

DOKUMENTACJA PROJEKTOWA

„Instalacja Fotowoltaiczna dla obiektu Muzeum pożarnictwa w Cześnikach”

INWESTOR:

GMINA SITNO
SITNO 73
22-424 SITNO

ADRES INWESTYCJI:

MUZEUM POŻARNICTWA W CZEŚNIKACH
CZEŚNIKI 36
22-424 SITNO

OBIEKT: MUZEUM POŻARNICTWA W CZEŚNIKACH

BRANŻA: ELEKTRYCZNA

**KATEGORIA
OBIEKTU:** VIII

Wyszczególnienie	Specjalność	Imię i nazwisko	Podpis i pieczęć
Projektant branży elektrycznej	instalacyjna w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	mgr inż. Krzysztof Kułacz Nr upr. LUB/0272/PWBE/16	mgr inż. Krzysztof Kułacz Uprawnienia budowlane do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych Nr ewid.: LUB/0272/PWBE/16

SITNO, marzec 2024r.

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA	3
1. Zakres i podstawa opracowania	4
1.1. Podstawa opracowania.....	4
1.2. Zakres pracowania.....	5
1.3. Rozwiązania instalacyjne	5
1.4. Przyłącze energetyczne	7
1.5. Linie zasilające falownik	9
1.6. Rozdzielnice RPV-AC oraz RPV-DC.....	9
2. Opis projektowanej instalacji	10
3. Moduły fotowoltaiczne.....	10
4. Inwerter.....	11
4.1. Inwerter sieciowy- 36kW.....	11
5. Konstrukcja montażowa	13
6. Linie kablowe	14
6.1. Okablowanie.....	14
6.2. Uziemienie ochronne i robocze połączenia wyrównawcze.	14
6.3. Instalacja odgromowa.....	14
7. Ogrodzenie instalacji fotowoltaicznej	15
8. Ochrona przed przepięciami	15
9. Ochrona przeciwpożarowa	15
10. Obliczenia	16
10.1 Dobór mocy falowników.....	16
10.2 Dobór ilości paneli fotowoltaicznych dla falownika sieciowego 36 kW.....	16
10.4 Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń dla strony DC.....	17
10.5 Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń dla strony AC.	19
10.5.1. Minimalny wymagany przekrój przewodu AC od złącza ZK PV 1 do Złącza na budynku dla instalacji fotowoltaicznej ZK PV 2	19
10.5.2 Minimalny wymagany przekrój przewodu AC od złącza ZK+L do złącza ZK PV-1 na budynku	20
10.5.3 Minimalny wymagany przekrój przewodu AC od złącza ZK PV -2 do rozdzielnicy R PV AC umiejscowionej pod Panelami :.....	20
11 .Uwagi końcowe	23
12. Informacja dotycząca Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia.	24

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy Prawo budowlane (Dz.U. 2018., poz. 1202) oświadczam, że projekt techniczny:

„Instalacja Fotowoltaiczna dla obiektu Muzeum pożarnictwa w Cześnikach”

został wykonany zgodnie z obowiązującym prawem i zasadami wiedzy technicznej i jest kompletny z punktu widzenia celu, jakiemu ma służyć. Jakiegokolwiek odstępstwa od rozwiązań przyjętych w dokumentacji projektowej dokonane bez zgody projektanta zwalniają go od wszelkiej odpowiedzialności za skutki wynikłe z dokonanej zmiany. Opracowanie wykonano zgodnie z umową, oraz wydano w stanie kompletnym ze względu na cel, jakiemu ma służyć.

PROJEKTANT:

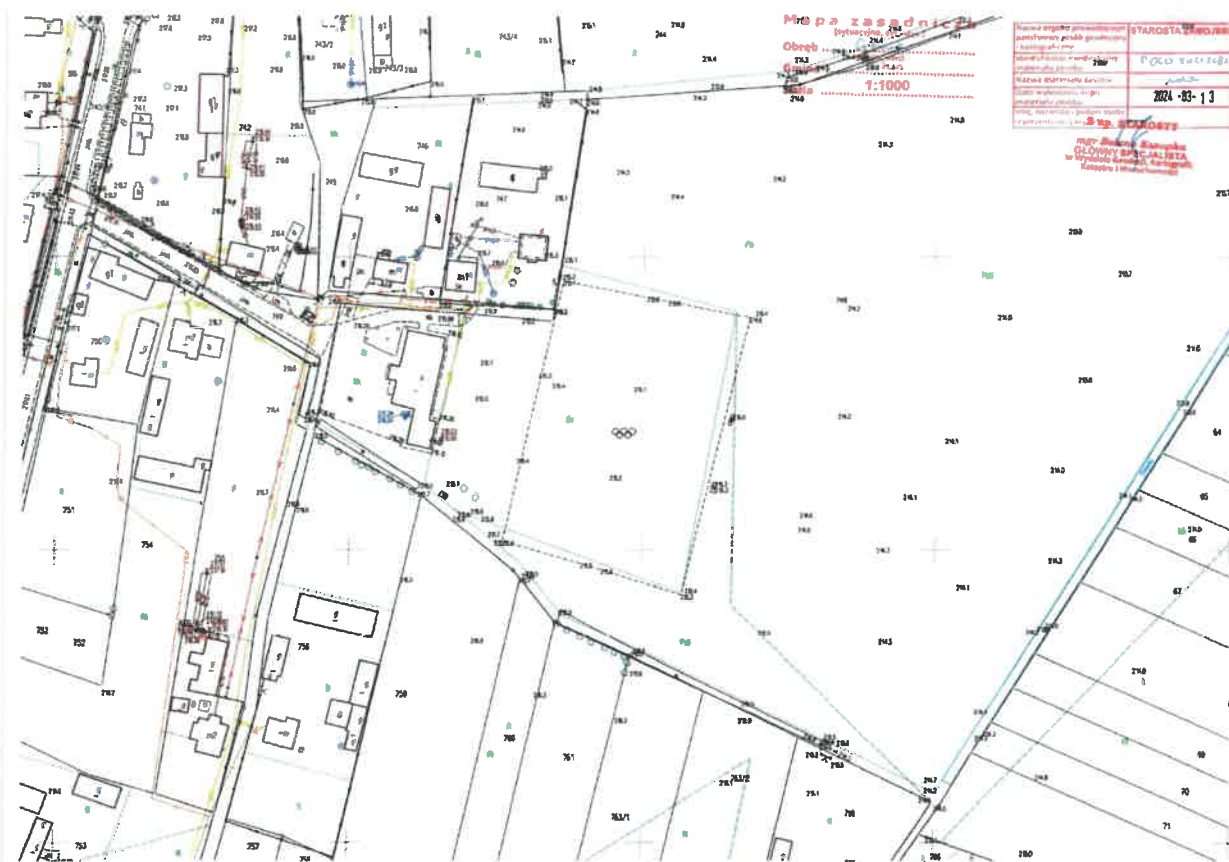
mgr inż. Krzysztof Kułacz

Uprawnienia budowlane do projektowania
i kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
ELEKTRYCZNYCH I ELEKTROENERGETYCZNYCH
Nr ewid.: LUB/0272/PWBE/16

Marzec, 2024r.

1. Zakres i podstawa opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej ukierunkowanej na wykorzystywanie energii na własne potrzeby. Instalacja ta zlokalizowana będzie na gruncie przynależnym do Muzeum Pożarnictwa w Cześnikach.



Rys 1. Mapa zasadnicza obejmująca miejsce umiejscowienia instalacji fotowoltaicznej na gruncie.

1.1. Podstawa opracowania.

Podstawą opracowania stanowią:

- Umowa z Inwestorem,
- Ustawa z dnia 07.07.1994r. Prawo Budowlane Dz.U. z 2021r. poz. 2351 z późn. zm.
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020r. (Dz.U. z 2020 Poz. 1609) w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz.U. 18 września 2015 r. Poz. 1422
- Ustalenia i uzgodnienia z Inwestorem.

- Obowiązujące normy i przepisy

1.2. Zakres pracowania

Zakres opracowania obejmuje instalację fotowoltaiczną na gruncie wraz z niezbędnym okablowaniem oraz rozdzielnicami

1.3. Rozwiązania instalacyjne

Ze względu na poziom uszczegółowienia projektu, dla potrzeb założeń i do obliczeń przyjęto konkretne rozwiązania materiałowe w postaci parametrów produktów, materiałów budowlanych, jednakże przy zachowaniu parametrów technicznych mogą być stosowane inne materiały - „rozwiązanie równorzędne” o parametrach nie gorszych niż w projekcie.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna zamienia energię promieniowania słonecznego w energię elektryczną. Moc elektryczna stała (DC) generowana przez moduły PV jest transformowana, w inwerterze/falowniku na energię elektryczną zmienną (AC) niskiego napięcia (nN) i przesyłana kablami do rozdzielnic głównej obiektu. Energia jest wykorzystywana na potrzeby własne instalacji elektrycznej w budynku, a nadwyżka będzie wprowadzona jest do systemu elektroenergetycznego OPERATORA. Instalację zlokalizowano na gruncie. Panele zamontowane będą na dedykowanej konstrukcji wsporczej. Instalację fotowoltaiczną zaprojektowano na bazie falownika o mocy ok 35 kW oraz modułów monokrystalicznych. Dzięki oprogramowaniu możliwy jest monitoring instalacji fotowoltaicznej pozwalający na śledzenie aktualnej pracy instalacji. Ukształtowanie terenu pozwala na optymalne rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych co ma wpływ na poprawną produktywność energii elektrycznej.

Projekt został wykonany na bazie parametrów technicznych urządzeń fabrycznie nowych z odpowiednimi gwarancjami producenta oraz posiadające odpowiednie certyfikaty uprawniające do stosowania na terenie Polski. Dopuszcza się, zastosowania materiałów zamiennych o równoważnych lub lepszych parametrach technicznych i gwarancjach.

Materiały odpadowe powstałe podczas w/w prac należy składować zgodnie z obowiązującymi przepisami. Energia elektryczna produkowana przez instalację dostarczana będzie do instalacji budynkowej nN 230V/400V. W celu rozliczenia odbioru energii elektrycznej inwestor podpisze umowę z lokalnym operatorem energetycznym i zainstaluje odpowiedni licznik energii elektrycznej.

Projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy DC $P_{DC} = 34,44 \text{ kWp}$, która będzie zlokalizowana na gruncie. Zaprojektowano 84 modułów o mocy 410 Wp każdy, które zamontowane będą na konstrukcji gruntowej z kątem pochylenia konstrukcji ok. 25-30°.

Projektowana instalacja będzie rozbudową do istniejącej już instalacji o mocy 4,92 kWp na falowniku Sofar Solar 5.5KTLX-G3 oraz 12 modułach o mocy 410 Wp.

Projektuje się jeden inwerter o mocy ok. 36 kW zlokalizowany zgodnie z załączonym rysunkiem na konstrukcji na gruncie pod panelami PV. Po stronie DC należy zastosować kable w podwójnej izolacji, odporne na promieniowanie UV łączone z panelami system złączy MC4. Należy zwrócić szczególną uwagę przy zarabianiu złączy. Mają tu zastosowanie specjalistyczne zarabiarki i obrabiarki. Obwody kablowe nie powinny być łączone dodatkowymi złączkami między modułami oraz na odcinku od modułów do inwertera. Odcinek od końcowego modułu do inwertera należy ułożyć w korytach lub rurach odpornych na promieniowanie UV podwieszonych na konstrukcji modułów PV, należy pamiętać aby przy okablowaniu nie tworzyć pętli indukcyjnych. Dostęp do Internetu będzie realizowany poprzez moduł GSM co zapewni monitoring pracy systemu fotowoltaicznego.

Z pomieszczenia Biblioteki od Routera wykonać dodatkowo Skrętkę Komputerową o długości ok. 25 m, skrętkę układać należy w kanałach elektroinstalacyjnych natynkowych 12/25 mm w pomieszczeniu Kotłowni zainstalować dodatkowy Router 6 – cio portowy w szafie np. Router TP-LINK Archer AX23, lub o podobnych parametrach.

Trasy okablowanie systemu monitoringu. Trasy kablowe prowadzić w listwach instalacyjnych na tynku. Dopuszcza się prowadzenie okablowania systemu razem z instalacją elektryczną pod warunkiem, że listwa będzie dzielona – osobno okablowanie elektryczne, osobno okablowanie słaboprądowe. Odejścia od koryt wykonać w sztywnych rurach wykonanych z PCV. Dopuszcza się prowadzenie skrętki poprzez zewnętrzną podsufitkę.

Router zainstalować w szafie RACK o wym. 60/40 cm, wraz z rejestratorem IP NVR-6208-H1 obsługującym do 6 -ciu kamer lub o podobnych parametrach z dyskiem twardym SSD o pojemności minimum 1 TB, i zasilaczem.

Od Routera do Rozdzielnic RPV -AC należy ułożyć równolegle w odpowiedniej osłonie kabel UTP kat.5e zewnętrzny, żelowany o długości ok 195m,

Dodatkowo w celu zabezpieczenia Instalacji Fotowoltaicznej przed nieprzewidzianymi ingerencjami/ kradzieżami należy ułożyć dodatkowo w wykopie kabel UTP kat.5e zewnętrzny, żelowany o długości ok 175m do Słupa oświetleniowego, wraz z kablem zasilającym do kamery YKY 3x2,5 mm². Zasilanie wykonać do nowej szafy rack z istniejącej rozdzielnicy elektrycznej, obwód zabezpieczyć wyłącznikiem różnicowo prądowym z członem nadprądowym P 302 B16A, w szafie zamontować listwę zasilającą z zabezpieczeniem przeciwprzepięciowym, dodatkowo zamontować Patch panel Bowi 008088 24-port UTP5e, połączenia pomiędzy routerem a Patch panelem wykonać patchcord rj45 o długości 1 m.

Kamerę do monitoringu na podczerwień typu: Kamera IP bullet 5Mpx NVIP-5H-4502M/F Novus lub o podobnych parametrach należy zainstalować we wskazanej lokalizacji na mapie na słupie aluminiowym anodowanym kolor CI-75 zielony 4m, który należy umieścić na fundamencie B50 prefabrykowanym, słup należy dodatkowo uziemić , rezystancja min. 10 Ω .

1.4. Przyłącze energetyczne

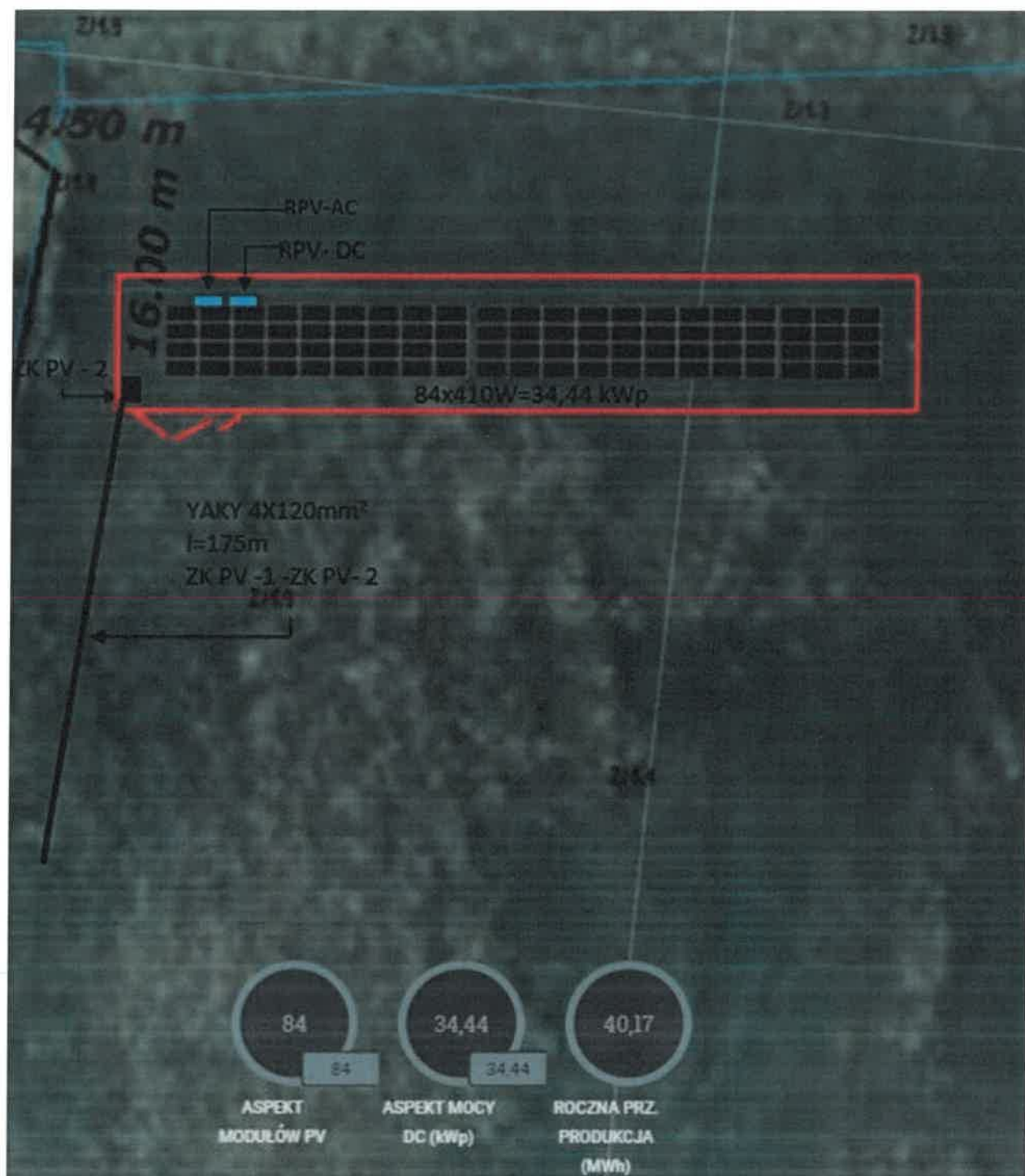
Zasilanie instalacji odbywa się linią kablową wprowadzoną ze złącza ZK+L znajdującej się na budynku Muzeum Pożarnictwa w Cześnikach 36.



Rys1 . Miejsce wpięcia instalacji ZK +L Na elewacji budynku Muzeum Pożarnictwa.

W ZK PV-1, które należy dobudować przy ZK+L należy umieścić rozłącznik RBK o mocy 63A Następnie z ZK PV - 1 do ZK PV - 2 należy poprowadzić zasilanie na długości ok 175 m kablem YAKY 4x120.

Dla potrzeb podłączenia projektowanego falownika należy dokonać zabudowy ZK PV - 2 na terenie ogrodzonym mikroinstalacji zgodnie z załączonym schematem.



Rys 2. Planowane umiejscowienie Mikroinstalacji 34,44 kWp na gruncie.



Rys. 3. Miejsce przez które należy wykonać przewiert kierunkowy ok 12m.

1.5. Linie zasilające falownik

Z rozdzielnic ZK PV-1 do rozdzielnic ZK PV - 2 należy wyprowadzić projektowaną linię kablem typu YAKY4x120mm² w ziemi, Z ZK PV – 2 – ZK PV AC YKY4x50mm² a następnie do Falownika przewodem YKY4x35mm², który projektowany jest na konstrukcji wsporczej pod panelami. Instalację na konstrukcji prowadzić w rurkach kablowych PCV odpornych na UV o odpowiednim przekroju.

1.6. Rozdzielnice RPV-AC oraz RPV-DC.

W pobliżu falownika zaprojektowano rozdzielnice RPV-AC oraz RPV-DC wyposażone w ochronniki przepięciowe (T1+T2), zabezpieczenia nadmiarowo-prądowe strony AC oraz rozłącznik z wkładkami gPV strony DC. Rozdzielnice podłączyć przewodem LGy16 z szyną uziemiającą GSU.

2. Opis projektowanej instalacji

Specyfikacja działania sieciowego systemu fotowoltaicznego polega na produkcji energii elektrycznej z generatorów fotowoltaicznych w postaci prądu stałego, a następnie przekształceniu na prąd przemienny o napięciu 400V przez inwertery trójfazowe. Energia ta będzie wykorzystywana na własne potrzeby. Moduły fotowoltaiczne o łącznej mocy 34,44 kWp zostaną zainstalowane na konstrukcji wsporczej na gruncie. Aby nadmiar wyprodukowanej energii z instalacji fotowoltaicznej nie wydostał się do sieci należy zastosować urządzenie z ograniczające eksport energii elektrycznej do sieci dystrybucyjnej.

3. Moduły fotowoltaiczne

Instalacja składać się będzie z modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy szczytowej 410 Wp. Parametry pojedynczego modułu w warunkach STC (standardowe warunki testu: natężenie nasłonecznienia 1000W/m², temperatura ogniwa 25 °C i liczba masowa atmosfery AM 1,5) potwierdzone w sprawozdaniu z badań wykonanym przez niezależną od producenta jednostkę.

Tabela 1. Podstawowe parametry modułów fotowoltaicznych

Typ modułu	Monokrystaliczne
Moc znamionowa - P_{max}	410 Wp
Napięcie w obwodzie otwartym- V_{oc}	41.90 V
Prąd zwarciov- I_{sc}	12.47 A
Napięcie w punkcie mocy maksymalnej- V_{mpp}	34.89 V
Prąd w punkcie mocy maksymalnej- I_{mpp}	11.76 A
Sprawność modułu	21,3 %
Współczynnik temperatury dla V_{oc}	-0,25 %/°C
Liniowa gwarancja mocy	84,8% po 25 latach
Tolerancja mocy	0-/+3%
Wytrzymałość mechaniczna na obciążenie od śniegu	5400 Pa
Wytrzymałość mechaniczna na parcie i ssanie wiatru	2400 Pa
Zakres temperatury	-40°C do 85°C

Połączenia pomiędzy poszczególnymi panelami wykonane zostaną kablami fabrycznymi za pomocą dedykowanych złączek w standardzie typu MC4. Złącza MC4 zapewniają doskonały kontakt elektryczny oraz charakteryzują się odpornością na warunki atmosferyczne.

Moduły PV wytwarzają prąd stały. Bezpośredni kontakt z częściami czynnymi modułu, takimi jak np. złącza konektorów na zakończeniach przewodów, może spowodować porażenie!

4. Inwerter

W instalacji zastosowano falownik mający na celu przetworzenie prądu stałego z wyjścia paneli na prąd przemienny sieci dystrybucyjnej. W instalacji zostanie zastosowany inwerter trójfazowy. Falownik musi charakteryzować się stopniem ochrony minimum IP65 oraz odporność na warunki atmosferyczne (temperatur pracy -30°C - 60°C). Inwerter powinien posiadać monitoring parametrów sieci, zabezpieczenie przed pracą wyspą oraz powinien współpracować z polską siecią dystrybucyjną. Projektowany falownik posiada wbudowany wyświetlacz umożliwiający łatwą obsługę urządzenia, odczyt bieżących oraz zgromadzonych danych o mocy, napięciu lub awarii.

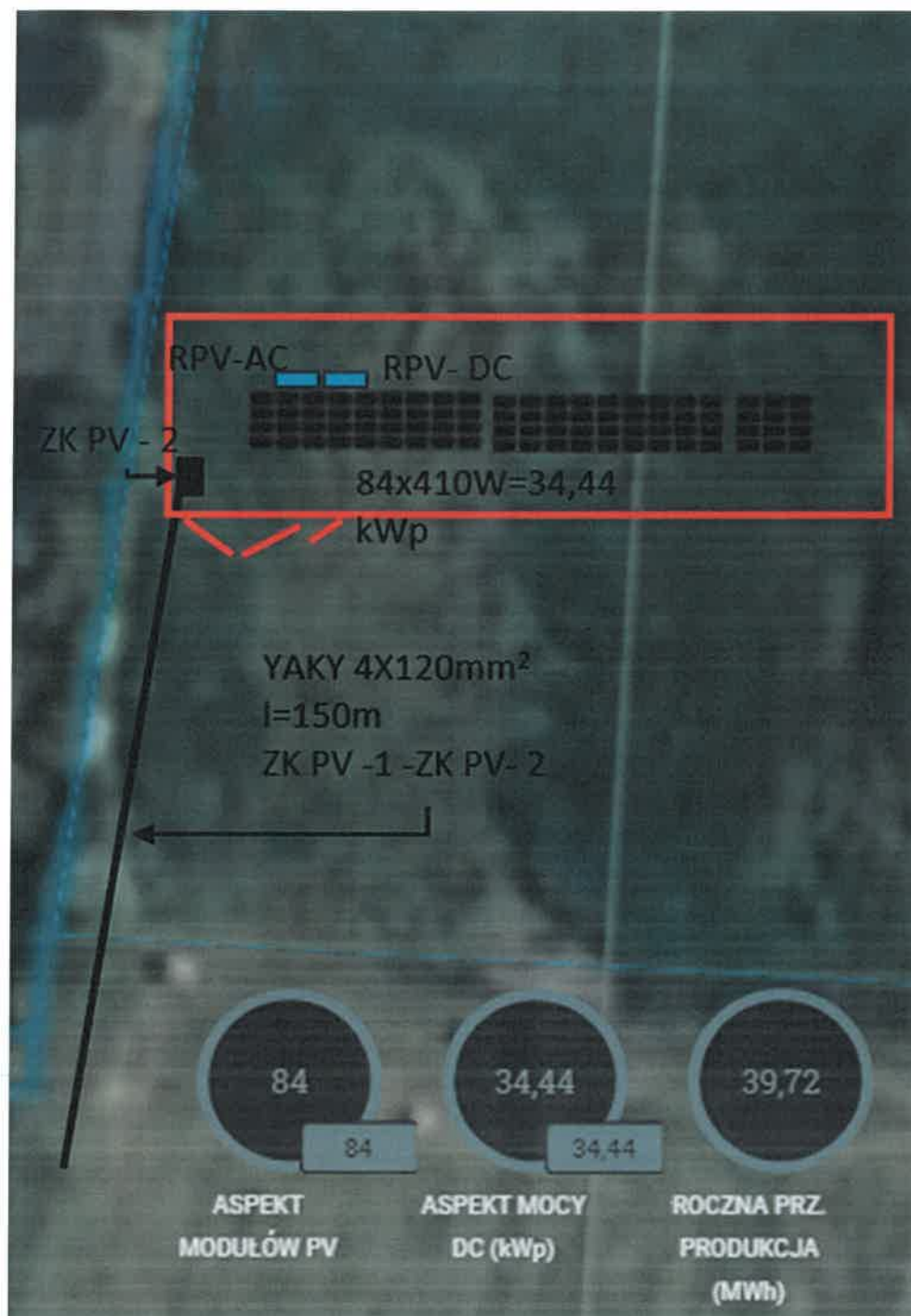
Inwerter wyposażony jest w wyłączniki mocy DC oraz wbudowane zabezpieczenie przepięciowe AC typu II, DC typu II.

4.1. Inwerter sieciowy- 36kW

Tabela 3. Podstawowe parametry inwertera sieciowego

Strona DC	
Rekomendowana maksymalna moc wejściowa PV	54 000 Wp
Maksymalne napięcie DC	1100 V
Napięcie rozruchowe	200 V
Zakres napięcia MPPT	180-1000 V
Znamionowe napięcie DC	620 V
Zakres napięcia MPPT przy pełnej mocy	540-850 V
Maksymalny prąd wejściowy	3x40A
Maksymalny prąd zwarciov	3x50A
Liczba MPPT	3
Liczba wejść DC	2
Strona AC	
Moc znamionowa	36 000 W
Maksymalna moc wyjściowa	40 000 VA
Maksymalny prąd wyjściowy	60,6 A
Częstotliwość znamionowa	50 Hz/ 60 Hz
Wyjście THDi	< 3%
Maksymalna wydajność	98,6 %
Wydajność europejska	98,2 %

Planowane miejsce montażu falownika na gruncie pod panelami PV.



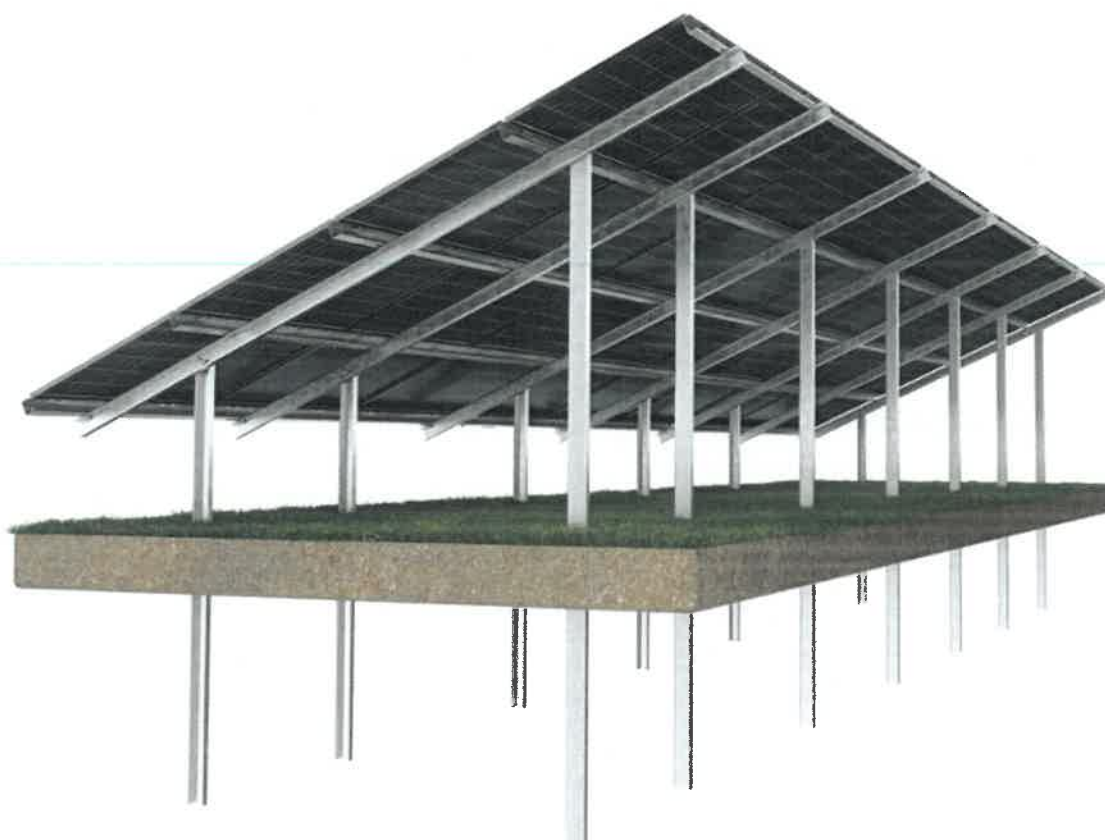
Rys.4. Plan projektowanej mikroinstalacji o mocy 34,44 kWp.

5. Konstrukcja montażowa

Zaprojektowano konstrukcję gruntową wolnostojącą dwupodporową wbijaną w ziemię. System wymaga systematycznych przeglądów instalacji dokonywanych przez osoby o odpowiednich kwalifikacjach. Przeglądy takie wykonywać zgodnie z zaleceniami producenta. Systemy nie mogą być poddane nadmiernemu pogorszeniu ich właściwości użytkowych i utracie ich sprawności technicznej.

W czasie eksploatacji instalacji należy zapewnić, aby system paneli fotowoltaicznych był stosowany wyłącznie ze swoim pierwotnym przeznaczeniem. Zarówno instalacja, jak i montaż powinny być przeprowadzone przez profesjonalnych instalatorów. Podczas montażu szczególnie zwrócić uwagę na przestrzeganie obowiązujących norm krajowych i europejskich (PN i EN) dotyczących instalacji elektrycznych, przepisów budowlanych oraz przepisów BHP. Zwrócić uwagę aby połączenia śrubowe wykonać zgodnie z instrukcją montażu.

Konstrukcję zamontować zgodnie z DTR producenta.



Rys.5. Przykładowa cztero poziomowa konstrukcja wbijana na grunt.

6. Linie kablowe

6.1. Okablowanie

Po stronie DC panele przyłączone są kablami solarnymi o przekroju 6 mm² w podwójnej izolacji, odpornej na promieniowanie UV. W celu połączenia poszczególnych elementów instalacji wykorzystuje się złączki MC4. Elementy te są wodoszczelne i odporne na promieniowanie UV aby zapewnić niezawodność łączeniową. Odcinki kablowe narażone na uszkodzenia należy prowadzić w korytkach lub rurach elektroinstalacyjnych odpornych na promieniowanie UV i warunki atmosferyczne. Po stronie AC instalacja wykonana jest w oparciu o kabel YAKY 4x120 mm² oraz przewody YKY 4x50mm², YKY 4x35mm².

6.2. Uziemienie ochronne i robocze połączenia wyrównawcze.

Uziemienie modułów będzie wykonywane za pomocą systemu połączeń wyrównawczych wyprowadzonych z osobnego uziemienia szpilkowego o wartości rezystancji poniżej 10Ω dla potrzeb projektowanej instalacji. Konstrukcje pod moduły PV połączyć z uziemieniem ochronnym obiektu za pomocą linki LgY16mm². Na konstrukcji zabudować niezależne GSU-PV (Główne Szyny Uziemiające instalacji fotowoltaicznej) i połączyć je przewodami odprowadzającymi z uziemieniem w gruncie.

Do GSU-PV podłączyć elementy konstrukcyjne zabezpieczenia SPD także punkty PE tego zabezpieczenia.

6.3. Instalacja odgromowa.

Dla projektowanej instalacji paneli PV Instalacja odgromowa nie jest wymagana.

7. Ogrodzenie instalacji fotowoltaicznej

Dla potrzeb ograniczenia dostępu osób postronnych projektowaną instalację należy ogrodzić. Ogrodzenie wykonać z siatki stalowej ocynkowanej powlekanej o wysokości $h=1,5\text{m}$ z podmurówką. W ogrodzeniu zabudować bramę wjazdową 2-skrzydłową $l=4\text{m}$ oraz furtkę $l=1\text{m}$ zamykaną na klucz. Długość ogrodzenia wraz z furtką wynosi około 120m.

8. Ochrona przed przepięciami

Ochronę przed przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi stanowić będą modułowe ograniczniki przepięć typu I+II zabudowane w rozdzielniach RDC. Zabezpieczenie inwertera stanowią dodatkowe ograniczniki przepięć typu I+II zainstalowane zostaną w rozdzielnicy R- AC_1. Dodatkowo falowniki wyposażone są fabrycznie w ograniczniki przepięć DC typu II.

9. Ochrona przeciwpożarowa

Przycisk uruchamiający PWP należy zainstalować na konstrukcji wsporczej w rejonie montowanego Inwertera 1,4 m nad poziomem gruntu. Instalację PWP wykonać kablem HDGs $3 \times 1,5\text{mm}^2$.

10. Obliczenia

10.1 Dobór mocy falowników

Typ instalacji: 3-fazowa

Napięcie zasilania: $U = 400 \text{ V}$

Na podstawie wytycznych dobrano 84 szt paneli o mocy 410 Wp.

Moc instalacji fotowoltaicznej wynosi 34,44 kWp

Wymagana moc falownika:

$$P_{GEN-PV} = (0,8 \pm 1,2) \cdot P_{MAX-FAL}$$

$$\frac{P_{GEN-PV}}{1,2} \leq P_{MAX-FAL} \leq \frac{P_{GEN-PV}}{0,8}$$

$$29,04 \text{ kW} < 34,44 < 43,56 \text{ kW}$$

Dobrano falowniki mocy 36 kW.

10.2 Dobór ilości paneli fotowoltaicznych dla falownika sieciowego 36 kW.

Maksymalne liczba modułów w połączeniu szeregowym:

$$\Delta V_{OC} = V_{OCSTC} + (\beta \cdot V_{OCSTC} \cdot \Delta T)$$

gdzie:

ΔV_{OCMAX} - napięcie obwodu otwartego w temperaturze.

V_{OCSTC} - napięcie obwodu otwartego pojedynczego modułu,

β - temperaturowy współczynnik napięcia obwodu otwartego, $\beta = 0,25\%/^{\circ}\text{C}$

ΔT - różnica temperatur między warunkami STC, a warunkami obliczeniowymi, $\Delta T_u = 45^{\circ}\text{C}$

U_{MAX} - maksymalne napięcie wejścia inwertera

$$V_{OCMAX} = 41,90 + (0,0025 \cdot 41,90 \cdot 45) = 46,614 \text{ V}$$

$$\text{Maksymalna liczba modułów na string: } \frac{U_{max}}{V_{OCMAX}} = \frac{1100}{46,614} = 23,596 \approx 23 \text{ szt.}$$

Maksymalna dopuszczalna ilość paneli fotowoltaicznych w 1 łańcuchu inwertera sieciowego 36kW wynosi 23 szt.

Minimalna liczba modułów w połączeniu szeregowym:

$$V_{mppMIN} = V_{mppSTC} - (\beta \cdot V_{OCSTC} \cdot \Delta T)$$

gdzie:

ΔV_{mppmin} - napięcie w punkcie mocy maksymalnej w niskiej temperaturze

V_{OCSTC} - napięcie obwodu otwartego pojedynczego modułu,

V_{mppSTC} - napięcie robocze w punkcie mocy maksymalnej,

β - temperaturowy współczynnik napięcia obwodu otwartego, $\beta = 0,25\%/^{\circ}\text{C}$

ΔT - różnica temperatur między warunkami STC, a warunkami obliczeniowymi, $\Delta T_u = 45^{\circ}\text{C}$

$U_{mpptmin}$ - dolny zakres pracy napięcie inwertera,

$$V_{mppMIN} = 34,89 - (0,0025 \cdot 41,90 \cdot 45) = 30,176 \text{ V}$$

Minimalna liczba modułów na string: $\frac{U_{mpptMIN}}{V_{mppMIN}} = \frac{180}{30,176} = 5,85 \approx 6$

Minimalna dopuszczalna ilość paneli fotowoltaicznych w 1 łańcuchu inwertera sieciowego 36kW wynosi 6 szt.

Dla falownika o mocy 36 kW planowane jest 84 sztuk paneli, podzielone na:

Łańcuch nr 1.1- 21 sztuk

Łańcuch nr 1.2- 21 sztuk

Łańcuch nr 2.1- 21 sztuk

Łańcuch nr 2.2- 21 sztuk

10.4 Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń dla strony DC.

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC:

gdzie:

I_{mpp} - prąd w punkcie mocy maksymalnej,

l - długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych (100 m),

U_{mpp} - napięcie w punkcie mocy maksymalnej,

k - przewodność właściwa dla miedzi,

n - najdłuższy łańcuch modułów fotowoltaicznych (21 szt.)

$$A = \frac{I_{mpp} \cdot l}{n \cdot U_{mpp} \cdot k \cdot 0,01} = \frac{11,76 \cdot 100}{21 \cdot 34,89 \cdot 56 \cdot 0,01} = 2,86 \text{ mm}^2$$

Minimalny wymagany przekrój przewodu DC (warunek przy $l = 100 \text{ m}$) wynosi $2,86 \text{ mm}^2$

W celu wykonania połączenia dobrano przewód o przekroju 6 mm^2 .

Sprawdzenie warunku na dopuszczalny spadek napięcia- przewody DC

gdzie:

I_{mpp} - prąd w punkcie mocy maksymalnej,

l - długość łańcucha ogniw fotowoltaicznych(100 m),

U_{mpp} - napięcie w punkcie mocy maksymalnej,

k - przewodność właściwa dla miedzi,

A - przekrój przewodu,

n - najdłuższy łańcuch modułów fotowoltaicznych (21 szt.)

$$Strata [\%] = \frac{I_{mpp} \cdot l}{n \cdot U_{mpp} \cdot k \cdot A} \cdot 100\% = \frac{11,76 \cdot 100}{21 \cdot 34,89 \cdot 56 \cdot 6} \cdot 100\% = 0,480\% < 1 \%$$

Zabezpieczenie łańcuchów paneli fotowoltaicznych

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,

K - współczynnik temperaturowy (dla $20^{\circ}\text{C} = 1$).

$$I_{rew} = 2,4 \cdot \frac{I_{sc}}{K}$$

Warunek:

$$1,4 \cdot \frac{I_{sc}}{K} < I_n < 0,9 \cdot 2,4 \cdot \frac{I_{sc}}{K}$$
$$1,4 \cdot \frac{12,47}{K} < I_n < 0,9 \cdot 2,4 \cdot \frac{12,47}{K}$$

$$17,458 \text{ A} < I_n < 26,93 \text{ A}$$

$$17,458 \text{ A} < 20\text{A} < 26,93 \text{ A}$$

Dobór poziomu napięcia znamionowego bezpiecznika

gdzie:

U_n - napięcie znamionowe bezpiecznika,

U_{oc} - napięcie w obwodzie otwartym,

n - najdłuższy łańcuch modułów fotowoltaicznych (21 szt.)

Zależność:

$$U_n = 1,2 \cdot n \cdot U_{oc}$$

$$U_n = 1,2 \cdot 21 \cdot 34,89 = 879,23 \text{ V}$$

Dobrano wkładkę bezpiecznikową cylindryczną o prądzie znamionowym 20A, napięciu znamionowym 1000V i charakterystyce gPV.

10.5 Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń dla strony AC.

10.5.1. Minimalny wymagany przekrój przewodu AC od złącza ZK PV 1 do Złącza na budynku dla instalacji fotowoltaicznej ZK PV 2

gdzie:

P- sumaryczna moc instalacji fotowoltaicznej ,

l- długość trasy kablowej (180m),

U- napięcie międzyfazowe,

k- przewodność właściwa dla aluminium,

$$A = \frac{P \cdot l}{U_n^2 \cdot k \cdot 0,01} = \frac{34440 \cdot 175}{400^2 \cdot 36 \cdot 0,01} = 104,63 \text{ mm}^2$$

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek przy $l = 175\text{m}$) wynosi $104,63 \text{ mm}^2$

W celu wykonania połączenia dobrano przewód typu YAKY $4 \times 120 \text{ mm}^2$

Sprawdzenie warunku na dopuszczalny spadek napięcia ZK PV- 1 do ZK PV-2

gdzie:

P_n - sumaryczna moc instalacji fotowoltaicznej,

l- długość trasy kablowej (175m),

U- napięcie międzyfazowe,

k- przewodność właściwa dla aluminium,

A- przekrój przewodu.

$$\text{Strata [\%]} = \frac{P_n \cdot l}{U^2 \cdot k \cdot A} = \frac{34440 \cdot 175}{400^2 \cdot 36 \cdot 120} \cdot 100\% = 0,872\% < 1\%$$

10.5.2 Minimalny wymagany przekrój przewodu AC od złącza ZK+L do złącza ZK PV-1 na budynku

gdzie:

P- sumaryczna moc instalacji fotowoltaicznej ,

l- długość trasy kablowej (2m),

U- napięcie międzyfazowe,

k- przewodność właściwa dla miedzi,

$$A = \frac{P \cdot l}{U_n^2 \cdot k \cdot 0,01} = \frac{34440 \cdot 2}{400^2 \cdot 56 \cdot 0,01} = 0,77 \text{ mm}^2$$

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek przy $l = 2\text{m}$) wynosi $0,77 \text{ mm}^2$

W celu wykonania połączenia dobrano przewód typu YKY $4 \times 35 \text{ mm}^2$

Sprawdzenie warunku na dopuszczalny spadek napięcia ZK+L do ZK PV-1

gdzie:

P_n - sumaryczna moc instalacji fotowoltaicznej,

l- długość trasy kablowej (2m),

U- napięcie międzyfazowe,

k- przewodność właściwa dla miedzi,

A- przekrój przewodu.

$$\text{Strata [\%]}^2 = \frac{P_n \cdot l}{U^2 \cdot k \cdot A} = \frac{34440 \cdot 2}{400^2 \cdot 56 \cdot 35} \cdot 100\% = 0,022\% < 1 \%$$

10.5.3 Minimalny wymagany przekrój przewodu AC od złącza ZK PV -2 do rozdzielnic R PV AC umiejscowionej pod Panelami :

gdzie:

P- sumaryczna moc instalacji fotowoltaicznej ,

l- długość trasy kablowej (18m),

U- napięcie międzyfazowe,

k- przewodność właściwa dla miedzi,

$$A = \frac{P \cdot l}{U_n^2 \cdot k \cdot 0,01} = \frac{34400 \cdot 14}{400^2 \cdot 56 \cdot 0,01} = 5,38 \text{ mm}^2$$

Minimalny wymagany przekrój przewodu AC (warunek przy $l = 14\text{m}$) wynosi $5,38\text{ mm}^2$

W celu wykonania połączenia dobrano przewód typu YKY $4 \times 50\text{ mm}^2$

Sprawdzenie warunku na dopuszczalny spadek napięcia ZK-PV DO ZK PV AC

gdzie:

P_n - sumaryczna moc instalacji fotowoltaicznej,

l - długość trasy kablowej (14m),

U - napięcie międzyfazowe,

k - przewodność właściwa dla miedzi,

B - przekrój przewodu.

$$\text{Strata [\%]}_3 = \frac{P_n \cdot l}{U^2 \cdot k \cdot A} = \frac{34440 \cdot 14}{400^2 \cdot 56 \cdot 50} \cdot 100\% = 0,138\% < 1\%$$

$$\text{Strata [\%]}_1 + 2 + 3 = 0,87\% + 0,022\% + 0,107\% = 0,999 < 1\%$$

Warunek jest spełniony

Dobór zabezpieczeń strony zmiennoprądowej AC dla instalacji fotowoltaicznej

gdzie:

I_b - spodziewany prąd obciążenia,

P_n - moc czynna inwertera sieciowego.

U_n - napięcie znamionowe,

$\cos\varphi$ - współczynnik mocy (1)

Spodziewany prąd obciążenia:

$$I_b = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{34440}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 49,65\text{ A}$$

Dobrano wyłącznik nadmiarowo-prądowy 3P B50A 10kA.

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń na obciążalność prądową długotrwałą

gdzie:

I_b - spodziewany prąd obciążenia,

I_n - prąd znamionowy zabezpieczenia,

I_z - długotrwała dopuszczalna obciążalność prądowa przewodu (YAKY $4 \times 120\text{ mm}^2$ układany w ziemi- 138A wg Według normy PN-IEC 60364-5-523)

I_2 - prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

k_2 – Współczynnik prądu zadziałania zabezpieczenia.(1,45)

Warunek 1:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$
$$49,7 \text{ A} \leq 50 \text{ A} \leq 138 \text{ A}$$

Warunek spełniony

Warunek 2:

$$I_2 = 1,45 \cdot I_N$$
$$I_2 = 91,35 \text{ A}$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z$$
$$1,45 \cdot 50 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 98 \text{ A}$$
$$72,5 \text{ A} \leq 200,1 \text{ A}$$

Warunek spełniony

Zabezpieczenie punktu wpięcia min. 50A

11 .Uwagi końcowe

Roboty wykonać zgodnie zobowiązującymi przepisami i normami, pod kierunkiem osoby posiadającej kwalifikacje oraz uprawnienia budowlane i uprawnienia SEP.

Po wykonaniu instalacji wykonać pomiary izolacji przewodów.

System musi spełnić wymagania normy IEC60947 oraz VDE-AR-E 2100-712 w zakresie falowników i prowadzenie tras kablowych.

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

- Pomiar napięcia obwodu otwarcia poszczególnych obwodów,
- Rezystancję izolacji poszczególnych obwodów,
- Sprawdzenie poprawności zadziałania zabezpieczeń nadprądowych,
- Protokół sprawdzenia uziemienia instalacji.

12. Informacja dotycząca Bezpieczeństwa i Ochrony Zdrowia.

Zamierzeniem budowlanym, dla którego opracowano niniejszą informację jest budowa mikroinstalacji fotowoltaicznej na gruncie Muzeum Pożarnictwa w Cześnikach.

Zakres realizacji robót:

- montaż konstrukcji wsporczych
- montaż w rozdzielni zabezpieczeń
- montaż instalacji elektrycznej w budynku wraz z tablicami bezpiecznikowymi.
- montaż ogrodzenia

Kolejność realizacji robót:

- ułożenie kabli instalacyjnych i montaż rozdzielni głównej i tablic bezpiecznikowych,
- montaż osprzętu elektrycznego,
- montaż instalacji fotowoltaicznej
- montaż instalacji przepięciowych,
- wykonanie pomiarów powykonawczych instalacji

Roboty przy budowie mikroinstalacji:

Zagrożenia występujące przy wykonywaniu robót wysokościowych:

- upadek pracownika z wysokości (brak zabezpieczenia uprząży do pracy na wysokości; brak stosowania sprzętu chroniącego przed upadkiem z wysokości przy wykonywaniu robót związanych z montażem konstrukcji wsporczych),
- Pracownicy zatrudnieni przy budowie mikroinstalacji fotowoltaicznych są odpowiednio przeszkoleni w zakresie BHP (wstępne, okresowe, stanowiskowe) oraz otrzymali odpowiedni instruktaż na konkretnym stanowisku pracy.

W dziedzinie budownictwa elektrycznego budowa, eksploatacja linii kablowych i instalacji elektrycznych do 1kV, a także nadziemnych charakteryzuje się występowaniem robót o zwiększonym zagrożeniu z punktu widzenia bezpieczeństwa i higieny pracy. Z tego względu ściśle przestrzeganie obowiązujących przepisów BHP stanowi szczególnie odpowiedzialne zadanie dla personelu nadzoru i wszystkich pracowników zatrudnionych w tej dziedzinie.

Ogólne zasady bezpieczeństwa i higieny pracy przy budowie, a także eksploatacji linii należy przyjmować z ogólnobudowlanych przepisów BHP wg Rozporządzenia Ministra Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych z dnia 28.03.1972 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlano-montażowych (Dz.U. nr 13, poz.93).

Ponadto obowiązują:

PN-90/Z-08057 z odniesieniem do normy równoważnej. Sprzęt chroniący przed upadkiem z wysokości.

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28.05.1996r. w sprawie rodzajów prac, które powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby (Dz.U. nr 62, poz.288).

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 28.05.1996r. w sprawie rodzajów prac wymagających szczególnej sprawności psychofizycznej (Dz.U. nr 62, poz. 287).

Przy ręcznej lub mechanicznej obróbce elementów stalowych i kamiennych, pracownicy powinni używać środków ochrony indywidualnej, takich jak:

- gogle lub przyłbice ochronne,
- hełmy ochronne,
- uprząż i liny do pracy na wysokości,
- rękawice wzmocnione skórą,
- obuwie z wkładkami stalowymi chroniącymi palce stóp.

Stanowiska pracy powinny umożliwić swobodę ruchu, niezbędną do wykonywania pracy.

2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych.

Prace odbywać się będą przy budynku użyteczności publicznej.

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

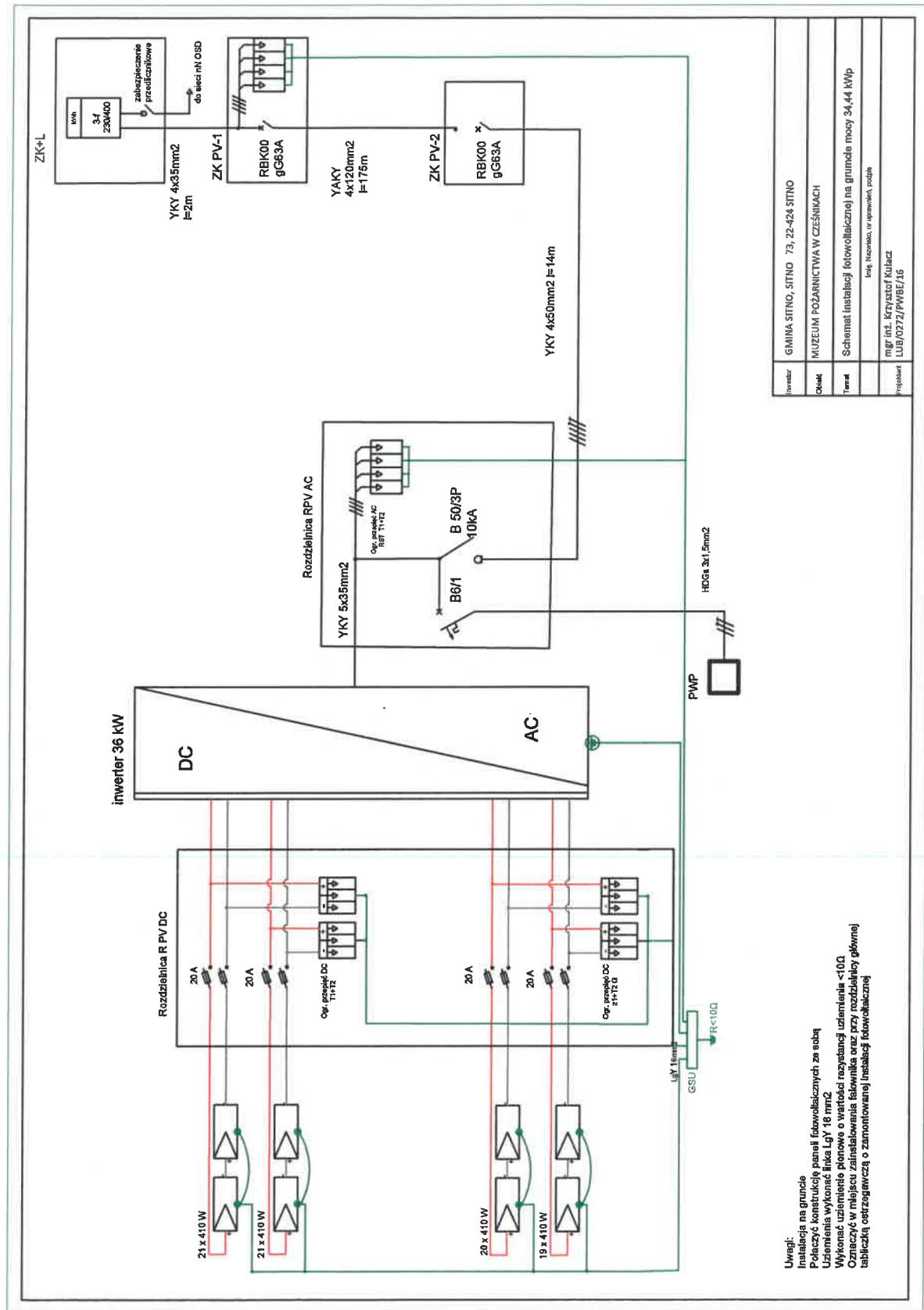
Inwestycja nie stwarza zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi na działkach przyległych do terenu inwestycji.

4. Wskazanie dotyczące przewidywanych zagrożeń występujących podczas realizacji robót budowlanych, określające skalę i rodzaje zagrożeń oraz miejsce i czas ich wystąpienia.

Zagrożenie podczas prac na wysokości przy montażu paneli i zasilających urządzeń elektryczne. W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

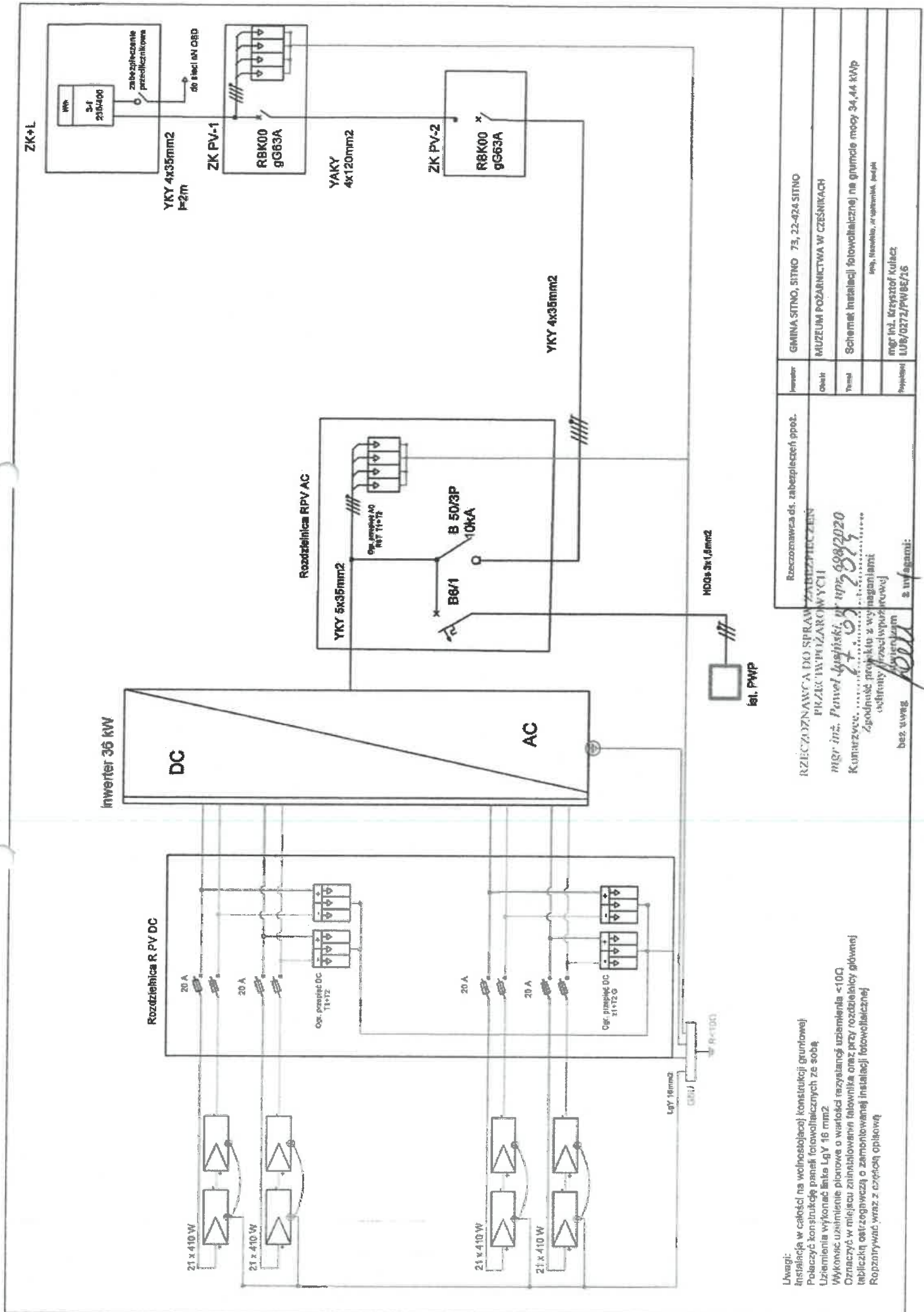
- a) stłuczeniem,
- b) skaleczeniem,
- c) porażeniem prądem elektrycznym,
- d) poparzeniem,
- e) upadkiem,

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



mgr inż. Krzysztof Kulacz

Uprawnienia budowlane do projektowania
 i kierowania robotami budowlanymi
 bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej
 w zakresie sieci instalacji i urządzeń
 elektrycznych i elektroenergetycznych
 Nr ewid.: LUB/0272/PWBE/16



Uwagi:		Rzeczoznawca ds. zabezpieczeń iprot.		Inwentarz	GMINA SITNO, SITNO 73, 22-424 SITNO
Instalacja w całości na wolnostojącej konstrukcji gruntowej		RZECZOWNIAWA DO SPRAW ZABEZPIECZENIA		Obiekty	MUZEUM POŻARNICTWA W CZESNIKACH
Połączyć konstrukcję paneli fotowoltaicznych ze sobą		PRZEK WYPOŻYCZONYCH		Temat	Schemat instalacji fotowoltaicznej na gruncie mocy 34,44 kWp
Uziemienia wykonać linka LgY 16 mm2		mgr inż. Paweł Juszyński, nr wp. 608/2020			
Wykonać uziemienie piorunowe o wartości rezystancji uziemienia <10Ω		Zgodność projektu z wymaganiami			
Oznaczyć w miejscu zainstalowania falownika oraz przy rozdzielni głównej		ochrony przeciwprądowej			
Tabliczkę ostrzegawczą o zamontowanej instalacji fotowoltaicznej		bez uwag			
Rozprzestrzenić wraz z częścią opłukową		z uwagami:		Projektant	mgr inż. Krzysztof Kulacz LUB/0272/PW05/216

INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA O MOCY 34,44 KW

KATEGORIA VIII

Gmina: Sitno

Obręb: Cześniki

Działka nr: 748

Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót (STWiOR)

INWESTOR:

GIMNA SITNO

ADRES INWESTYCJI:

22-424 SITNO, CZEŚNIKI 36

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot Specyfikacji Technicznej

Przedmiotem niniejszej specyfikacji technicznej (ST) są wymagania ogólne dotyczące wykonania i odbioru robót związanych z wykonaniem instalacji fotowoltaicznej na gruncie Działki nr 748, obręb Cześniki, należącej do Gminy Sitno, Sitno 73, 22-424 Sitno.

1.2. Zakres stosowania Specyfikacji Technicznej

Odstępstwa od wymagań podanych w niniejszej ST mogą mieć miejsce tylko w przypadkach prostych robót o niewielkim znaczeniu, dla których istnieje pewność, że podstawowe wymagania będą spełnione przy zastosowaniu metod wykonania wynikających z doświadczenia oraz uznanych reguł i zasad sztuki budowlanej.

1.3. Zakres robót objętych Specyfikacją Techniczną

Roboty, których dotyczy specyfikacja, obejmują wszystkie czynności umożliwiające i mające na celu wykonanie instalacji ogniw fotowoltaicznych w ww. gruncie. Zakres robót obejmuje:

- ✓ montaż konstrukcji pod panele PV,
- ✓ montaż paneli PV na konstrukcji,
- ✓ ułożenie tras kablowych i kabli od paneli PV do rozdzielnicy elektrycznej, modernizacja rozdzielnicy elektrycznej,
- ✓ montaż rozdzielnic PV AC, PC DC,
- ✓ wykonanie prób instalacji oraz sprawdzających prawidłowe działanie aparatury,
- ✓ uruchomienie układu i regulacje,
- ✓ szkolenie z obsługi.

Zakres prac obejmuje również:

- ✓ wykonanie niezbędnych przekopów ziemnych oraz przecisków dla tras kablowych,
- ✓ Postawienie ogrodzenia o łącznej długości ok 120m, złożonego z:
 - siatki ocynkowanej o wysokości 170 cm
 - bloczków fundamentowych, „podmurówki”,
 - bramy dwu skrzydłowej o szerokości 4m,
 - oraz furtki zamykanej na klucz

1.4. Ogólne wymagania dotyczące robót

Wykonawca robót jest odpowiedzialny za jakość ich wykonania oraz za zgodność z dokumentacją projektową i zaleceniami producenta.

Rodzaje (typy) urządzeń, osprzętu i materiałów pomocniczych zastosowanych do wykonywania instalacji powinny być zgodne z podanymi w dokumentacji projektowej. Zastosowanie do wykonania instalacji innych rodzajów (typów) urządzeń i osprzętu niż wymienione w projekcie dopuszczalne jest jedynie pod warunkiem wprowadzenia do

dokumentacji projektowej zmian uzgodnionych w obowiązującym trybie z Inspektorem Nadzoru.

2. MATERIAŁY

2.1. Wymagania ogólne

Wszystkie materiały do wykonania układu instalacji fotowoltaicznych powinny odpowiadać parametrom technicznym wyspecyfikowanym w dokumentacji projektowej i wykazach materiałowych oraz wymaganiom odpowiednich norm i aprobat technicznych.

2.2. Odbiór materiałów na budowie

Materiały należy dostarczać na budowę wraz ze świadectwami jakości, kartami gwarancyjnymi, protokołami odbioru technicznego. Dostarczone na miejsce budowy materiały należy sprawdzić pod względem kompletności i zgodności z danymi wytwórcy. W przypadku stwierdzenia wad lub nasuwających się wątpliwości mogących mieć wpływ na jakość wykonania robót, materiały należy przed ich wbudowaniem poddać badaniom określonym przez dozór techniczny robót.

2.3. Składowanie materiałów na budowie

Składowanie materiałów powinno odbywać się zgodnie z zaleceniami producentów, w warunkach zapobiegających zniszczeniu, uszkodzeniu lub pogorszeniu się właściwości technicznych na skutek wpływu czynników atmosferycznych lub fizykochemicznych. Należy zachować wymagania wynikające ze specjalnych właściwości materiałów oraz wymagania w zakresie bezpieczeństwa przeciwpożarowego.

2.4. Rodzaj materiałów

2.4.1. Panele fotowoltaiczne

Wymagania dla ogniw:

- moduł monokrystaliczny Typu PERC
- Napięcie nominalne min U_{mp} 34,70V
- Prąd nominalny min I_{mp} 11,70A
- Napięcie zwarcia min U_{oc} 41,50V
- Prąd zwarcia min. I_{sc} 12,40A
- liczba diód bypass min 3

- wytrzymałość obciążenia statyczne min 5400 Pa
- współczynnik efektywności modułu 21%
- gwarancja mechaniczna min 12 lat
- gwarancja linowa min 84% ~25 lat
- dodatnia tolerancja mocy +3%
- rama grubości minimum 30mm
- złącza typu MC4
- moduły fotowoltaiczne z listy BLOOMBERG TIER 1
- Moduły muszą być opatrzone certyfikatami zgodności z normą PEN-EN 61215 lub PN-EN 61646 lub normami równoważnymi, wydanymi przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą.

2.4.2. Inwerter

Wymagania dla inwertera:

- moc nominalna DC 54 000 Wp
 - maksymalne napięcie wejścia 1100V
 - zakres napięć 180-1000
 - Ilość niezależnych MPPT 3
 - liczba wejść DC 2
 - wysoka sprawność EURO minimum 98,2%,
 - wysoka sprawność minimum 98,%,
 - możliwość przewymiarowania nawet do 150%,
 - z modułem GSM/WIFI,
 - min. 12 lat gwarancji.
 - wyświetlacz
 - zdalny podgląd poprzez aplikację, oraz stronę ww.
 - funkcja AFCI
 - Inwerter musi posiadać potwierdzoną zgodność z wymaganiami standardów: EN 61000-6-1:4, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, IEC 61683, IEC 60068(1,2,14,30), IEC 60255
- Standardy sieciowe : VDE V 0124-100, V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, CEI 0-21/CEI 0-16, UNE 206 007-1, EN 50549, G98/G99, EN 50530 lub równoważnych.

2.4.3. System montażowy

Wymagania dla konstrukcji nośnej:

- stal w powłoce magnelis,
- elementy łączne - stal nierdzewna.
- wysoka jakość wykonania,
- min. 10 lat gwarancji.

3. SPRZĘT

Do wykonania instalacji przewiduje się użycie następującego sprzętu:

- samochód dostawczy do 0,9 t,
- samochód skrzyniowy 5 t,
- wózek widłowy lub wózek paletowy w przypadku rozładunku z samochodu z windą.

4. TRANSPORT

Materiały na budowę powinny być przywożone odpowiednimi środkami transportu, zabezpieczone w sposób zapobiegający uszkodzeniu oraz zgodnie z przepisami BHP i ruchu drogowego. Należy zwracać szczególną uwagę na rozładunek palet z modułami fotowoltaicznymi i stosować się do wskazań na opakowaniu. Wykonawca jest zobowiązany do stosowania jedynie takich środków transportu, które nie wpłyną niekorzystnie na jakość wykonywanych robót i właściwości przewożonych materiałów.

Przed planowaną dostawą materiałów bezwzględnie złożyć Zamawiającemu wniosek materiałowy z dokumentacją planowanego do wbudowania materiału.

5. WYKONANIE ROBÓT

5.1. Okablowanie i rozdzielnia.

Okablowanie po stronie DC musi być dostosowane do wymogów instalacji PV. Trasy kablowe poza konstrukcją prowadzić w korytach, wewnątrz budynku - w rurkach osłonowych. Do łączenia modułów należy stosować kable jednożyłowe giętkie w specjalnej izolacji do stosowania w systemach fotowoltaicznych. Do przewodów stosować systemowe akcesoria łączeniowe - dławiki, złącza, wtyki, itp.

Stosowane przewody muszą spełniać następujące wymagania:

- temperatura pracy od -40 C do +120 C,
- odporność na promieniowanie UV i ozon,
- odporność na środowisko kwaśne i warunki atmosferyczne (wiatr, deszcz).

Po stronie AC stosować przewody wielożyłowe miedziane lub aluminiowe w układzie TN-C w izolacji i osłonie polwinitowej 0,6/1 kV. Przekroje przewodów dobrać zgodnie z dokumentacją projektową. Obudowa ZK PV-2 powinna być termoutwardzalna z fundamentem, oraz Tablice RPV AC i RPV DC pod modułami powinny być odporne na promienie UV, oraz IP 65. Opcjonalnie dopuszcza się w miejscach chronionych przed dostępem osób niepowołanych

montaż urządzeń bezpośrednio na ścianie budynku Muzeum Pożarnictwa obok istniejącego ZK +L - osobno. Jako rozdzielnice R PV DC i AC stosować obudowy natynkowe modułowe w II klasie izolacji (IP65 dla DC i IP55 dla AC) z drzwiczkami i zamkiem patentowym lub trójkątnym.

5.2. Instalacja fotowoltaiczna.

5.2.1. Ogniwa fotowoltaiczne.

Ogniwa montować na konstrukcji wsporczej zgodnie ze planem zagospodarowania Działki numer 478, dokumentacją projektową i instrukcją montażu producenta.

5.2.2. Przemienneńnik częstotliwości.

Połączenie od falownika do rozdzielni głównej wykonać ściśle według instrukcji producenta.

5.2.3. Środki dodatkowej ochrony od porażień.

Ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym zapewni:

- zachowanie odległości izolacyjnych,
- izolacja robocza,
- samoczynne wyłączenie w układzie sieciowym.

5.2.4. Ochrona przeciwprzepięciowa.

Wszystkie elementy metalowe elektrowni PV w szczególności konstrukcja wsporcza oraz moduły muszą zostać objęte systemem uziemionych połączeń wyrównawczych: głównego (główna szyna wyrównawcza), miejscowego (dodatkowego - dla części przewodzących, jednocześnie dostępnych) i nieziemionego.

Falownik po stronie AC i DC musi być chronione ogranicznikami przepięć typ I+ II. Minimalny przekrój przewodu ochronnego do połączenia ograniczników przepięć 16 mm².

5.3. Konstrukcja wsporcza- gruntowa dwupoodporowa.

Ogniwa fotowoltaiczne montować na konstrukcji wsporczej, przy użyciu systemu montażowego. Konstrukcja wsporcza powinna zostać wypoziomowana tak, aby zamontowane moduły PV tworzyły jednorodne płaszczyzny.

Zweryfikować rozstaw podstaw konstrukcji wsporczej i ich długość, wymiary belek dociągających po wykonaniu odkrywek.

6. KONTROLA JAKOŚCI ROBÓT

6.1. Ogólne zasady

Sprawdzenie i odbiór robót powinno być wykonane zgodnie z normami i przepisami. Sprawdzeniu i kontroli w czasie wykonywania robót oraz po ich zakończeniu powinno podlegać:

- zgodność wykonania robót z dokumentacją projektową,
- prawidłowość mocowania konstrukcji i urządzeń,
- właściwe wykonanie instalacji i podłączenie urządzeń,
- wykonanie wymaganych pomiarów z przekazaniem wyników do protokołu odbioru.

6.2. Próby montażowe po zakończeniu robót

Wykonawca zobowiązany jest do przeprowadzenia pomiarów i testów określonych wymogami obowiązujących norm oraz wymaganych przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego zwanego dalej OSD, do którego sieci zostanie podłączona elektrownia, m.in. do przeprowadzenia badań:

- rezystancji izolacji,
- ciągłości połączeń obwodów,
- impedancji pętli zwarcia.

Próby należy wykonywać w podanej wyżej kolejności. Metody pomiarowe powinny być zgodne z obowiązującymi przepisami.