

PROJEKT TECHNICZNY

Projekt Instalacji Elektrycznej

Temat opracowania:

**PRZEBUDOWA I ROZBUDOWA BUDYNKU REMIZY OSP NA
ŚWIETLICĘ WIEJSKĄ W MIEJSCOWOŚCI SKRUDKI -
INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA**

Adres budowy:

Skrudki, gm. Żyrzyn, dz. nr 271
obręb 061411_2.0009 Skrudki, jedn. ewid. 061411_2 Żyrzyn
pow. puławski, woj. lubelskie

Zamawiający:

URZĄD GMINY ŻYRZYN
ul. Powstania Styczniowego 10,
24-103 Żyrzyn

Kategoria obiektu:

IX

PROJEKTANCI:		
BRANŻA	NR UPRAWNIENÍ	PODPIS
INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Opracował: mgr inż. Krzysztof Jaworski nr upr. LUB/0035/PBE/19	
	Sprawdził: mgr inż. Arkadiusz Karwat nr upr. LUB/0212/POOE/11	

LISTOPAD 2023

Spis zawartości opracowania

[illegible]

Nazwa zamierzenia budowlanego	PRZEBUDOWA I ROZBUDOWA BUDYNKU REMIZY OSP NA ŚWIETLICĘ WIEJSKĄ W MIEJSCOWOŚCI SKRUDKI - INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA
Adres obiektu budowlanego	Skrudki, gm. Żyrzyn, dz. Nr 271 obręb 061411_2.0009 Skrudki, jedn. ewid. 061411_2 Żyrzyn pow. puławski, woj. lubelskie
Inwestor	URZĄD GMINY ŻYRZYN ul. Powstania Styczniowego 10, 24-103 Żyrzyn

OŚWIADCZENIE

Zgodnie z art.29.ust.4 pkt. 3a oraz z art.29.ust. pkt.3c ustawy z dnia 07.07.1994r.

„Prawo budowlane” (tekst jednolity Dz.U. 2023r. Poz. 682, 553, 967)

moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej nie przekracza mocy 50kW i
wysokość instalowanych urządzeń nie przekracza 3m.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie wymaga decyzji o pozwoleniu na budowę oraz zgłoszenia. Ponieważ moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej jest większa niż 6,5 kW, stosuje się obowiązek uzgodnienia z rzeczoznawcą do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej projektu tych urządzeń oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej

Opracował: mgr inż. Krzysztof Jaworski nr upr. LUB/0035/PBE/19	Branża: INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Data:	Podpis:
Sprawdził: mgr inż. Arkadiusz Karwat nr upr. LUB/0212/POOE/11	Branża: INSTALACJE ELEKTRYCZNE	Data:	Podpis:

6.1. PODSTAWA OPRACOWANIA:

Podstawą formalną opracowania jest:

- Uzgodnienia z Inwestorem
- Inwentaryzacja stanu istniejącego
- Obowiązujące przepisy i normy

Instalacje elektryczne zostały zaprojektowane w oparciu o następujące przepisy, m.in.:

- Ustawa z dnia 7.07.1994.- Prawo budowlane / Dz. U. Nr 89, poz. 414/. Tekst jednolity Dz.U.z 2023r. Poz. 682, 553, 967 wraz z późniejszymi zmianami
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (t. j. Dz. U. 2022 poz. 2057 z późn. zm.)
- Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemie oceny zgodności i nadzoru rynku (t.j. Dz. U. 2022 poz. 1854 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t. j. Dz. U. 2022 poz. 1225 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (/Dz. U. 2010 nr 109 poz. 719/. Tekst jednolity Dz.U.2023 poz. 822 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 5 sierpnia 2023 r. w sprawie uzgadniania projektu zagospodarowania działki lub terenu, projektu architektoniczno-budowlanego, projektu technicznego oraz projektu urządzenia przeciwpożarowego pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. 2023 poz. 1563 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Tekst jednolity Dz. U. 2022 poz. 1679 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. 2003 nr 120 poz. 1126 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (/Dz.U. 2016 poz. 1966 /Tekst jednolity Dz.U.2023 poz. 873 z późn. zm.)
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach energetycznych (Tekst jednolity Dz. U. 2021 poz. 1210 z późn. zm.),
- Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 1 lipca 2022 r. w sprawie szczegółowych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz. U. 2022 poz. 1392 z późn. zm.)
- Rozporządzenie CPR (Parlamentu Europejskiego i Rady UE NR 305/2011 z dnia 9 marca 2011r)
- obowiązujące normy

6.2. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest *projekt instalacji fotowoltaicznej o mocy ok. 10,79kW zainstalowanej na dachu budynku Remizy OSP na działce nr 271, Skrudki, gm. Żyrzyn, pow. Puławski, woj. lubelskie*

6.3. ZAKRES OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie obejmuje swym zakresem:

- Projekt instalacji fotowoltaicznej
- Usytuowanie modułów PV, dobór inwertera i optymalizatorów
- Prognozę produkcji rocznej przez projektowany system

6.4. OPIS OGÓLNY PROJEKTOWANEJ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

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 inwerter trójfazowy. Wyprodukowana przez system energia elektryczna będzie zużywana przez urządzenia elektryczne na miejscu a nadwyżka będzie wprowadzona do sieci elektroenergetycznej. Przewidywana roczna produkcja energii elektrycznej dla projektowanej instalacji wynosi około 10 000,00 kWh/rok.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna rozmieszczona będzie na dachu Budynku Remizy OSP, zgodnie z rys. E1 „Plan rozmieszczenia instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku”. Odległość paneli fotowoltaicznych od granicy działki wynosi min. 4,0m. Budynek remizy OSP jest budynkiem niskim niemieszkalnym PM w technologii murowanej. Pokrycie dachowe z blachy. Dach - dwuspadowy, kąt nachylenia połaci 35,6°.

6.5. DOBÓR URZADZEŃ

Panele fotowoltaiczne o minimalnych parametrach:

- monokrystaliczny moduł PERC
- skrzynka przyłączeniowa: IP68, 3 diody
- przewód sieciowy: 4 mm², 1200 mm długości
- wymiary: ok. 1722 x 1134 x 30 mm
- temperatura pracy: -35°C ~+75°C
- tolerancja mocy: 0 ~+5W
- klasa bezpieczeństwa: klasa II
- odporność ogniowa: UL typ 1 / klasa c
- moc maksymalna (P_{max}/W): 415 (STC), 314 (NOCT)
- napięcie obwodu otwartego (V_{oc}/V): 37,45 (STC), 35,37 (NOCT)

- prąd zwarcia (I_{sc}/A): 14,02 (STC), 11,22 (NOCT)
- napięcie przy mocy maksymalnej (V_{mp}/V): 31,61 (STC), 29,89 (NOCT)
- natężenie przy mocy maksymalnej (I_{mp}/A): 13,13 (STC), 10,50 (NOCT)
- sprawność modułu (%): 21 %
- standardowe warunki pomiaru (STC): natężenie promieniowania 1000 W/m², temperatura ogniwa 25°C, widmo słoneczne AM1,5
- nominalna temperatura pracy ogniwa (NOCT): natężenie promieniowania 800 W/m², temperatura otoczenia 20°C, widmo słoneczne AM1,5, wiatr 1 m/s
- maksymalne obciążenie statyczne, przód: 5400 Pa
- maksymalne obciążenie statyczne, tył: 2400 Pa

Inwerter 3-FAZOWY o minimalnych parametrach

- Kompatybilność z optymalizatorem
- Maksymalna moc paneli fotowoltaicznych -12 000W
- Maksymalne napięcie prądu stałego -1100V
- Napięcie startu -160V
- Zakres napięcia -140V-980V
- Prąd roboczy -11A
- Prąd zwarcia -15A
- Ilość MPPT -2
- Ilość ciągów na MPP -1
- Moc wyjściowa -8000W
- Maksymalna moc wyjściowa -8800VA
- Prąd wyjściowy 13,5A
- Napięcie nominalne prądu przemiennego; zakres pracy -230V/400V; 320-480V
- Częstotliwość prądu przemiennego; zakres pracy -50Hz60Hz \pm 5Hz
- Regulowane przesunięcie współczynnika mocy -0.8 wiodący...0.8 indukcyjny
- THDI -<3%
- Połączenie AC -3 Fazy / L+N+PE
- Sprawność europejska -98%
- Zabezpieczenie przed odwróconą polaryzacją
- Zabezpieczenie przed pracą wyspową
- Rozłącznik DC
- Monitorowanie stanu izolacji
- Ochrona przeciwprzepięciowa DC -Klasa II
- Ochrona przeciwprzepięciowa AC -Klasa II
- Zabezpieczenie przeciwzwarciowe AC
- Monitorowanie prądu różnicowego -Tak
- Temperaturowy zakres pracy -25°C ... +60°C
- Stopień ochrony IP -IP65
- Interfejsy:RS485 / USB / WiFi / GPRS / RS / LAN

Inteligentny optymalizator PV o minimalnych parametrach

- Znamionowa moc wejściowa 450W
- Zakres napięcia roboczego MPPT 10-80V
- Prąd zwarcia I_{sc} 14,5A

- Kategoria przeciwprzepięciowa II
- Maksymalne napięcie wyjściowe 80V
- Maksymalny prąd wyjściowy 15A
- Bocznikowane wyjścia
- Napięcie wyjściowe przy otwartym obwodzie lub wyłączonym falowniku 0V
- Złącza wejścia / wyjścia MC4
- Stopień ochrony IP68
- Zakres temperatury pracy -40 do +80

6.6. BUDOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Instalacja fotowoltaiczna o mocy ok. 10,79kWp zaprojektowana została na dachu budynku remizy OSP. Moduły fotowoltaiczne zostaną podzielone na stringi. Z uwagi na budowę dachu oraz występowanie elementów zacieniających przewidziano pełną optymalizację.

Optymalizator zwiększa produkcję energii poprzez śledzenie maksymalnego punktu mocy (MPPT) dla każdego panela. Umożliwia utrzymanie wysokiego napięcia w obwodzie co przekłada się na zwiększoną wydajność falownika. Ponadto każdy optymalizator mocy wyposażony jest w system SafeDC, który automatycznie redukuje napięcie obwodu do napięcia bezpiecznego, gdy dojdzie do wyłączenia sieci, inwertera lub pożaru. Rozłożenie paneli na dachu oraz proponowana lokalizacja montażu falownika i rozdzielnic AC, DC zostały przedstawione na Rys. E1 „Plan rozmieszczenia instalacji fotowoltaicznej”. Odległość paneli fotowoltaicznych od inwertera przekracza 10m, wobec czego zaprojektowano dodatkowe rozdzielnice PV DC z ogranicznikami przepięć zlokalizowane bezpośrednio przy modułach PV.

Ważne- należy zaznaczyć, że wyżej wskazane przyłączenie stringów do zastosowanego inwertera nie musi być identyczne z zastosowanym innym panelem i inwerterem. W przypadku zmiany konieczna jest zatem ponowna analiza w celu poprawnej pracy instalacji.

Dobrane zostało 26 szt. paneli fotowoltaicznych o mocy 415 Wp każdy w technologii monokryształu. Dobrany został inwerter o mocy wyjściowej 8,0 kW. Instalacja musi być wyposażona w układ monitorowania pracy i produkcji energii elektrycznej. Monitoring musi być realizowany poprzez sieć Internet (opracowanie nie obejmuje swym zakresem przyłącza i instalacji teletechnicznej). Panele połączone będą w dwa szeregi 10 modułów + 16 modułów. Panele będą podłączone specjalnym przewodem fotowoltaicznym 1,0/1,5kV o minimalnej średnicy 4 mm². Przewód fotowoltaiczny należy prowadzić w rurach karbowanych, giętkich, dwuściennych, nierozprzestrzeniających ognia, wykonana z PCV odpornego na UV o

odporności na ściskanie 750N, zakres temperatur pracy min. do -25°C, pod panelami przewody prowadzić tak aby chronić go przed przetarciem i szkodliwym promieniowaniem UV. Przy MPPT wejściach gdzie będą podłączone stringi dodatkowo należy każdy string zabezpieczyć bezpiecznikiem gPV którego wielkość prądu **In** musi spełniać następującą nierówność,

$$2,4 \cdot I_{sc} \geq I_n \geq 1,4 I_{sc}$$

Zabezpieczenie powyższe chroni panel przed nadmiernym prądem wstecznym.

Falownik zlokalizowany zostanie w pomieszczeniu nr 7 kotłownia, obok tablicy rozdzielczej budynku. Zasilanie inwertera instalacji fotowoltaicznej wykonać zasilaczem kablowym 5x6mm² w klasie B2ca-s1b,d1,a1 o izolacji 450/750V, wyprowadzonym z tablicy rozdzielczej budynku. W tym celu tablicę TG należy doposażyć w zabezpieczenie instalacji PV po stronie AC – wyłącznik nadprądowy S303C16A oraz wyłącznik różnicowoprądu In=63A o prądzie różnicowym 100mA. Falownik znajduje się w odległości mniejszej niż 10m od tablicy głównej budynku remizy TG, która wyposażona jest w ogranicznik przepięć typ I+II.

Rozdzielnica DC instalacji fotowoltaicznej w wykonaniu natynkowym 1x12mod, IP65 o izolacji 1000V DC. W rozdzielnicy DC instalacji fotowoltaicznej przewidziano montaż następujących urządzeń dla każdego z dwóch równolegle połączonych stringów:

- zabezpieczenia nadprądowe - rozłączniki bezpiecznikowe RT18Z-32X-2P o napięciu znamionowym 1000 V DC, liczba biegunów 2x2P, rodzaj wkładki 4x topikowa gG ø 10x38
- zabezpieczenie przeciwprzepięciowe DC T1+T2 1000V DC

Dodatkowe rozdzielnice DC instalacji fotowoltaicznej zlokalizowane przy modułach PV w wykonaniu natynkowym 1x12mod, IP68 o izolacji 1000V DC wyposażone w zabezpieczenie przeciwprzepięciowe DC T1+T2 1000V DC .

Montaż poszczególnych elementów instalacji fotowoltaicznej oraz aparatów wykonać zgodnie z DTR producenta.

Dla instalacji fotowoltaicznej należy wykonać instalację połączeń wyrównawczych. W tym celu wszystkie elementy systemu PV (moduły i konstrukcje) zmostkować żółto-zielonym przewodem LGY 1x6mm², a następnie najkrótszą drogą sprowadzić z dachu żółto-zielonym przewodem LGY 1x16mm² do rozdzielnicy DC, dalej do falownika, rozdzielnicy AC i szyny wyrównawczej PE budynku. Rezystancja uziemienia nie powinna przekraczać wartości $R_A \leq 10\Omega$, co należy potwierdzić pomiarami.

Na budynku remizy OSP przewidziano montaż instalacji odgromowej (projekt instalacji odgromowej objęty został odrębnym opracowaniem). Na etapie montażu instalacji fotowoltaicznej należy przeprowadzić analizę rozwiązań pod kątem dostosowania instalacji odgromowej. **Należy zachować wymagany odstęp separacyjny pomiędzy instalacją odgromową a instalacją PV.**

6.7. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA

Systemem instalacji elektrycznej w obrębie budynku remizy OSP TN-S. Jako ochronę przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) w projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowano izolowanie części czynnych oraz stosowanie obudów o odpowiednim stopniu IP. Jako środek ochrony przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania za pomocą bezpieczników oraz wyłączników nadprądowych. Ochrona uzupełniająca przed dotykiem pośrednim zapewniona jest poprzez połączenia wyrównawcze główne oraz dodatkowe. Ochronie podlegają części przewodzące dostępne urządzeń elektrycznych, na których w warunkach awaryjnych może pojawić się niebezpieczne napięcie dotyku. W rozdzielnicy głównej budynku TG, dla ochrony instalacji fotowoltaicznej zastosowano ponadto wyłącznik różnicowo-prądowy $I_n=63A$ o prądzie różnicowym $\Delta I_n=100mA$. Należy zwrócić szczególną uwagę aby w obwodzie za wyłącznikiem ochronnym (różnicowo-prądowym) nie było połączeń przewodu PE z przewodem N.

Wszystkie połączenia i przyłączenia przewodów biorących udział w ochronie przed porażeniem elektrycznym powinny być wykonane w sposób pewny, trwałe w czasie, chroniący przed korozją. Rezystancja uziemienia budynku nie powinna przekraczać wartości $R_A \leq 10\Omega$, co należy potwierdzić pomiarami. Po wykonaniu robót skuteczność ochrony należy potwierdzić wykonując niezbędne próby i pomiary parametrów instalacji elektrycznych. Protokoły pomiarów przekazać użytkownikowi instalacji.

6.8. PRZEGLĄDY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Przeglądy okresowe instalacji fotowoltaicznej zaleca się wykonywać w zakresie i czasookresach zgodnych z poniższą tabelą. Dopuszcza się zmianę zakresów przeglądów okresowych zgodnie z zaleceniami dtr producenta urządzeń.

Czynność*	Częstotliwość	Kto wykonuje?
Kontrola wzrokowa konstrukcji wsporczej, modułów fotowoltaicznych i falowników	raz w roku	inwestor/serwis
Szczegółowa diagnostyka falownika	co 5 lat	serwis
Czyszczenie radiatorów falownika	raz w roku	inwestor/serwis
Sprawdzenie połączeń wtykowych i śrubowych DC/AC	po pierwszym roku, potem co 5 lat	serwis
Sprawdzenie urządzeń zabezpieczających	po pierwszym roku, potem co 5 lat	serwis
Sprawdzenie konstrukcji wsporczej, zacisków modułów fotowoltaicznych	po pierwszym roku, potem co 5 lat	serwis
Sprawdzenie stopnia zabrudzenia modułów PV (w razie potrzeby wykonać czyszczenie)	co kwartał	inwestor/serwis
Pomiary kontrolne (w tym minimum: napięcie obwodu otwartego, prąd zwarcia, rezystancja izolacji, ochrona przeciwporażeniowa)	co 5 lat	serwis
Sprawdzenie monitoringu pracy instalacji	co kwartał	inwestor/serwis

* Pełen zakres przeglądów serwisowych i częstotliwość zawsze należy odnieść do wytycznych producentów poszczególnych komponentów.

6.9. OBLICZENIA

6.9.1. Obliczenie przekroju przewodu DC łączącego panele w stringi.

l-Maksymalna długość przewodu DC jednego szeregu – 40 m

Maksymalny spadek napięcia – mniej niż 1%

U- napięcie stringu 478 V

P- moc stringu- 5024 W

S-przekrój żyły

„λ”- konduktywność przewodu

L-długość przewodu- 50 m

$$S = \frac{200 * P * L}{\Delta U * \lambda * U^2}$$

$$S = 200 * 40 * 5024 / 58 * (478)^2 = 3,0 \text{ mm}^2$$

Przyjęto minimalny przekrój przewodu DC łączącego panele w stringi 4 mm².

6.9.2. DOBÓR KABLA WLZ ZASILAJĄCEGO FALOWNIK







Moc szczytowa	$P_{sz} = 8000kW$
Współczynnik mocy	$\cos\Phi = 0,86$
Dopuszczalny spadek napięcia	$\Delta u < 1\%$
Całkowita długość linii kablowej	ok. 10mb
Prąd szczytowy	$I_{sz} = 13,4 A$

$$I_{sz} = \frac{P_{sz}}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi} = \frac{8000W}{\sqrt{3} * 400V * 0,86} = 13,4A$$

Dobór kabla ze względu na obciążalność długotrwałą

Do zasilenia rozdzielnic AC instalacji fotowoltaicznej dobiera się kabel miedziany **5x6mm²** w klasie B2ca-s1b,d1,a1 o izolacji 450/750V prowadzony w rurze osłonowej pod tynkiem. Obciążalność prądowa długotrwała kabla wynosi 34A. Zabezpieczenie linii kablowej – S303C16A.

Tabela 5. Obciążalności prądowe długotrwałe, w amperach, dla sposobów wykonania instalacji A1, A2, B1, B2, C i D (wg PN-IEC 60364-5-523:2001)
Izolacja PVC, żyły miedziane
Temperatura żył: 70°C
Temperatura otoczenia: 30°C w powietrzu
20°C w ziemi

Przekrój znamionowy żyły mm ²	3 żyły obciążone					
						
	Sposób A1	Sposób A2	Sposób B1	Sposób B2	Sposób C	Sposób D
1,5	13,5	13	15,5	15	17,5	18
2,5	18	17,5	21	20	24	24
4	24	23	28	27	32	31
6	31	29	36	34	41	39
10	42	39	50	46	57	52
16	56	52	68	62	76	67
25	73	68	89	80	96	86

$$I_{sz} \leq I_n \leq I_z \quad \text{oraz} \quad 1,6I_n \leq 1,45 * I_z$$

$$13,4 A < 16A < 34A \quad \text{oraz} \quad 25,6A < 49,3A$$

- **Sprawdzenie spadków napięcia:**

$$\Delta U = \frac{100 * P_{sz} * l}{\gamma * s * U^2} = \frac{100 * 8000W * 10m}{56 * 6mm^2 * 400^2} = 0,15\%$$

Obliczeniowy spadek napięcia wynosi 0,15%

- **Sprawdzenie skuteczności samoczynnego wyłączenia zasilania:**

Oporność pętli zwarcia wynosi $R = 0,06 \Omega$

$$R = \frac{2 * l}{\gamma * s} = \frac{2 * 10m}{56 * 6mm^2} = 0,06\Omega$$

Obliczeniowy prąd zwarcia wynosi: $I_{zw}=3,07kA$

$$I_{zw} = \frac{U_f}{1,25 * R} = \frac{230V}{1,25 * 0,06} = 3,07kA$$

Dla linii zasilającej falownik instalacji fotowoltaicznej przyjęto czas wyłączenia 0,4s. Prąd wyłączenia $I_{wył}$ dla czasu wyłączenia 0,4s dla S303C16A/400V wynosi 160A.

Warunek samoczynnego wyłączenia zasilania jest zapewniony, co należy potwierdzić pomiarami po wykonaniu prac montażowych.

$$I_{zw} > I_{wył}$$

Kabel miedziany 5x6mm² ułożony w rurze osłonowej pod tynkiem odpowiada wymaganiom przepisów dotyczących doboru kabli ze względu na obciążalność długotrwałą, dopuszczalne spadki napięć oraz skuteczność ochrony przeciwporażeniowej.

7. UWAGI KOŃCOWE

- Całość prac należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz normami, w sposób estetyczny i uporządkowany, z zachowaniem jak najwyższego poziomu profesjonalizmu i kultury technicznej.
- Roboty powinny być realizowane pod czynnym kierownictwem osoby uprawnionej zgodnie z wymogami Prawa budowlanego.
- Budynek należy wyposażać w gaśnice (przy falowniku zastosować gaśnicę proszkową ABC)
- Obiekt należy oznakować zgodnie z normą PN-HD 60364-7-712:2016 lub równoważną w następujących miejscach:
 - w rozdzielni głównej budynku
 - w złączu pomiarowym obok głównego licznika energii
 - obok głównego wyłącznika
 - w rozdzielnicy, w której przyłączona jest instalacja fotowoltaiczna do instalacji elektrycznej budynku
 - zalecane jest, aby w tym miejscu wisiał schemat instalacji o której pisano w poprzednim punkcie.

- Należy wykonać dokumentację powykonawczą w wersji elektronicznej edytowalnej oraz papierowej potwierdzonej przez wykonawcę za zgodność ze stanem faktycznym wykonania robot.
- Należy wykonać stosowne badania wykonanych instalacji elektrycznych w zakresie prób odbiorczych m. in. pomiary rezystancji izolacji, rezystancji uziemień, skuteczności ochrony przed dotykiem, pomiary instalacji niskoprądowych. Z przeprowadzonych badań i prób sporządzić protokoły. W przypadku, gdy wynik którejkolwiek próby jest niezgodny z normą, to próbę tą i próby poprzedzające, jeżeli mogą mieć wpływ na jej wynik, należy powtórzyć po usunięciu przyczyny niezgodności
- Przy wykonywaniu wszystkich pomiarów odbiorczych i eksploatacyjnych należy przestrzegać następujących zasad:
 - ☐ pomiary powinny być wykonywane w warunkach identycznych lub zbliżonych do warunków normalnej pracy podczas eksploatacji urządzeń czy instalacji,
 - ☐ przed przystąpieniem do pomiarów należy sprawdzić prawidłowość funkcjonowania przyrządów (kontrola, próba itp.),
 - ☐ przed przystąpieniem do pomiarów należy zapoznać się z dokumentacją techniczną celem ustalenia poprawnego sposobu wykonania badań.
 - ☐ przed rozpoczęciem pomiarów należy dokonać oględzin badanego obiektu dla stwierdzenia jego kompletności, braku usterek oraz prawidłowości wykonania i oznakowania, sprawdzenia stanu ochrony podstawowej, stanu urządzeń chronnych oraz prawidłowości połączeń,
 - ☐ Przed przystąpieniem do pomiarów należy dokonać niezbędnych ustaleń i obliczeń warunkujących: wybór poprawnej metody pomiaru, jednoznaczność kryteriów oceny wyników, możliwość popełnienia błędów czy uchybów pomiarowych, konieczność zastosowania współczynników poprawkowych do wartości zmierzonych.
 - ☐ nie należy bez potrzeby dotykać bezpośrednio części czynnych i części przewodzących oraz części obcych, pamiętając, że ochrona przeciwporażeniowa może być niesprawna.
 - ☐ należy pamiętać, że urządzenia charakteryzujące się dużą pojemnością, jak kable i kondensatory po wyłączeniu napięcia zagrażają jeszcze porażeniem.
- Badania powinna być zakończone wystawieniem protokołu z przeprowadzonych badań i pomiarów. Protokół z prac pomiarowo - kontrolnych powinien zawierać:
 - ☐ nazwę firmy wykonującej pomiary i numer protokołu,
 - ☐ nazwę badanego urządzenia, jego dane znamionowe i typ układu sieciowego,
 - ☐ miejsce pracy badanego urządzenia,
 - ☐ rodzaj i zakres wykonanych pomiarów,
 - ☐ datę ich wykonania,

- ☐ nazwisko osoby wykonującej pomiary i rodzaj posiadanych uprawnień,
- ☐ dane o warunkach przeprowadzania pomiarów,
- ☐ spis użytych przyrządów i ich numery,
- ☐ szkice rozmieszczenia badanych urządzeń, uziomów i obwodów, lub inny sposób jedno- znacznej identyfikacji elementów badanej instalacji,
- ☐ liczbowe wyniki pomiarów,
- ☐ uwagi, wnioski i zalecenia wynikające z oględzin przeprowadzonych zgodnie z wymaganiami normy i spostrzeżeń poczynionych podczas wykonywanych sprawdzeń instalacji,
- ☐ konstruktywny wniosek końcowy.
- Ponadto Wykonawca robot powinien:
 - ☐ zapoznać się z opisami technicznymi oraz rozwiązaniami montażowymi i konstrukcyjnymi zawartymi w projekcie przed przystąpieniem do robot,
 - ☐ opracować harmonogram robót, uzgodnić go i ściśle współpracować z Inwestorem,
 - ☐ przestrzegać zasad BHP w czasie wykonywania prac,
 - ☐ zwrócić szczególną uwagę na jakość oraz estetykę wykonania, w tym stosowanie maksymalnie zasady układania przewodów w liniach poziomych i pionowych do ścian i stropów, układania przewodów w liniach prostych, równoległe do siebie w równych odległościach itp.
 - ☐ końcówki kabli i przewodów z żyłami typu „linka” podłączać wyłącznie z zastosowaniem typowych dla danego przekroju złączy i końcówek tulejkowych.
 - ☐ stosować czytelne opisy i oznaczenia, odpowiednie z wymaganiami przepisów oraz ogólnie przyjętymi zasadami dotyczącymi oznaczania faz, uziemień, urządzeń, kolorów izolacji przewodów roboczych, neutralnych, ochronnych i uziemiających itp.
 - ☐ w rozdzielnicach i szafach sterowniczych stosować koryta kablowe i inne organizery oraz mocowania kabli i przewodów,
 - ☐ w rozdzielnicach stosować szyny zbiorcze lub typowe bloki rozdzielcze do rozgałęziania torów prądowych.
 - ☐ stosować w sposób maksymalny typowe mocowania przewodów i osprzętu, chyba że projekt zakłada inaczej.
 - ☐ unikać materiałów nie przystosowanych i nie przewidzianych przez producenta systemu do zastosowań w instalacjach elektrycznych (rur, gwoździ, drutów itp.)
 - ☐ dopuszczać do prac montażowych wyłącznie personel wykwalifikowany, przeszkolony pod względem merytorycznym w zakresie wykonywanej pracy jak i BHP.

- ☐ stosować ściśle wytyczne montażowe zawarte przez producentów w DTR montowanych urządzeń.
- Wszelkie uzasadnione i obiektywne wątpliwości związane z przedmiotowym zakresem robót zgłaszać przed ich realizacją Inwestorowi, użytkownikowi i projektantowi, z wnioskiem o ich wyjaśnienie. Wniosek powinien zawierać szczegółowy i precyzyjny opis problemu sformułowany językiem technicznym, ze wskazaniem graficznym jeśli dotyczy rozwiązań rysunkowych. Wniosek dotyczący sugerowanych rozwiązań zamiennych powinien zawierać propozycję wykonawcy, opracowaną w sposób opisany powyżej.
- Do obowiązków Wykonawcy należy również:
 - ☐ protokolarne przejęcie od inwestora i odpowiednie zabezpieczenie terenu prowadzenia prac wraz ze znajdującymi się na nim obiektami budowlanymi i urządzeniami technicznymi,
 - ☐ koordynowanie realizacji zadań zapobiegających zagrożeniom bezpieczeństwa i ochrony zdrowia,
 - ☐ wstrzymanie robót w przypadku stwierdzenia możliwości powstania zagrożenia oraz bezzwłoczne zawiadomienie o tym inwestora,
 - ☐ zgłaszanie inwestorowi do sprawdzenia lub odbioru wykonanych robót ulegających zakryciu,
 - ☐ przygotowanie dokumentacji powykonawczej instalacji,
 - ☐ zapewnienie usunięcia stwierdzonych wad.
- Wykonawca zobowiązany jest zrealizować roboty zgodnie z projektem oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej.
- Jeżeli w toku realizacji prac pojawią się jakieś nieprawidłowości to wykonawca każdorazowo musi odpowiednio zareagować. Niezależnie od tego co jest źródłem tych nieprawidłowości to obowiązkiem wykonawcy jest minimalizacja ewentualnych szkód. Kontynuowanie prac według dotychczasowego sposobu i narażanie obiektu budowlanego na dalsze uszkodzenia oznacza wadliwość prowadzenia robót budowlanych przez wykonawcę.
- Każde działanie Wykonawcy, które w sposób istotny będzie niezgodne z projektem i nie zostanie uzgodnione z inwestorem oraz projektantem będzie traktowane jako działanie samowolne. Za wszelkie skutki takiego działania pełną odpowiedzialność ponosi wykonawca.
- W przypadku nie wyszczególnienia w dokumentacji projektowej jakiegoś materiału / urządzenia lub roboty oraz w przypadku konieczności zastosowania innej ilości niż podano w dokumentacji, a realizacja zadania w zakresie przewidzianym w dokumentacji wymaga ich nakładu obowiązkiem wykonawcy pozostaje dostarczenie i zamontowanie materiału / urządzenia lub wykonania roboty w ramach ceny ryczałtowej kontraktu przewidzianej w umowie.

- Konfiguracja urządzeń zostanie zrealizowana przez Wykonawcę po dokonaniu obowiązkowych uzgodnień z Zamawiającym.
- Wykonawca ma obowiązek wykonać poszczególne instalacje zgodnie z wymaganiami opisanymi w dokumentacji projektowej, a jeśli którykolwiek z dokumentów normalizacyjnych uległ aktualizacji wg nowych aktualnych wymagań. (W przypadku powołań normatywnych niedatowanych obowiązuje najnowsze wydanie cytowanej normy lub równoważnej.)
- Zastosowane przy wykonywaniu instalacji wyroby budowlane muszą posiadać stosowne atesty i dopuszczenia do stosowania w budownictwie na terytorium RP.
Dopuszcza się zastosowanie materiałów zamiennych o parametrach równoważnych. Przed wbudowaniem materiałów należy przedłożyć do akceptacji Inwestora stosowne wnioski materiałowe,
- Prace przy czynnych urządzeniach energetycznych wykonywać po zgłoszeniu służbom utrzymania ruchu zakładu oraz po dopuszczeniu wykonawcy do prac zgodnie z obowiązującymi procedurami,
- Prace powinny być wykonywane przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia i kwalifikacje,
- W pobliżu urządzeń infrastruktury podziemnej prace wykonywać ręcznie z zachowaniem szczególnej ostrożności,
- Przepusty instalacyjne przez ściany, przegrody stanowiące oddzielenia stref pożarowych uszczelnić przeciwpożarowo materiałami niepalnymi o odpowiedniej odporności ogniowej

8. BEZPIECZEŃSTWO I OCHRONA ZDROWIA -INFORMACJA

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej o mocy ok. 10,79kW zainstalowanej na dachu budynku Remizy OSP na działce nr 271, Skrudki, gm. Żyrzyn, pow. Puławski, woj. lubelskie

Zakres robót dla projektowanego zamierzenia budowlanego:

Niniejsze opracowanie obejmuje swym zakresem:

- Projekt instalacji fotowoltaicznej
- Usytuowanie modułów PV, dobór inwerterów
- Prognozę produkcji rocznej przez projektowany system

Wykonywane będą następujące roboty budowlane:

- roboty ogólnobudowlane – budowa linii kablowej w/z, wykonanie tras kablowych, wykonanie przepustów w ścianach, rozproszanie przewodów w rurach osłonowych
- montaż rozdzielnic DC, montaż aparatów elektrycznych
- montaż paneli fotowoltaicznych, inwertera;
- montaż instalacji uziemiającej oraz połączeń wyrównawczych
- pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej i stanu izolacji,
- pomiary instalacji uziemiającej, ciągłości i skuteczności połączeń wyrównawczych,
- prace wykończeniowe

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

- Prace będą wykonywane w pobliżu instalacji wodociągowej
- Prace będą wykonywane w pobliżu instalacji elektrycznych będących pod napięciem
- Prace będą wykonywane w pobliżu instalacji i sieci uzbrojenia terenu

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

W trakcie wykonywania robót istnieje zagrożenie:

- uszkodzenia ciała: stłuczenia, skaleczenia, złamania;
- uderzenia przez spadające przedmioty
- uszkodzenia ciała przez ostre krawędzie i wystające przedmioty;
- porażenia prądem elektrycznym;
- poparzenia;
- upadkiem z wysokości;
- wypadkiem komunikacyjnym;
- wypadkiem z udziałem urządzeń transportu bliskiego
- wpadnięciem do wykopu

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

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

Przed przystąpieniem do realizacji 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 przeprowadzenia szkolenia.

Pracownicy przed przystąpieniem do robót powinni:

- posiadać aktualne badania lekarskie;
- posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne (w zależności od rodzaju wykonywanych prac);
- posiadać odpowiednie zaświadczenia kwalifikacyjne UDT do obsługi urządzeń transportu bliskiego (w zależności od rodzaju wykonywanych prac)
- posiadać potwierdzenie szkolenia okresowego BHP:
 - instruktaż ogólny – po przyjęciu pracownika do pracy
 - instruktaż stanowiskowy – przed przystąpieniem do pracy na placu budowy

Przed przystąpieniem do robót stwarzających szczególne zagrożenie dla życia i zdrowia należy każdorazowo przeprowadzić szkolenie dla pracowników związanych z tymi robotami. Świadectwa odbycia szkolenia powinny znajdować się w aktach osobowych pracownika lub odnotowane w dzienniku

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

Wszelkie prace należy prowadzić zgodnie z obowiązującymi przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy, używając sprawnych technicznie narzędzi i atestowanych materiałów zgodnie z ich specyfikacjami. Roboty budowlane i montażowe muszą być wykonywane zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych określonych w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 06.02.2003r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz.U. 2003 nr 47 poz. 401 z późniejszymi zmianami) oraz zgodnie z zasadami ustalonymi w przepisach dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych, opublikowanych w Rozporządzeniu Ministra Energii z dnia 28 sierpnia 2019 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach

energetycznych (Dz.U. 2019 poz. 1830 z późniejszymi zmianami). W szczególności należy zwrócić uwagę na:

- stosowanie odpowiednich środków ochrony indywidualnej
- poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsca pracy;
- poprawne przygotowanie i organizacja pracy na wysokości
- poprawne przygotowanie, zabezpieczenie i oznakowanie miejsc składowania materiałów
- oznakowanie placu manewrowego
- oznakowanie i zabezpieczenie wykopów i przestrzeni otwartych
- oznakowanie i zabezpieczenie przestrzeni otwartych na wysokościach,
- wyłączenie spod napięcia urządzeń, przy których będą wykonywane prace;
- uniemożliwienie dokonania zmian środków ochrony i zabezpieczeń przez osoby nieupoważnione;
- wykonywanie prac przez co najmniej dwie osoby;
- zastosowanie narzędzi i sprzętu ochronnego, posiadających aktualne świadectwa i oznaczenia prób okresowych w zakresie określonym w polskich normach i dokumentacji producenta;
- sprawdzenie stanu technicznego narzędzi pracy i sprzętu ochronnego bezpośrednio przed jego użyciem;
- sprawdzenie poprawności wykonania przerw izolacyjnych w obwodach wyłączanych spod napięcia;
- zastosowanie zabezpieczeń przed przypadkowym załączeniem napięcia;
- sprawdzenie braku napięcia w wyłączonym obwodzie;
- uziemienie wyłączanego obwodu

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

- zakres, rodzaj, miejsce i termin wykonania prac;
- środki i warunki bezpiecznego wykonania prac;
- liczbę pracowników skierowanych do pracy;
- dane osobowe (wraz ze stanowiskiem służbowym) pracowników odpowiedzialnych za organizację i wykonanie pracy, pełniących funkcje: koordynującego, dopuszczającego, kierownika robót;
- planowane przerwy w pracy.

Prace rozruchowe i próby techniczne urządzeń i instalacji powinny być prowadzone z wymaganiami polskich norm, obowiązujących przepisów, instrukcji eksploatacji oraz wytycznych Inwestora. Na terenie budowy powinien przebywać przez cały czas pracownik nadzoru średniego ze strony wykonawcy. Okresową kontrolę nad prawidłowością wykonawstwa robót wykonuje inspektor nadzoru ze strony Inwestora.

W trakcie budowy bezwzględnie przestrzegać przepisów BHP w zakresie transportu, montażu, składowania materiałów, zabezpieczenia wykopów, oznakowania miejsc niebezpiecznych itp.

9. ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW:

1. Inwerter solarny 3-faz $P=8000W$ – 1szt
2. Panel fotowoltaiczny $P=415W$ – 26szt
3. Konstrukcja wsporcza pod montaż paneli na dachach blaszanych – 1kpl
4. Inteligentny optymalizator PV – 26szt
5. Rozdzielnica DC 1000V (ograniczniki przepięć typ I+II, rołączniki bezpiecznikowe) 2 szeregi– 1 kpl
6. Rozdzielnica DC 1000V (ograniczniki przepięć PV typ I+II)
7. Wyłącznik różnicowoprąkowy P304 63A/4/0,1A – 1szt
8. Wyłącznik nadprądowy S303 C16/3 400V – 1szt
9. Przewód 5x6mm² w klasie B2ca-s1b,d1,a1 o izolacji 450/750V – 10mb
10. Linka LgYżo 1x16mm² – 40mb
11. Linka Lgyżo 1x6mm² – 30mb
12. Przewód solarny 1,0/1,5kV o minimalnej średnicy 4 mm² – 100mb
13. Rura osłonowa PCV 25/20, UV o odporności na ściskanie 750N - 50mb