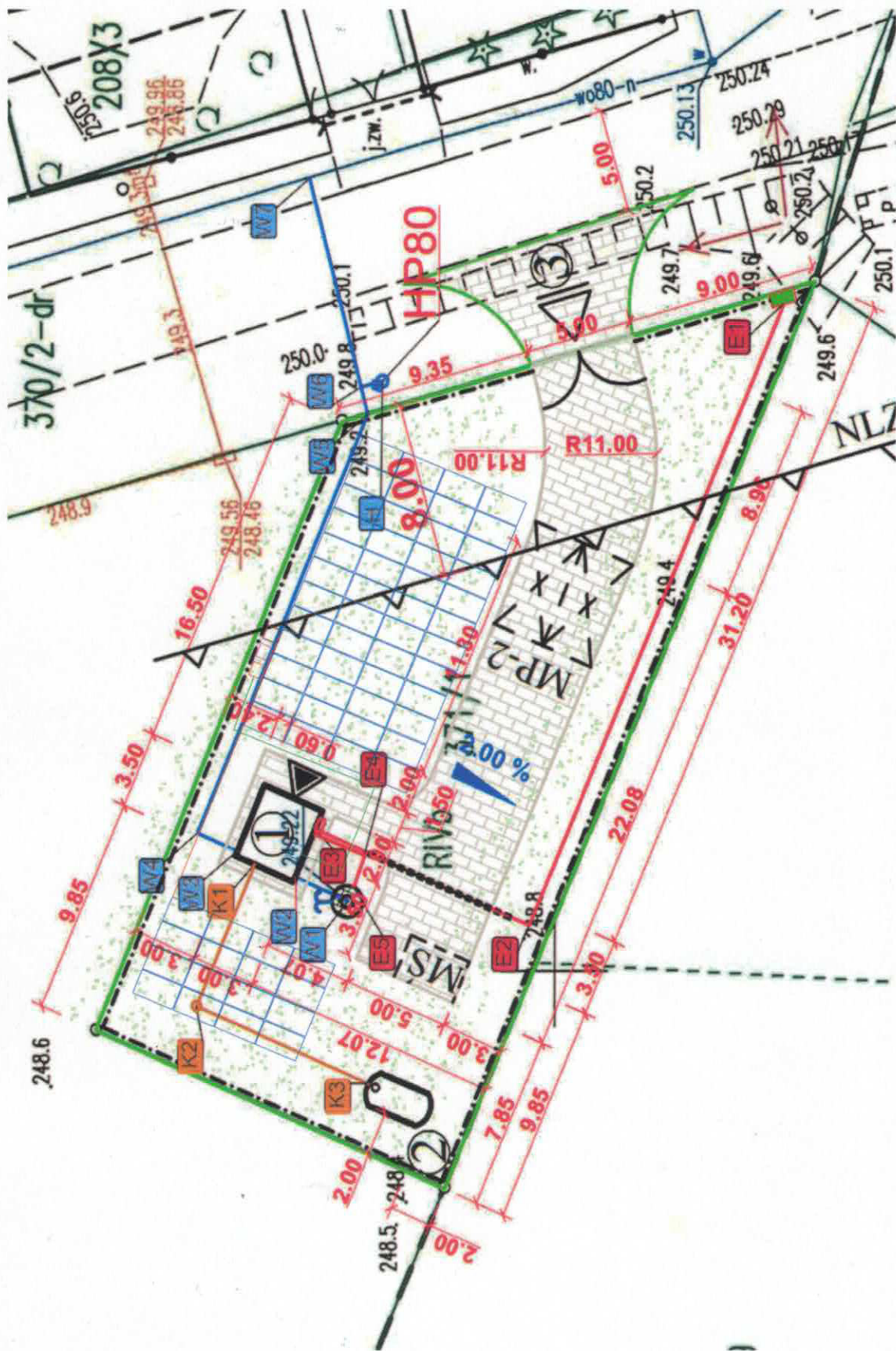
Kąt nachylenia modułów – 25 °

Azymut - 210°

Prognozowana produkcja energii elektrycznej – 28.308,42 kWh/rok



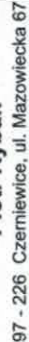




Nachylenie konstrukcji wsporczej -  $25^\circ$

## Rozdzielnica AC 2

# Projektowana trasa kablowa DC



---

**KK-01**





NLZ

istniejący otwór studzienny  $Q_e=36\text{ m}^3/\text{h}$ , projektowana obudowa studni z kregów betonowych DN 1500 wraz z wyposażeniem, pompa głebinowa o parametrach  $Q=36\text{ m}^3/\text{h}$ ,  $H=60\text{ m}$ , moc elektryczna do 11 kW, napięcie 3x380-400-415 V

