Krosno, 3 października 2022

Projekt wykonawczy dachowej instalacji fotowoltaicznej o mocy 3,42 kWp

**Punkt Selektywnej Zbiórki Odpadów**

**Przy ulicy Południowej**

**Dane Inwestora:**

Urząd Gminy Krościenko Wyżne

ul. Południowa 9

38-422 Krościenko Wyżne

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Projektant: | mgr inż. Konrad Cwynar  Nr uprawnień: OZE-W/22/000032/20 | podpis |

Spis treści

[1. Podstawa opracowania 3](#_Toc129589424)

[2. Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej 4](#_Toc129589425)

[3. Charakterystyka obiektu 4](#_Toc129589426)

[4. Zasilanie obiektu 4](#_Toc129589427)

[5. Opis projektowanej instalacji fotowoltaicznej 5](#_Toc129589428)

[6. Schemat przyłączenia instalacji PV do sieci elektroenergetycznej 7](#_Toc129589429)

[7. Bezpieczeństwo podczas montażu 8](#_Toc129589430)

[8. Dane techniczne inwertera 8](#_Toc129589431)

[9. Dane techniczne modułów fotowoltaicznych 9](#_Toc129589432)

[10. System montażowy 10](#_Toc129589433)

[11. Ochrona odgromowa 11](#_Toc129589434)

[12. Ochrona przeciwprzepięciowa 11](#_Toc129589435)

[a. dobór modułów fotowoltaicznych 12](#_Toc129589436)

[b. obliczenie prądów i napięć modułów PV w skrajnych warunkach pracy instalacji 12](#_Toc129589437)

[c. dobór przewodów podłączeniowych po stronie napięcia stałego 13](#_Toc129589438)

[d. dobór przewodów podłączeniowych po stronie napięcia zmiennego 13](#_Toc129589439)

[e. dobór zabezpieczeń po stronie napięcia stałego 14](#_Toc129589440)

[f. dobór zabezpieczeń po stronie napięcia zmiennego 14](#_Toc129589441)

[14. Uwagi i zalecenia techniczne 15](#_Toc129589442)

[15. Wytyczne dotyczące instalacji zasilania elektrycznego budynku 16](#_Toc129589443)

[16. Załącznik 1 – schemat instalacji elektrycznej 17](#_Toc129589444)

[17. Załącznik 2 – rozkład modułów instalacji PV 17](#_Toc129589445)

# Podstawa opracowania

* Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2020 r., poz. 961 tekst jednolity).
* Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2019 r. poz. 1065 tekst jednolity).
* Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 roku w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2015r., poz. 2117).
* Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. nr 109, poz. 719) wraz ze zmianami (Dz.U. 2019 poz. 67).
* Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r.  (Dz. U. 2020 poz. 1333 tekst jednolity).
* PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7 –712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
* PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji;
* PN-EN IEC 61730-2:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 2: Wymagania dotyczące badań.
* PN-EN 62446-1:2016-08 oraz PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01 Systemy fotowoltaiczne (PV) – Wymagania dotyczące badań, dokumentacji   
  i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory   
  i nadzór;

# Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej

Nazwa inwestycji: „Dachowa instalacja fotowoltaiczna o mocy

3,42 kWp dla budynku PSZOK w Krościenku Wyżnym

Lokalizacja inwestycji: Budynek PSZOK w Krościenku Wyżnym

Płudniowa 19, 38-422 Krościenko Wyżne

Dane inwestora: Urząd Gminy Krościenko Wyżne, ul. Południowa 9,

38-422 Krościenko Wyżne

# Charakterystyka obiektu

Projekt obejmuje koncepcję montażu modułów instalacji fotowoltaicznej (ON-GRID, BAPV) na dachu budynku zadaszonej wiaty, przewidzianej na składowanie odpadów komunalnych, wielkogabarytowych. Na budynku planuje się zainstalować instalację fotowoltaiczną podłączoną do instalacji odbiorczej budynków technicznych stojących na jednej działce.

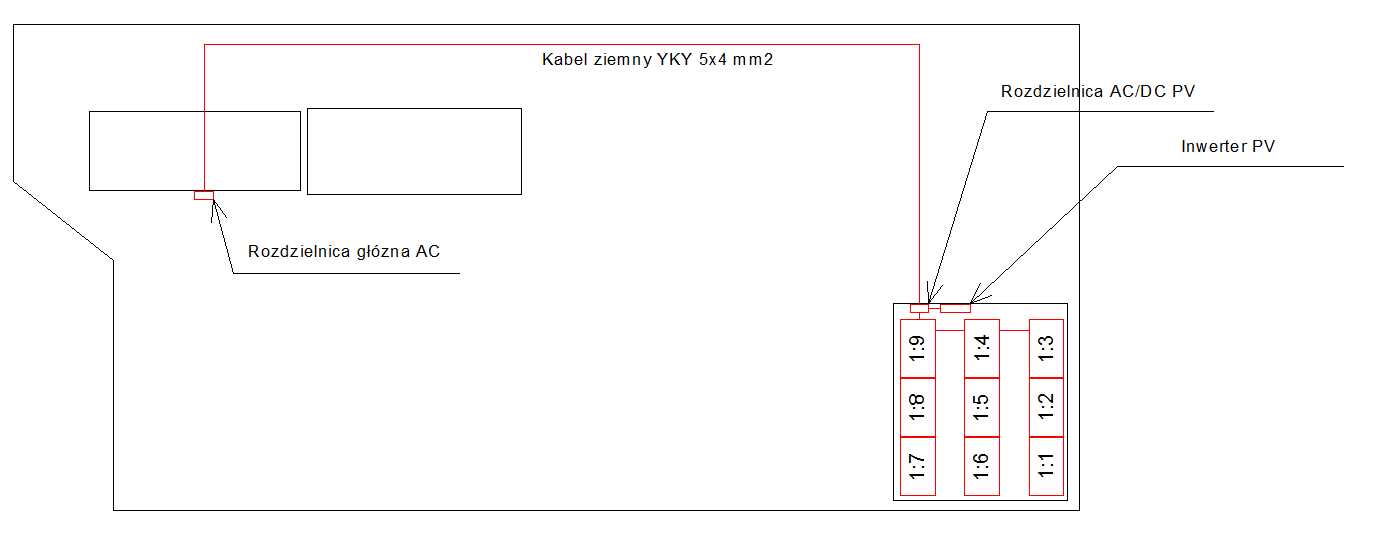
Z uwagi na wielkość instalacji nie przekraczającą 6,5 kWp nie podlega ona restrykcjom przeciwpożarowym, stąd też nie uzgadnia się niniejszego projektu z rzeczoznawcą ds. PPOŻ.

Budynek charakteryzuje się wysokością 5 m. Przykrycie dachu, na którym montowane będą panele fotowoltaiczne wykonane z blachy trapezowej.

Zamierzenie inwestycyjne nie wymaga pozwolenia na budowę.

# Zasilanie obiektu

Budynek, do którego zostanie podłączony system fotowoltaiczny zasilany jest poprzez OSD za pośrednictwem przyłącza ziemnego prowadzonego do złącza zlokalizowanego w północnej części działki. Do rozdzielni głównej budynku (RG) prowadzona jest wewnętrzna linia zasilająca.



# Opis projektowanej instalacji fotowoltaicznej

1. **Generator fotowoltaiczny**

Na dachu wiaty projektuje się generator fotowoltaiczny zbudowany z 9 sztuk modułów fotowoltaicznych zamontowanych na stałe, na konstrukcji dedykowanej dla dachu płaskiego pokrytego blachą trapezową. Konstrukcja wsporcza oraz ramy modułów fotowoltaicznych będą połączone galwanicznie z elementami konstrukcji budynku oraz uziemione.

Projektuje się instalację uziemiającą generator fotowoltaiczny w formie przewodu uziemiającego o Lgy przekroju 25 mm2, łączącego konstrukcję generatora z szyną wyrównania potencjałów zamontowaną w rozdzielni AC/DC/PV połączoną z uziomem pionowym. Takie wykonanie instalacji uziemiającej umożliwi odprowadzenie prądu wyładowania atmosferycznego do ziemi i uniknięcie ewentualnych skutków cieplnych powstałych po wyładowaniu mogących inicjować pożar.

Generator fotowoltaiczny z uwagi na niewielką moc modułów planuje się wykonać jako jeden string o mocy wyjściowej 3,42 kWp. Moduły fotowoltaiczne zostaną rozlokowane dachu jako rzędy ukośnie ułożonych modułów zgodnie z załącznikiem nr 1.

Z uwagi na długość przewodów pomiędzy generatorem PV, a inwerterem fotowoltaicznym nie przekraczającą 10 m, projektuje się jeden ogranicznik przepięć w rozdzielnicy przy AC/DC PV w sąsiedztwie inwertera. Ze względu na odległość pomiędzy inwerterem, a złączem po stronie AC przekraczającą 10 m projektuje siędodakowy ogranicznik przepięć po stronie zmiennoprądowej (w rozdzielnicy AC/DC PV oraz w rozdzielnicy głównej.

Jedną parę bezhalogenowych przewodów DC o wzmocnionej lub podwójnej izolacji   
z oznaczeniem PV1-F a następnie H1Z2Z2-K (wymóg PN-HD 60364-7-712:2016) o przekroju   
4 mm2 (dobranych pod kątem wytrzymałości prądowej oraz z uwagi na występujący spadek napięcia) planuje się prowadzić równolegle w rurce PCV wykonanej w standardzie materiału samogasnącego po konstrukcji montażowej oraz częściowo po konstrukcji budynku do miejsca montażu inwertera oraz zlokalizowanej obok rozdzielnicy fotowoltaicznej. Przewody prowadzone po materiale niepalnym.

Nie projektuje się bezpieczników w gałęziach modułów oraz wyłącznika przeciwpożarowego typu PROJOY.

1. **Inwerter fotowoltaiczny**

Inwerter fotowoltaiczny o mocy 4 kW planuje się zamontować   
pod wiatą w przestrzeni otwartej pod dachem. Projektowany inwerter fotowoltaiczny wyposażony jest fabrycznie w rozłącznik główny DC. Inwerter posiada funkcji detekcji niskiej impedancji izolacji oraz monitoringu izolacji i instalacji.

1. **Rozdzielnica fotowoltaiczna**

Rozdzielnica fotowoltaiczna AC/DC PV będzie zlokalizowana w bezpośrednim sąsiedztwie inwertera PV. Rozdzielnica będzie stanowić punkt przyłączenia instalacji PV do istniejącego systemu elektrycznego w budynku*.* Rozdzielnica zostanie wyposażona w rozłącznik główny po stronie zasilania AC, wyłączniki nadprądowe AC o prądzie znamionowym dobranym do mocy falownika, ogranicznik przepięć typu po stronie zasilania AC. Nie przewiduje się montażu wyłącznika różnicowoprądowego.

Elementy systemu PV w oparciu o normę PN-HD 60364-7-712:2016 zabezpieczone zostaną przeciwporażeniowo z zastosowaniem samoczynnego wyłączenia zasilania poprzez wyłącznik nadprądowy po wykonaniu pomiarów impedancji pętli zwarcia w celu weryfikacji skuteczności jego działania.

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest przez izolację podstawową oraz wszelkie działania ograniczające dostęp do elementów systemu PV (lokalizacja generatora poza zasięgiem dotyku oraz urządzenia wytwórcze w pomieszczeniach technicznych niedostępnych dla osób postronnych). Kable i przewody prowadzone będą pod ziemią lub w osłonach. Ochrona przed dotykiem pośrednim jest realizowana poprzez zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności podwojonej izolacji kabli DC, uziemione połączenia wyrównawcze.

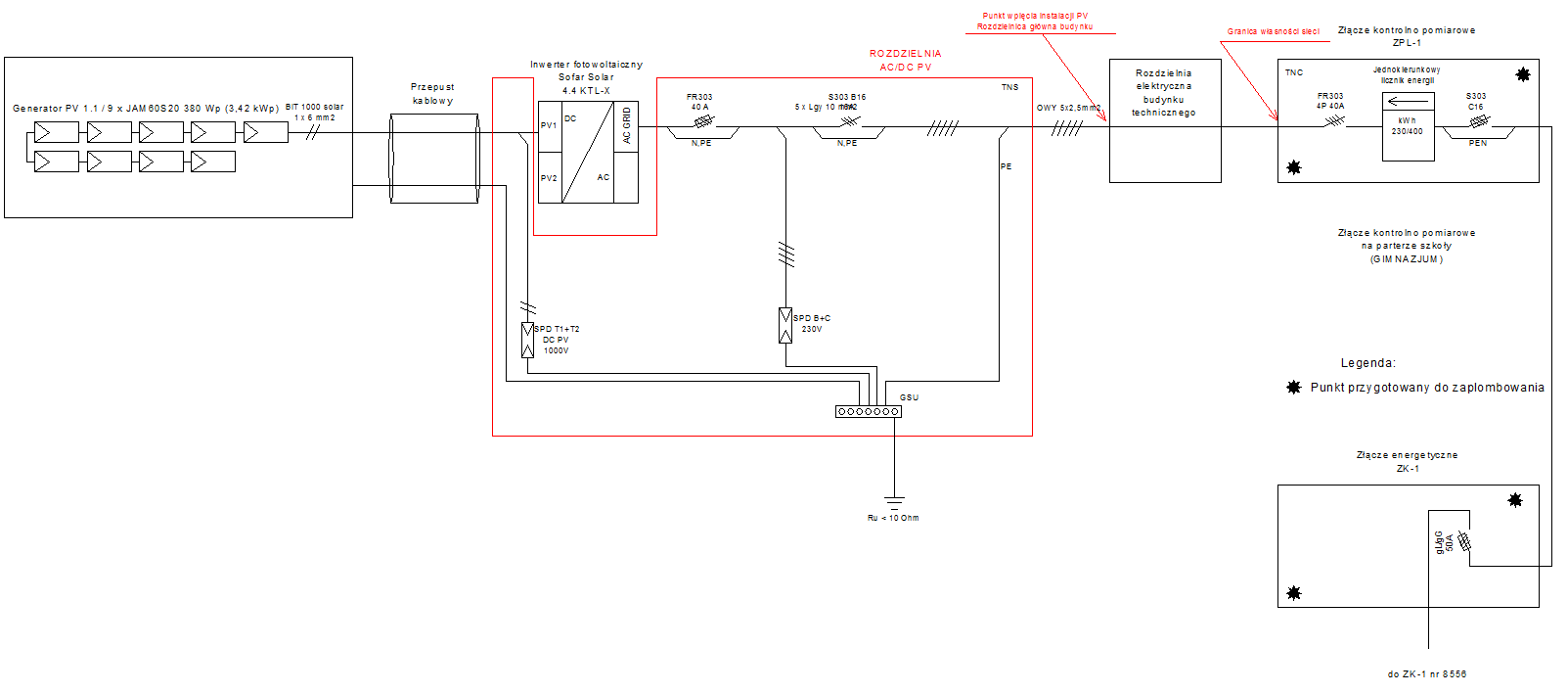
Rozdzielnica fotowoltaiczna zostanie wyposażona w tabliczki opisowe informujące   
o obecności napięcia w obwodzie DC pomimo wyłączenia urządzenia oraz o lokalizacji newralgicznych elementach zabezpieczających pozwalających na odłączenie instalacji od sieci.

Obok inwertera zostanie zamontowana karta informacyjna systemu wraz z instrukcją eksploatacji systemu i procedurą załączania oraz wyłączenia instalacji z ruchu.

1. **Magazynowanie energii elektrycznej**

Z uwagi na brak ogrzewania w obiekcie PSZOK oraz jego incydentalne użycie nie projektuje się systemu magazynowania energii elektrycznej z uwagi na brak uzasadnienia ekonomicznego.

# Schemat przyłączenia instalacji PV do sieci elektroenergetycznej



Pełnowymiarowy schemat zawiera załącznik numer 1 do niniejszego opracowania.

# Bezpieczeństwo podczas montażu

|  |  |
| --- | --- |
| uwaga.png | **Prace montażowe może wykonywać wyłącznie certyfikowany instalator systemów PV posiadający aktualne uprawnienia SEP na stanowisku eksploatacji w zakresie napięć do 1 kV.** |
|  |  |
| uwaga.png | **Połączenia przewodów stałoprądowych pomiędzy modułami,  a inwerterem należy wykonywać z ogromną dbałością, gdyż każde niedbałe połączenie może powodować powstanie łuku elektrycznego wydzielającego ciepło mogące być bezpośrednią przyczyną pożaru. Specyfika napięcia stałego, które w instalacji PV może osiągać wartość zbliżoną do 1000 V powoduje, że powstający w obwodzie łuk elektryczny nie gaśnie samoistnie.** |

|  |  |
| --- | --- |
| uwaga.png | **Prace na wysokościach może prowadzić wyłącznie personel  z aktualnymi badaniami wysokościowymi z zachowanie podstawowych zasad BHP.** |

|  |  |
| --- | --- |
| uwaga.png | **Projektowana instalacja fotowoltaiczna może być stosowana wyłącznie do celu, generowania energii elektrycznej na potrzeby budynku, którego obejmuje niniejsza dokumentacja. Wszelkie odstępstwa techniczne dotyczące montażu instalacji należy konsultować z autorem projektu.** |

# Dane techniczne inwertera

Inwerter fotowoltaiczny jest urządzeniem zamieniającym energię prądu stałego   
w energię prądu przemiennego dopasowanego do parametrów sieci energetycznej niskiego napięcia.

Do instalacji dobrano inwerter 3 fazowy o mocy wyjściowej 4000 W**.** Poniżej zamieszczono szczegóły techniczne dotyczące proponowanego urządzenia.

**Dane techniczne inwertera:**

**Typ: Inwerter sieciowy**

Moc [W]: 4000

Sprawność europejska [%]: 97,5

Sprawność maksymalna [%]: 98

Napięcie maksymalne [V]: 1000

Maksymalne napięcie MPPT [V]: 960

Minimalne napięcie MPPT [V]: 160

Minimalne napięcie startu [V]: 200

Prąd maksymalny [A]: 11

Maksymalny prąd zwarciowy na MPPT [A]: 14

Maksymalny prąd wyjściowy [A]: 6,4

Liczba faz: 3

Liczba MPPT: 2

# Dane techniczne modułów fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne są urządzeniami elektrycznymi przetwarzającymi energię promieniowania elektromagnetycznego pochodzącego ze Słońca w prąd stały.

Do instalacji dobrano moduły fotowoltaiczne o mocy szczytowej 380 Wp i parametrach technicznych zamieszczonych poniżej.

**Dane techniczne modułów fotowoltaicznych:**

Nominalna moc Pmax: 380 W

Prąd zwarcia: 11,47 A

Prąd w punkcie MPP: 10,93 A

Napięcie jałowe: 41,62 V

Napięcie w punkcie MPP: 34,77 V

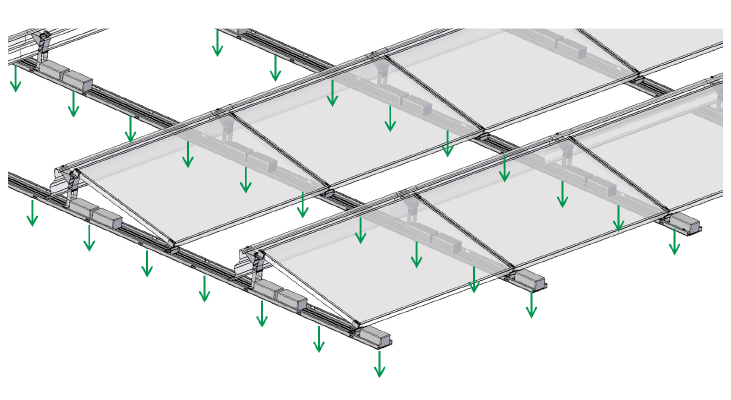
Sprawność: >20,4 %

Wymiary: 1776 mm x 1052 mm x 35 mm

Waga: 20,2 kg

# System montażowy

Do instalacji dobrano system montażu dedykowany do montażu na dachu płaskiego pokrytego blachą trapezową. System projektuje się jako inwazyjny, mocowany do blachy trapezowej za pomocą wkrętów montażowych.



Przy montażu kierować się instrukcją montażową producenta konstrukcji wsporczej.

# Ochrona odgromowa

Nie projektuje się dodatkowej instalacji odgromowej z uwagi na metalową konstrukcję wiaty, a jedynie połączenie galwaniczne generatora PV z konstrukcją pokrycia dachowego. Przewody DC generatora PV będą prowadzone parami, aby uniemożliwić powstawanie rozległych pętli indukcyjnych mogących podczas wyładowania stanowić źródło indukcji niebezpiecznych napięć przekraczających znamionowe wartości zabezpieczeń odgromowych oraz wytrzymałości izolacji przewodów. Przewody DC będą prowadzone równolegle z przewodem uziemiającym instalację fotowoltaiczną o powierzchni przekroju poprzecznego równej 25 mm2

# Ochrona przeciwprzepięciowa

Ochrona przeciwprzepięciowa realizowana jest za pomocą zestawu ochronników przeciwprzepięciowych po stronie napięcia stałego oraz zmiennego. Dobór parametrów oraz typów ochronników zamieszczono w kolejnym rozdziale. Dodatkowymi elementem ochrony przeciwprzepięciowej są uziemione połączenia wyrównawcze pomiędzy konstrukcjami modułów fotowoltaicznych oraz pomiędzy modułami. Należy to wykonać w następujący sposób:

* + - * połączyć przewodem min. 25 mm2 Cu elementy konstrukcji wsporczych paneli PV i ramę,
      * zapewnić galwaniczną ciągłość połączeń ram instalacji PV,
      * przewód uziemiający powinien być podłączony z główną szyną uziemiającą budynku na poziomie gruntu,
* przewód uziemiający powinien być prowadzony równolegle oraz możliwie blisko przewodów DC i AC oraz akcesoriów

Uzupełnieniem ochrony przeciwprzepięciowej są odpowiednio wykonane trasy kablowe uniemożliwiające powstawanie rozległych pętli indukcyjnych, a tym samym zapewniające ochronę przed przepięciami wywołanymi pobliskimi wyładowaniami piorunowymi.

1. **Obliczenia techniczne - dobór parametrów instalacji**

Moduły fotowoltaiczne zestawiono w 1 string liczący 9 modułów, połączony do jednej pary zacisków wejściowych inwertera.

## dobór modułów fotowoltaicznych

Maksymalna moc sieci modułów fotowoltaicznych przyłączonych do proponowanego inwertera wynosi wg karty katalogowej 5860 Wp.

Łączna moc zainstalowana modułów podłączonych do inwertera wynosi **3420 Wp**, czyli mieści się w dopuszczalnym zakresie mocy wejściowej zastosowanego urządzenia.

## obliczenie prądów i napięć modułów PV w skrajnych warunkach pracy instalacji

Zastosowane moduły fotowoltaiczne charakteryzują się zmiennością generowanego napięcia oraz prądu w zależności od zmian ich temperatury.

Współczynnik zmian napięcia obwodu otwartego w funkcji temperatury:

*UOC(T) = -0,27 %/°C*, czyli *UOC(T) = -113,21 mV/°C*

Współczynnik zmian prądu zwarcia w funkcji temperatury*:*

*ISC(T) = -0,044 %/°C*, czyli *ISC(T) = -5,05 mA/°C*

Zaprojektowana instalacja pozwala na stabilną pracę przy temperaturze maksymalnej otoczenia na poziomie +50°C oraz minimalnej -30°C. Temperatura modułów może sięgnąć nawet 75°C i dla takiej temperatury obliczono skrajną wartość napięcia i prądu. W odniesieniu do powyższych założeń obliczono parametry napięciowe i prądowe zastosowanych modułów PV w skrajnych warunkach:

* maksymalne napięcie obwodu otwartego:
* maksymalne napięcie w punkcie mocy maksymalnej:
* minimalne napięcie w punkcie mocy maksymalnej:
* maksymalne natężenie prądu zwarcia:

Napięcie stringu będzie wahać się w zakresie:

## dobór przewodów podłączeniowych po stronie napięcia stałego

Przekroje przewodów w systemie okablowania dobrano z uwzględnieniem strat mocy na poziomie nie przekraczającym 1% mocy instalacji.

**String numer 1 (9 modułów):**

W skład stringu podłączonego do pierwszego wejścia inwertera wchodzi 18 m przewodu będącego integralną częścią optymalizatorów fotowoltaicznych (przewód o przekroju 4 mm2) oraz dodatkowo 15 m przewodu pomocniczego służącego do podłączenia sieci optymalizatorów z inwerterem.

Minimalny, wymagany przekrój przewodu łączącego grupę 9 modułów podłączonych do wejścia numer 1 inwertera wynosi:

Na podstawie obliczeń dobrano przewód o przekroju żyły **4 mm2.**

## dobór przewodów podłączeniowych po stronie napięcia zmiennego

Długość przewodów pomiędzy inwerterem, a rozdzielnicą główną wynosi 35 m.

Minimalny, wymagany przekrój żyły przewodu pod względem strat energii wynosi:

Na podstawie powyższego obliczenia oraz wytrzymałości prądowej przewodów dla prądu wyjściowego inwertera dobrano przewód **YKY 5x4 mm2**.

## dobór zabezpieczeń po stronie napięcia stałego

* **rozłączniki**

Nie projektuje się rozłącznika po stronie DC instalacji z uwagi na obecność rozłącznika, jako integralnej części inwertera.

* **bezpieczniki nadprądowe**

Nie projektuje się bezpieczników nadprądowych w gałęziach DC z uwagi na maksymalny prąd modłów nie przekraczający maksymalnych wartości prądu elementów w torze DC (prąd wejściowy inwertera)

* **zabezpieczenia przeciwprzepięciowe**

Z uwagi na metalowe pokrycie dachu oraz brak instalacji odgromowej projektuje się ogranicznik DC T1+T2 zlokalizowany przy inwerterze

Napięcie długotrwałej pracy ograniczników przepięć powinno spełniać dla obu stringów warunek: , czyli:

## dobór zabezpieczeń po stronie napięcia zmiennego

* **zabezpieczenia nadprądowe**

Maksymalny prąd wyjściowy proponowanego inwertera wynosi 6,4 A. Obciążalność długotrwała dobranego przewodu wynosi 26 A. Należy zastosować w obwodzie zasilania inwertera bezpiecznik nadprądowy o prądzie znamionowym 16 A. Zaleca się dodatkowo w rozdzielni głównej zastosować rozłącznik izolacyjny o prądzie znamionowym 40A.

* **zabezpieczenia przeciwprzepięciowe**

Należy zamontować ogranicznik przepięć instalacji AC typu T1+T2 w rozdzielnicy fotowoltaicznej zamontowanej przy inwerterze oraz dodatkowy ogranicznik typu T1+T2 w rozdzielnicy głównej budynku technicznego, do którego wpięta zostanie instalacja z uwagi na długość przewodu zasilającego większą niż 10 m. . Ogranicznik powinien obejmować swoją ochroną trzy przewody fazowe oraz neutralny.

# Uwagi i zalecenia techniczne

* Należy zapewnić rezystancję uziemienia niezbędną dla poprawnego działania ochrony przeciwprzepięciowej systemu fotowoltaicznego. W przypadku nie spełnienia tego warunku przez obecną instalację uziemiającą należy wykonać dodatkowe uziomy pionowe (pręty uziemiające) o długości zależnej od rezystywności gruntu (minimum 2,5 m).
* Należy stosować kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych ze względu na ich wzmocnioną izolację i odporność na promieniowanie UV.
* Moduły fotowoltaiczne zaleca się montować na dedykowanej, stabilnej konstrukcji wsporczej. Informacje na temat montażu konstrukcji wsporczych można znaleźć   
  w dokumentacji dostarczonej przez jej producenta.
* Należy wykonać połączenia wyrównawcze pomiędzy sąsiednimi modułami fotowoltaicznymi oraz pomiędzy pierwszym i ostatnim modułem w stringu,   
  a powierzchnią metalowego dachu oraz konstrukcją wsporczą. Połączenia wyrównawcze należy bezwzględnie uziemić poprzez połączenie z GSU za pomocą przewodu o przekroju 10 mm2.
* Należy stosować złącza po stronie DC wykonane w standardzie MC4, pochodzące od jednego producenta. Do zarabiania końcówek MC4, używać profesjonalnej dedykowanej prasy kablowej.
* **Należy określić konieczność wystąpienia do OSD o określenie warunków technicznych zwiększenia mocy przyłączeniowej dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej**

# Wytyczne dotyczące instalacji zasilania elektrycznego budynku

Należy rozpatrywać schemat instalacji fotowoltaicznej określający przyłączenie jej do systemu elektroenergetycznego będący załącznikiem nr 1 do niniejszego opracowania w oparciu o warunki techniczne określone przez operatora sieci dystrybucyjnej. Należy dokonać niezbędnych modyfikacji układu zasilająco-pomiarowego zwracając uwagę na wartość zabezpieczenia przedlicznikowego oraz przekrój przewodu zasilającego obiekt.

# Załącznik 1 – schemat instalacji elektrycznej

# Załącznik 2 – rozkład modułów instalacji PV