



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 Budowlany

TEMAT OPRACOWANIA :	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 39,20 kW
ADRES OBIEKTU	ul. Kolejowa, 22-680 Lubycza Królewska
Działka nr ewid.:	Dz. nr 392/4
INWESTOR	Przedsiębiorstwo Handlowo-Usługowe D.Z – Drożdziel Zbigniew ul. Rolnicza 18 22-600 Tomaszów Lubelski

Projektował: branża elektryczna	inż. Jerzy Lech MAZ/IE/2441/01	inż. Jerzy Lech Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjno-inżynierskiej w zakresie sieci i instalacji elektrycznych Nr ewid.: ST-28-96 Czł. M. Odn. nr. ewid.: MAZ/IE/2441/01
Opracował: branża elektryczna	mgr Piotr Rybak OZE-E/28/000037/16	mgr Piotr Rybak Certyfikat Instalatora Odnawialnych Źródeł Energii (PV) OZE-E/28000037/16
Data opracowania:	Maj 2017	

3. Spis zawartości

1. Strona tytułowa
2. Uprawnienia Projektanta
3. Spis zawartości
4. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu
5. Opis techniczny
6. Obliczenia techniczne
7. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia – Informacja
8. Część graficzna
 - E-01 - Schemat strukturalny zasilania – instalacja fotowoltaiczna o mocy 39,20 kW
 - M-01 - Mapa zagospodarowania przestrzennego

4. Oświadczenie o poprawności wykonania projektu

OŚWIADCZENIE

Działając zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. oświadczam, że projekt budowlany pt.:

**„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 39,20 kW
przy ul. Kolejowej, 22-600 Lubycza Królewska, dz. nr 392/4
Przedsiębiorstwo Handlowo-Usługowe D.Z – Droździel Zbigniew
ul. Rolnicza 18
22-600 Tomaszów Lubelski”**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Projektował: branża elektryczna	inż. Jerzy Lech MAZ/IE/2441/01	inż. Jerzy Lech Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjno-inżynierskiej w zakresie instalacji elektrycznych Nr ewid.: ST-68/95 Czł. M.C.N.B. nr. ewid.: MAZ/IE/2441/01
Opracował: branża elektryczna	mgr Piotr Rybak OZE-E/28/000037/16	mgr Piotr Rybak Certyfikat Instalatora
Data opracowania:	Maj 2017	Instalacje Fotowoltaiczne (PV) Czł. M.C.N.B. nr. ewid.: MAZ/IE/2441/01

5. Opis techniczny

5.1 Podstawa opracowania

- zlecenie Zamawiającego,
- Inwentaryzacja budynku
- inwentaryzacja instalacji elektrycznej
- obowiązujące normy, przepisy oraz zasady wiedzy technicznej

5.2 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 39,20 kW posadowionej na gruncie.

5.3 Zakres opracowania

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

5.4 Stan istniejący

Inwestor jest właścicielem działki nr 392/4. Działka zlokalizowana jest przy ul. Kolejowej, 22-600 Lubycza Królewska, ogrodzona z brama wjazdową od drogi (południa).

Istniejący budynek produkcyjny zasilany jest z sieci elektroenergetycznej. Z istniejącej rozdzielnic głównej budynku wyprowadzone są wewnętrzne linie zasilające WLZ nN 0,4 kW.

5.5 Opis rozwiązań

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie składała się ze 140 szt. paneli fotowoltaicznych o mocy 280W. Instalacja fotowoltaiczna zostanie posadowiona na gruncie zgodnie z rys. M-01.

Z modułami fotowoltaicznymi współpracować będą z 2 szt. Inwerterów o mocy 17,5 kW każdy. Łączna moc DC projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosi 39,20 kW. Wyprodukowana energia elektryczna będzie dostarczana do wewnętrznej sieci elektroenergetycznej nN 0,4kW zasilającej budynek poprzez przyłącze w rozdzielni głównej budynku.

5.6 Podstawowe dane techniczne projektowanych urządzeń niezbędne do przeprowadzenia obliczeń

Panel fotowoltaiczny

- moc - $P_{max} = 280W$,
- napięcie obwodu otwartego – $V_{oc} = 38,97 V$,
- prąd zwarcia – $I_{sc} = 9,41A$,
- sprawność = 16,8 %,
- temperaturowy współczynnik prądu - $T_{ci} = +0,04\%/^{\circ}C$,
- temperaturowy współczynnik napięcia – $T_{cP} = -0,29\%/^{\circ}C$,
- temperaturowy współczynnik mocy – $T_{cP} = -0,40\%/^{\circ}C$,
- stopień ochrony – IP67,
- wymiary – 1670 mm x 1000 mm x 32 mm
- waga 18,8 kg

Inwerter fotowoltaiczny DC/AC - trójfazowy do instalacji o mocy 17,5 kW

- liczba zasilanych faz = trzy fazy
- moc maksymalna inwertera $P_{\max.\text{inv}} = 17500\text{W}$,
- maksymalne natężenie prądu inwertera ($I_{\text{DC max1}} / I_{\text{DC max2}}$) $I_{\text{inv.max.}} = 33,0\text{ A} / 27,0\text{ A}$
- napięcie minimalne dla każdego MPPT inwertera $U_{\text{mppt.min}} = 370\text{ V}$
- maksymalne napięcie wejściowe $U_{\text{max.inv}} = 1000\text{ V}$
- liczba niezależnych MPPT – 2,
- sprawność maksymalna – 98%,
- stopień ochrony – IP65,
- wymiary – 725mm x 510mm x 225 mm
- waga 43,4 kg

5.7 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 280W każdy, połączone do inwertera w następujący sposób:

Inwerter Fronius Symo 17,5-3-M - nr 1

- wejście A: 3 łańcuchy po 20 szt. modułów każdy
- wejście B: 1 łańcuchy po 10 szt. modułów każdy

Inwerter Fronius Symo 17,5-3-M - nr 2

- wejście A: 3 łańcuchy po 20 szt. modułów każdy
- wejście B: 1 łańcuchy po 10 szt. modułów każdy

Łączna moc zainstalowana po stronie DC projektowanej instalacji fotowoltaicznej wynosi 39,20 kW.

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! Dobór wkładek przedstawiono w obliczeniach technicznych.

5.8 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 2 szt. inwerterów fotowoltaicznych DC/AC. Inwertery będą mocowane do konstrukcji wsporczej pod moduły fotowoltaiczne. Przewody AC z inwerterów wprowadzone zostaną do złącza kablowego ZK, wykonanego z tworzywa termoutwardzalnego. Schemat zasilania złącza i sposób przyłączenia poszczególnych inwerterów pokazano na rys. nr E-01.

Inwertery posiada wbudowany licznik energii wyprodukowanej oraz złącze RS485 umożliwiające transmisję danych.

5.9 Konstrukcja wsporcza

System konstrukcji wsporczej umożliwia zamocowanie modułów fotowoltaicznych. Należy zastosować konstrukcję systemową przeznaczoną do montażu modułów fotowoltaicznych na gruncie.

Projektuje się konstrukcję stalową ocynkowaną z wykorzystaniem elementów łącznych ze stali nierdzewnej. Konstrukcja nośna, na której mocuje się panele fotowoltaiczne, składa się z płatek giętych na zimno z blach. Konstrukcja palowana w gruncie na głębokość 1,5 m.

5.10 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 instalacja wykonana jest w oparciu o kabel typu YDY (instalacje natynkowe i wtynkowe) YKY (instalacje ziemne), o przekrojach wskazanych w obliczeniach technicznych.

Projektowane przewody 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). Przewody w szachcie wentylacyjnym powiązać obwodami, opisać i prowadzić w peszlu. Okablowanie AC oraz DC poprowadzić możliwie najkrótszymi trasami.

Projektowane kable na zewnątrz budynku układać na dnie wykopu o głębokości 105 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 minimum 25 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 na większych niż 10 m.

5.11 Tablice elektryczne

W celu zasilenia energią elektryczną instalowanych urządzeń rozbudować istniejącą tablicę główną budynku o zabezpieczenie z wkładką min 80 A. „Wpięcie” projektowanej elektrowni fotowoltaicznej zrealizować zaraz za zasilaniem podstawowym z sieci elektroenergetycznej. Całość zgodnie z rysunkiem E-02

5.12 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 (C) podłączone przewodem ochronnym do szyny wyrównawczej o przekroju min. 16 mm²

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.

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.

5.13 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. Całość zgodnie z rysunkiem E-01. 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.

5.14 Uwagi końcowe

Przed zasypaniem linii kablowej należy wykonać geodezyjną inwentaryzację linii kablowej. Po zasypaniu wykopu teren przywrócić do stanu pierwotnego

Materiały użyte do budowy elektrowni fotowoltaicznej winny posiadać atesty i deklaracje zgodne z certyfikatami jakości.

Całość prac ujętych niniejszym projektem należy wykonać zgodnie z wymaganiami stosownych ustaw, przepisów i norm technicznych oraz zasadami wiedzy technicznej. W szczególności należy zachować ostrożność pod względem BHP. W czasie wykonywania robót ziemnych i montażowych należy chronić znaki geodezyjne.

Należy bezwzględnie przestrzegać zaleceń podanych w decyzjach i uzgodnieniach dołączonych do projektu.

6. Obliczenia techniczne

6.1 Dobór ilości paneli fotowoltaicznych

$$L_{\max} = \begin{cases} \frac{U_{\max.\text{inv}}}{V_{\text{oc}}(-25^{\circ}\text{C})} \\ \frac{U_{\max.\text{inv}}}{V_{\text{oc}}(-15^{\circ}\text{C})} \\ \frac{U_{\text{mppt.max}}}{V_{\text{mpp}}(-10^{\circ}\text{C})} \end{cases}$$

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.

Maksymalna dopuszczalna ilość paneli fotowoltaicznych w 1 łańcuchu inwertera wynosi:

- Fronius Symo 17,5-3-M – 22 szt.

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

Minimalna dopuszczalna ilość paneli fotowoltaicznych w 1 łańcuchu inwertera wynosi

- Fronius Symo 17,5-3-M – 9 szt.

$$L_{\text{obw}} = \frac{I_{\max.\text{inv.}}}{I_{\text{sc}}(70^{\circ}\text{C})}$$

Zgodnie z powyższym całość paneli dzielię na 2 MPPT (1 łańcuch na 1 MPPT):

-Inwerter Fronius Symo 17,5-3-M - nr 1

- wejście A: 3 łańcuchy po 20 szt. modułów każdy
- wejście B: 1 łańcuchy po 10 szt. modułów każdy

Inwerter Fronius Symo 17,5-3-M - nr 2

- wejście A: 3 łańcuchy po 20 szt. modułów każdy
- wejście B: 1 łańcuchy po 10 szt. modułów każdy

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:

$$13,17A \leq I_n \leq 22,58 A$$

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:

$$U_n \geq 935,28 V - \text{dla wejść A, Inwertera nr 1 i nr 2}$$

$$U_n \geq 467,64 V - \text{dla wejść B, Inwertera nr 1 i nr 2}$$

Zgodnie z powyższym dobieram wkładkę bezpiecznikową cylindryczną o charakterystyce gPV:

- o prądzie znamionowym 16A, napięciu znamionowym 1000V dla wejść A inwerterów nr 1 – nr 2.
- o prądzie znamionowym 16A, napięciu znamionowym 500V dla wejść B inwerterów nr 1 – nr 2.

B. Zabezpieczenia inwerterów nr 1 i nr 2 w złączu kablowym

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:

$$I_B = 25,29 A$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

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

$$I_n \geq 31,61 A$$

Gdzie:

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

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

D. Zabezpieczenia w Złączu Kablowym ZK nN 0,4kV

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:

$$I_B = 50,58A$$

Prąd znamionowy zabezpieczenia:

$$I_n \geq 1,25 \times I_B$$
$$I_n \geq 63,22 A$$

Gdzie:

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

Dobieram wkładkę bezpiecznikową 80A i charakterystyce gG.

6.3 Dobór przewodów DC

Relacja inwerter – panele fotowoltaiczne

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC (warunek najostrzejszy – 20 modułów, inwerter nr 1, 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:

$$A = 2,67 \text{ mm}^2$$

Dobieram przewód PVI 4mm² lub większy.

6.4. Dobór przewodów i kabli AC

A. Relacja inwerter – Złącze kablowe

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek najostrzejszy – przyłącze inwertera nr 2 – długość kabla 15 m).

W celu wykonania połączenia między inwerterami nr 1 i nr 2 a Złączem Kablowym ZK dobrano przewody typu YKY 5x16 mm².

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,
 - 1,45 dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B
- I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia

$$I_Z \geq 32A$$

Warunek spełniony

[2]

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

gdzie:

- P – moc przenoszona przez linię kablową,
- l – długość linii kablowej,
- γ – przewodność materiału żyły przewodu
- s – przekrój roboczy przewodu,
- U_n – napięcie linii.

Zgodnie z powyższym:

$$\Delta U\% = 0,13\%$$

Warunek spełniony

B. Relacja Złącze Kablowe ZK – przyłącze rozdzielnica główna budynku 0,4 kV

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek – długość kabla 40 m).

W celu wykonania połączenia między Złączem Kablowym ZK a przyłącze st. abonencka / ZK Szpital dobrano kabel typu YKY 5x35 mm².

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
- I_n – prąd znamionowy zabezpieczenia

$$I_Z \geq 69,76A$$

Warunek spełniony

[2]

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

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:

$$\Delta U\% = 0,78\%$$

Warunek spełniony

6.5 Dobór ochronników przepięć

$$U_c > 1,2 \times U_{oc} \times L$$

gdzie:

- U_c – minimalne napięcie pracy ochronnika przepięć,
- U_{oc} – napięcie obwodu otwartego pojedynczego modułu fotowoltaicznego,
- L – liczba modułów fotowoltaicznych w łańcuchu.

Zgodnie z powyższym:

$$\begin{aligned} U_n &\geq 935,28 \text{ V} - \text{dla wejść A, Inwertera nr 1 i nr 2} \\ U_n &\geq 467,64 \text{ V} - \text{dla wejść B, Inwertera nr 1 i nr 2} \end{aligned}$$

Zgodnie z powyższym dobieram ochronnik przepięć typ 2 (C):

- o napięciu znamionowym 1000V dla wejść A inwerterów nr 1 – nr 2.
- o napięciu znamionowym 500 V dla wejść B inwerterów nr 1 – nr 2.

6.6 Prognozowana produkcja energii

Moc instalacji – 39,20 kW

Nasłonecznienie - 1100 $\left[\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right]$

Współczynnik efektywności – 95 %

Prognozowana produkcja energii elektrycznej – 40 964,00 kWh/rok

7. Bezpieczeństwo i Ochrona Zdrowia - Informacja

TEMAT OPRACOWANIA :	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 39,20 kW
ADRES OBIEKTU	ul. Kolejowa, 22-680 Lubycza Królewska
Działka nr ewid.:	Dz. nr 392/4
INWESTOR	Przedsiębiorstwo Handlowo-Usługowe D.Z – Drożdziel Zbigniew ul. Rolnicza 18 22-600 Tomaszów Lubelski

Projektował: branża elektryczna	inż. Jerzy Lech MAZ/IE/2441/01	inż. Jerzy Lech Uprawnienia budowlane do projektowania i nadzoru nad robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjno-inżynierskiej w zakresie sieci i instalacji elektrycznych Nr ewid.: ST-68/90 Czł.M.O. inż. Jerzy Lech MAZ/IE/2441/01
Opracował: branża elektryczna	mgr Piotr Rybak OZE-E/28/000037/16	mgr Piotr Rybak Certyfikat Instalatora Odnawialnych Źródeł Energii (PV) OZE-E/28000037/i6
Data opracowania:	Maj 2017	

7.1 Zakres robót dla całego zamierzenia budowlanego oraz kolejność realizacji poszczególnych obiektów

Zakres robót:

- montaż konstrukcji wsporczej
- montaż paneli fotowoltaicznych
- montaż inwerterów,
- montaż okablowania prądu stałego (DC) i przemiennego (AC)

Kolejność realizacji:

- a) wytyczenie lokalizacji urządzeń,
- b) posadowienie paneli,
- c) posadowienie inwertera i skrzynek przyłączeniowych,
- d) trasowanie i ułożenie okablowania,
- e) pomiary i próby odbiorcze, uruchomienie

7.2 Wykaz istniejących obiektów budowlanych

n.d.

7.3 Wskazanie elementów zagospodarowania działki lub terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi

- droga publiczna
- zewnętrzne uzbrojenie podziemne (sieci wodociągowe, kanalizacyjne, gazowe, telefoniczne, elektroenergetyczne, itp.)
- istniejąca infrastruktura techniczna w obiekcie
- przyłącze elektroenergetyczne, czynne instalacje elektryczne

7.4 Wskazanie sposobu prowadzenia instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych

W trakcie wykonywania prac ziemnych należy zwrócić szczególną ostrożność na uzbrojenie podziemne. Wykopy na całej długości należy oznakować taśmą ostrzegawczą, a w miejscach przejść dla pieszych stosować kładki z poręczami i wygradzenia.

W trakcie wykonywania robót należy zwrócić szczególną uwagę na urządzenia pod napięciem.

Każdorazowo potwierdzić brak napięcia w podłączanych: inwerterach, ogniwach fotowoltaicznych, rozdzielnicach elektrycznych. Zwraca się uwagę, że projektowane urządzenia w czasie pracy zasilane będą dwustronnie (rozdzielnica nN, inwertery DC/AC).

WSZYSTKIE PRACE PRZY INWERTERZE, OGNIWACH FOTOWOLTAICZNYCH, NALEŻY BEZWZGLĘDNIE WYKONYWAĆ ZGODNIE Z INSTRUKCJĄ INSTALACJI INWERTERA I OGNIW FOTOWOLTAICZNYCH. INSTALACJA I KONSERWACJA URZĄDZEŃ ŚCIŚLE WEGŁUG PROCEDUR UJĘTYCH W ODPOWIEDNICH INSTRUKCJACH!

NIEPRZESTRZEGANIE PROCEDUR GROZI ŚMIERTELNYM PORAŻENIEM PRĄDEM ELEKTRYCZNYM RÓWNIEŻ OD STRONY DC (NAPIĘCIE DO 1kV).

Dodatkowo w trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem.

Czynności przewidywane w trakcie budowy należy sklasyfikować względem ryzyka i zastosować przewidziane odpowiednimi przepisami zabezpieczenia.

7.5 Wskazanie środków technicznych i organizacyjnych, zapobiegających niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie, w tym zapewniającym bezpieczną i sprawną komunikację, umożliwiającą szybką ewakuację na wypadek pożaru, awarii i innych zagrożeń

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać pracowników z zakresem stanowiskowym prac, wskazać miejsca występowania zagrożeń oraz dokonać szkolenia w zakresie BHP na stanowisku pracy i potwierdzić na piśmie przeprowadzenie szkolenia.

Pracownicy zatrudnieni przy montażu powinni:

- a) posiadać aktualne badania lekarskie,
- b) posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne kategorii E, P, D (w zależności od rodzaju wykonywanych prac),
- c) posiadać zaświadczenie szkolenia okresowego BHP,
- d) posiadać certyfikat upoważniający do wykonywania instalacji fotowoltaicznych wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

Roboty montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych. (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- a) poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy,
- b) wyłączenie urządzeń, przy których będą wykonywane prace z ruchu (pozbawienie napięcia),
- c) uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione,
- d) wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby,
- e) zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadającego aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w Polskich Normach i dokumentacji producenta,
- f) sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem
- g) sprawdzenie poprawności wykonywania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia
- h) zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia,
- i) sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie,
- j) uziemienie wyłączanego obwodu.

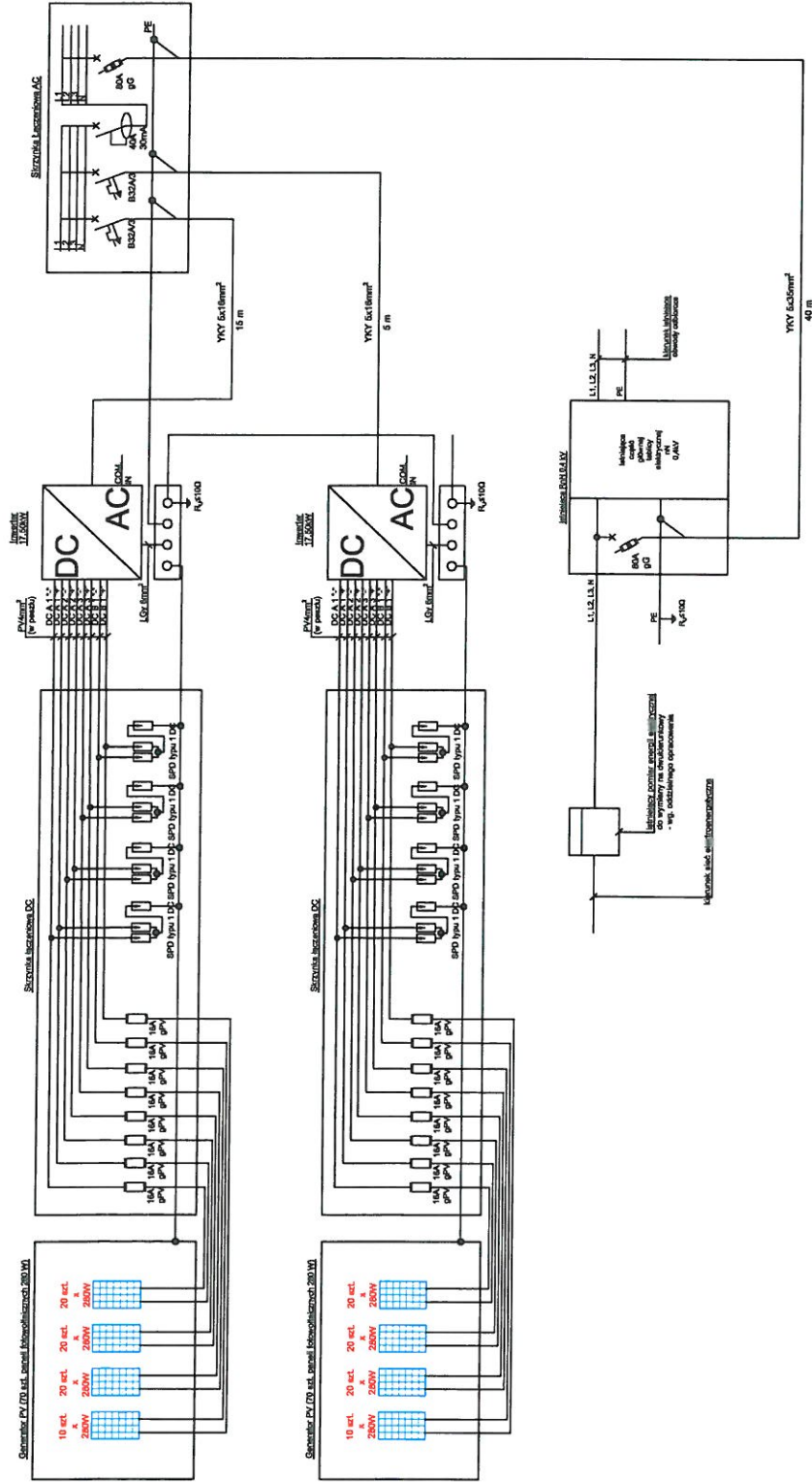
Prace powinny być wykonywane na podstawie polecenia pisemnego. Polecenie powinno zawierać:

- a) zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonywania prac,
- b) środki i warunki bezpiecznego wykonania prac,
- c) liczbę pracowników skierowanych do pracy,
- d) dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcję: koordynującego, dopuszczającego, kierującego robotami,
- e) planowanie przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone zgodnie z wymaganiami Polskich Norm, obowiązujących przepisów, instrukcji, wytycznymi inwestora oraz zasadami wiedzy technicznej i tzw. sztuki budowlanej.

7.6 Przepisy związane

- a) Prawo budowlane: ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. (t.j. Dz. U. z 2016r. poz. 290 z późn. zm.)
- b) Prawo energetyczne: USTAWA z dnia 10 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 2017r. poz. 220 z późn. zm.)
- c) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 17 września 1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach energetycznych (Dz. U. 1999 nr 80 poz. 912)
- d) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003r. (Dz. U. 2003 nr 47 poz. 401) w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych.



Temat:	Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 39,20 kW				
Rysunek:	Schemat strukturalny zasilania – instalacja fotowoltaiczna o mocy 39,20 kW				
Adres obiektu:	dz. nr 392/4, ul. Kolejowa, 22–680 Lubycza Królewska				
Inwestor:	Przedsiębiorstwo Handlowo–Usługowe D.Z – Drożdziel Zbigniew				
Projektował:	inż. Jerzy Lech	MAZ/E/2441/01			
Opracował:	mgr Piotr Rybak	OZE–E/28/000037/16			
Sprawił:	–	–			
Skala: n.d.	Data: Maj 2017 r.				Rys. nr E–01

