

PROJEKT WYKONAWCZY	
Projekt wykonawczy mikroinstalacji fotowoltaicznych o łącznej mocy 49,68 kWp	
LOKALIZACJA	Stacja Uzdatniania Wody Cieszanowice 13, 48-388 Cieszanowice, działka 43/2
INWESTOR	Gmina Kamiennik ul. 1 Maja 69, 48-388 Kamiennik

Spis treści

1. Podstawa opracowania	3
2. Opis zadania inwestycyjnego	4
3. Zakres opracowania.....	4
4. Parametry instalacji fotowoltaicznej.....	4
5. Projektowana instalacja fotowoltaiczna	4
6. Moduły fotowoltaiczne	5
7. Montaż modułów fotowoltaicznych.....	6
8. Inwerter	6
9. Monitoring.....	7
10. Zabezpieczenia	7
11. Zabezpieczenie przeciwpożarowe	8
12. Ochrona przeciwporażeniowa i odgromowa	10
13. Uwagi dla wykonawcy	10
14. Dobór przewodów po stronie prądu stałego	11
15. Zabezpieczenie przepięciowe DC i AC	11
16. Dobór przekroju przewodów po stronie AC.....	12
17. Zabezpieczenia nadprądowe po stronie AC	12
18. Wizualizacja rozmieszczenia modułów	13
19. Łączenie modułów do falownika	15
20. Uzysk z instalacji fotowoltaicznej	16
21. Proste zestawienie materiału	17
22. Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej.....	18

1. Podstawa opracowania

- Informacje Inwestora
- Obowiązujące przepisy i normy:
- Ustawa z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo Budowlane Dz. Ust. nr 89, poz. 414 z 1994 r z późniejszymi zmianami
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r.– Prawo Energetyczne. Dz. Ust.z 2012r. poz.1059 oraz z 2013r. poz. 984
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii, Dz.U. 2015 poz. 478
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego Dz.U. 2007 nr 93 poz. 623,
- Wymagania dla instalacji mikrogeneracyjnych przeznaczonych do równoległego przyłączenia do publicznych sieci dystrybucyjnych niskiego napięcia PN-EN 50438
- Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. Ust. Nr 33, poz. 270 , z 2003r ,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 06 lutego 2003 r w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych Dz. Ust. Nr 47, poz. 401 , z dnia 2003 r,
- PN – IEC 60364-5-53:2000 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Aparatura rozdzielcza i sterownicza,
- Polska Norma PN-E-83017 - Systemy fotowoltaiczne przetwarzania energii słonecznej. Terminologia i symbole.
- Polska Norma PN-HD 60364-7-712 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.

2. Opis zadania inwestycyjnego

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy instalacji fotowoltaicznych o mocy 49,68 kWp. Instalacja zostanie zamontowana gruncie w miejscowości Cieszanowice 13, 48-388 Cieszanowice, działka 43/2.

3. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmować będzie:

- Dobór urządzeń wchodzących w skład instalacji fotowoltaicznej;
- Montaż konstrukcji wsporczej;
- Konfiguracja obwodów stałoprądowych DC;
- Wyznaczenie tras kablowych nN;
- Zabudowa rozdzielni nN;
- Dobór zabezpieczeń;
- Wykonanie monitoringu wytworzonej energii elektrycznej;

4. Parametry instalacji fotowoltaicznej

- Zastosowane moduły fotowoltaiczne technologii monokrystalicznej o mocy jednostkowej 460Wp – 108 sztuk;
- Zastosowany inwerter o mocy znamionowej 50kW;
- Liczba inwerterów - 1 sztuka;
- Rozdzielnia AC z IP65 wyposażona w ogranicznik przepięć oraz zabezpieczenie nadprądowe;
- Rozdzielnica DC z IP 65 wyposażona w ogranicznik przepięć;

5. Projektowana instalacja fotowoltaiczna

Projektowana instalacja będzie miała na celu wytwarzanie energii elektrycznej. Instalacja będzie się składać z zespołów paneli fotowoltaicznych podzielonych na tzw. "stringi". Ogniwa fotowoltaiczne (panele monokrystaliczne), które będą współpracować z inwerterem tzw. falownikiem - przetwornicą zmieniającą prąd stały (DC) dostarczony z ogniw, na prąd zmienny (AC). Po zmianie charakteru energii elektrycznej, zostanie ona użyta na potrzeby własne budynku a część pozostała tzw. nadprodukcja zostanie oddana i zmagazynowana w sieci energetycznej. Potrzeby własne instalacji, zostaną pokryte w pierwszej

kolejności, przez samo-konsumpcję energii elektrycznej wyprodukowanej w podmiotowej instalacji, w nocy energia elektryczna niezbędna na potrzeby własne falownika zostanie pobrana z lokalnej sieci, do której zostanie przyłączona. W przypadku zaniku napięcia w sieci lub też braku pojedynczej fazy, falownik automatycznie wyłączy się. Ponowne włączenie falownika odbywa się w sposób automatyczny, po pojawieniu się napięcia w sieci.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna dotyczy instalacji zlokalizowanej na gruncie Cieszanowice 13, 48-388 Cieszanowice, działka 43/2. Instalacja będzie się składać z modułów fotowoltaicznych o mocy jednostkowej 460Wp.

6. Moduły fotowoltaiczne

Panele fotowoltaiczne potocznie nazywane ogniwami, są urządzeniami wytwarzającą energię elektryczną, wykorzystują one zjawisko fotowoltaiczne do zamiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Moduły zostaną połączone ze sobą w szeregi za pomocą tzw. kabli solarnych, a następnie z inwerterem. Projektuje się zastosowanie monokrystalicznych modułów o mocy jednostkowej 460Wp. Moduły zostaną połączone w sekcje tzw. stringi za pomocą kabli solarnych o podwójnej izolacji o przekroju 6mm². Parametry techniczne modułów 460Wp:

Moduł fotowoltaiczny o mocy 460Wp:

Podstawowe parametry (dla warunków STC):	
Moc maksymalna	460W
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCSTC})	50,01V
Prąd zwarcia (I_{SCSTC})	11,45A
Napięcie przy mocy maksymalnej (U_{MPPSTC})	42,12V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej (I_{MPPSTC})	10,92A
Współczynnik temperaturowy I_{SCSTC}	+0,044%/°C
Współczynnik temperaturowy U_{OCSTC} (β)	-0,272%/°C
Współczynnik temperaturowy P_{MAXSTC}	-0,35%/°C
Podstawowe parametry (dla warunków NOCT):	
Moc maksymalna	348W
Napięcie obwodu otwartego (U_{OCNOCT})	47,38V
Prąd zwarcia (I_{SCNOCT})	9,33A
Napięcie przy mocy maksymalnej ($U_{MPPNOCT}$)	39,68V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej ($I_{MPPNOCT}$)	8,76A

Pozostałe parametry	
Sprawność modułu	20,6%
Wymiary	2120x1052x40mm
Waga	25kg

7. Montaż modułów fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na gruncie zlokalizowanego w Cieszanowice 13, 48-388 Cieszanowice, działka 43/2. Moduły będą skierowane na południe.

Projektuje się zastosowanie systemowej konstrukcji wsporczej przeznaczonej do montażu na gruncie. W projekcie zastosowano wolnostojącą konstrukcję gruntową, która umożliwi montaż modułów fotowoltaicznych w orientacji pionowej. System jest nachylony pod kątem 20°.



Rysunek 1. Przykład konstrukcji gruntowej

8. Inwerter

Inwerter jest urządzeniem służącym do zmiany prądu stałego na prąd zmienny. W projektowanej instalacji należy zamontować inwerter. Inwerter zostanie zabezpieczony w tablicy rozdzielczej RPV AC i RPV DC. Zastosowany falownik to inwerter beztransformatorowy, wyposażony w rozłącznik DC. Falownik ten, posiada system monitoringu, umożliwiającego podgląd pracy

instalacji fotowoltaicznej. Falownik zostanie umieszczony w bezpośrednio obok modułów fotowoltaicznych na specjalnym stojaku.

Aby zapewnić prawidłowe odprowadzanie ciepła, falownik należy zamontować zachowując podane minimalne odstępy od ścian i innych przedmiotów:

- Góra – 50cm
- Dół – 60cm
- Boki – 20cm

Falownik nie może zostać zamontowany na palnych powierzchniach. Podstawowe parametry inwertera 50kW:

Wybrane parametry falownika 50kW:

Znamionowa moc AC falownika	50 000 VA
Maksymalna moc DC falownika	55 000 VA
Maksymalne napięcie wejścia U_{MAX}	1100 V
Znamionowe napięcie wejściowe U_{ZNAM}	600 V
Stopień ochrony	IP65
Wymiary	1075x555x300mm

9. Monitoring

Instalacja fotowoltaiczna zostanie wyposażona w system monitoringu, pozwalająca na podgląd produkcji instalacji fotowoltaicznej na poziomie całej instalacji. Do prawidłowej pracy monitoringu falownik należy wyposażać w urządzenie komunikacyjne.

Monitoring ma posiadać następujące funkcje:

- Monitoring parametrów wytworzonej energii elektrycznej
- Przechowywanie danych na serwerze

10. Zabezpieczenia

Konfigurując falownik należy ustawić normę EN 50438

Parametr	Wartość nastawy wyłączającej
Wzrost napięcia (stopień 2, bezzwłoczny)	264,5 V (+15%)
Wzrost napięcia (stopień 1, zwłoczny)	253V (+10%)
Obniżenie napięcia	195,5V (-15%)
Podwyższenie częstotliwości	52Hz (+4%)
Obniżenie częstotliwości	47,5Hz (-5%)

11. Zabezpieczenie przeciwpożarowe

Warunki ochrony przeciwpożarowej ustalono dla inwestycji obejmującej wykonanie urządzenia budowlanego (instalacji fotowoltaicznej) przewidzianej do montażu na gruncie w oparciu o dane zawarte w projekcie instalacji fotowoltaicznej.

Dla realizowanej inwestycji o mocy do 50 kW nie wymaga się pozwolenia na budowę, zgodnie z art. 29.2 pkt 16) Ustawy Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r (dz. U. 1994 Nr 89, poz. 414 ze zmianami).

Wymagania w zakresie warunków ochrony przeciwpożarowych projektowanej instalacji obejmują informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji użytkowych, a w szczególności elektrycznej i odgromowej:

- zabrania się montażu osprzętu instalacji elektrycznej bezpośrednio na podłożu palnym, jeżeli ich konstrukcja nie zabezpiecza podłoża przed zapaleniem,
- przewody pod modułami przymocować do ramy modułu lub do szyn za pomocą dedykowanych uchwytów,
- połączenia przewodów w aparatach elektrycznych wykonać wymagany momentem obrotowym zgodnie z zaleceniami producenta,
- należy zapewnić wymaganą ochronę odgromową instalacji,
- należy zapewnić wymaganą przepisami odległość instalacji PV od przewodów instalacji odgromowej.

Zabezpieczenie instalacji fotowoltaicznej:

W momencie zaniku napięcia sieci, falownik zostaje automatycznie wyłączony. Załączenie następuje samoistnie po ustalonej zwłoce czasowej od momentu przywrócenia napięcia w sieci. Istnieje ryzyko porażenia prądem stałym na odcinku instalacji obejmującym połączenia wykonane przewodami solarnymi od paneli fotowoltaicznych do falownika usytuowanego na podkonstrukcji paneli.

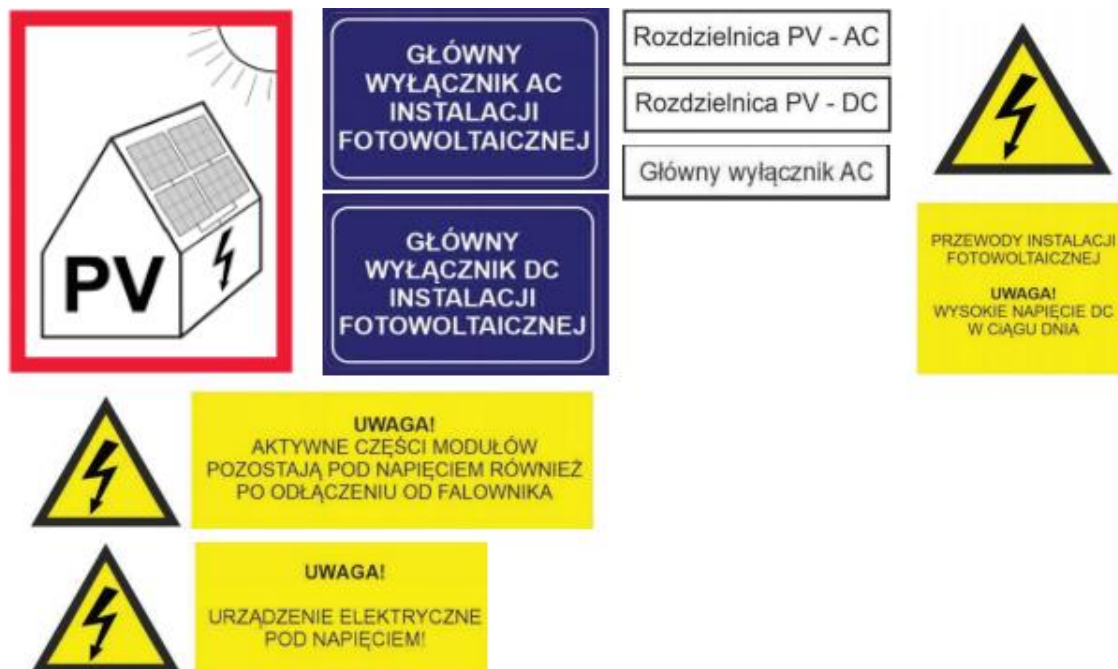
W celu zapewnienia wymaganego poziomu bezpieczeństwa pożarowego, w tym zgodności instalacji z zapisami §183.2 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. (t.j.: Dz. U. 2019, poz. 1065), przyjęto lokalizację falownika PV przy panelach na podkonstrukcji. Powyższe rozwiązanie eliminuje możliwość pojawienia się w budynku niebezpiecznego napięcia po wyłączeniu dopływu prądu do budynku oraz pozwala na bezpieczne prowadzenie działań gaśniczych z zewnątrz za pomocą prądów wodnych rozproszonych.

Inne wymagania

Przed przystąpieniem do użytkowania instalacji, należy:

- oznakować obiekt znakiem bezpieczeństwa wg normy PN-EN 60364-7-712
w miejscu przyłączenia instalacji PV, przy liczniku oraz przy głównym wyłączniku zasilania,
- oznakować trasy przewodów instalacji fotowoltaicznej DC tablicą informacyjną
o treści „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia”,
- oznakować główny wyłącznik AC instalacji fotowoltaicznej,
- oznakować główny wyłącznik DC,
- przeprowadzić badania rezystancji instalacji elektrycznej i ciągłości instalacji,
- w pobliżu falownika umieścić gaśnicę proszkową GP ABC o masie 2kg,
- po zakończeniu budowy instalacji o mocy powyżej 6,5kW, Inwestor zobowiązany jest do powiadomienia właściwej terenowo Komendy Miejskiej (Powiatowej) Państwowej Straży Pożarnej o zakończeniu budowy urządzenia i zamiarze przystąpienia do użytkowania, zgodnie z Art. 56 ust 1. Ustawy Prawo Budowlane.

Oznakowanie według normy PN-HD 60364-7-712:2016-08:



12. Ochrona przeciwporażeniowa i odgromowa

Podstawowa ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym realizowana będzie za pomocą izolacji roboczej przewodów, zabezpieczeń nadprądowych oraz zabezpieczeń przepięciowych poprzez samoczynne wyłączenie zasilania. Dodatkowo należy wykonać połączenie wyrównawcze między szynami konstrukcji wsporczej modułów. Konstrukcję należy uziemić linką LgY 1x16mm². W przypadku braku uziemienia, należy je wykonać szpilami uziemiającymi, szpile należy zabić w ziemi taką ilość, aby uzyskać rezystancję uziemienia poniżej 10 ohm.

13. Uwagi dla wykonawcy

Powyższy projekt instalacji fotowoltaicznej został sporządzony zgodnie z wiedzą techniczną i warunkami technicznymi. Wszelkie zmiany i uwagi inwestora należy wprowadzić na etapie projektowym lub wykonawczym wraz z aktualizacją projektu. Dodatkowo należy sporządzić protokół powykonawczy z pomiarami ochronnymi. Protokół pomiarowy powinien zawierać w szczególności:

- pomiar rezystancji izolacji przewodów DC i AC
- pomiar ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych

- pomiar impedancji pętli zwarcia
- pomiar rezystancji uziemienia

14. Dobór przewodów po stronie prądu stałego

Strata mocy na okablowaniu DC każdego łańcucha musi być mniejsza lub równa 1%

Strata na okablowaniu:

$$\text{Strata [\%]} = \frac{P \cdot L}{U^2 \cdot k \cdot A} * 100\%$$

Gdzie:

L – długość przewodów stringu [m]

U – napięcie obwodu [V]

k – przewodność właściwa miedzi 48-54 [m/ohm*mm²]

A – przekrój przewodu w [mm²]

P – moc obwodu

Dla warunków STC	
Napięcie przy mocy maksymalnej (U _{MPPSTC})	42,13V
Natężenie prądu przy mocy maksymalnej (I _{MPPSTC})	10,92A
Prąd zwarcia (I _{SCSTC})	11,45A

L – ~60m

U – 842,4V

P – 9200W

k – 50 m/ohm*mm²

A – 6mm²

Strata [%] = 0,26 %, a więc warunek jest spełniony W projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy zastosować przewody PV o przekroju 6mm².

15. Zabezpieczenie przepięciowe DC i AC

Generator fotowoltaiczny zamontowany zostanie zamontowany na gruncie. Odpowiedni poziom ochrony zapewnią ograniczniki przepięć typu T1+2 (B+C) po stronie DC oraz typu 1+2 (B+C) po stronie AC. Ograniczniki przepięć połączyć z szyną wyrównawczą przewodem ochronnym o przekroju nie mniejszym niż 16mm². Konstrukcje wsporczą generatora fotowoltaicznego połączyć przewodem i instalacją odgromową. Jeśli trasa kablowa DC w omawianej instalacji przekracza 10m, należy będzie powtórzyć zabezpieczenia DC.

16. Dobór przekroju przewodów po stronie AC

Znamionowa moc wyjściowa AC falownika 50 kW

Długość przewodu od falownika do miejsca wpięcia: (zakłada się) 120mb

Dopuszczalny maksymalny poziom strat 3%.

Minimalny przekrój przewodów

$$A \text{ [mm}^2\text{]} = \frac{P \cdot L}{U^2 \cdot k \cdot 0,03}$$

Gdzie:

L – długość przewodów [m]

U – napięcie znamionowe [V]

k – przewodność właściwa miedzi 50 [m/om*mm²]

A – przekrój przewodu w [mm²]

P – moc obwodu

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej, zostaną zastosowane przewody AC 25 mm².

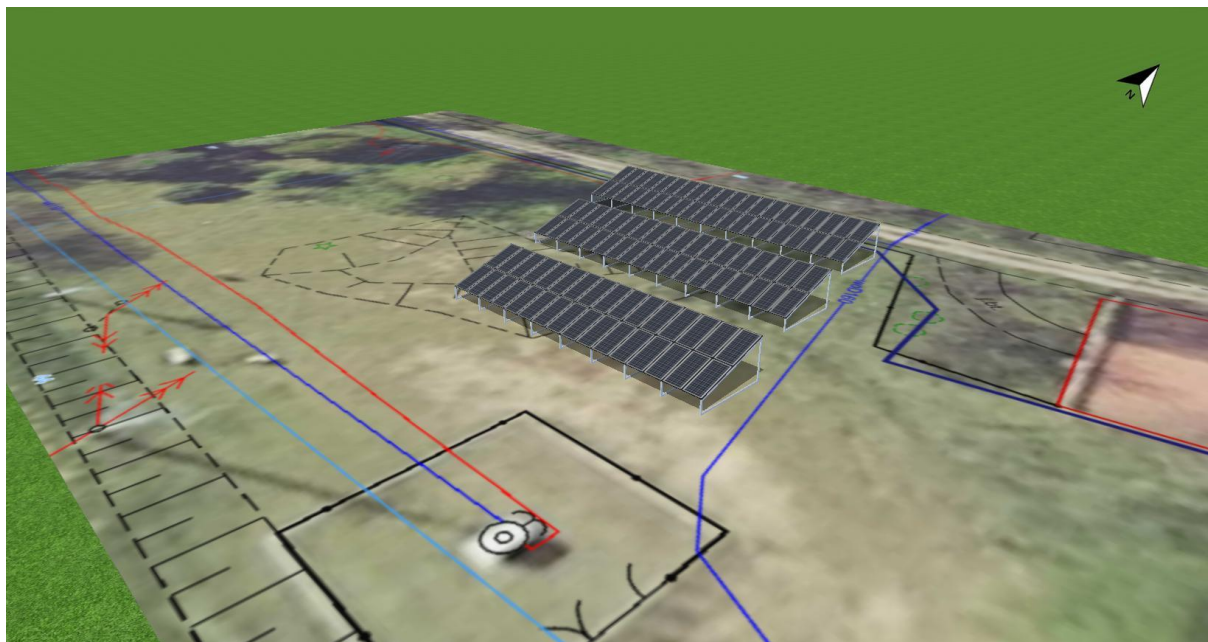
17. Zabezpieczenia nadprądowe po stronie AC

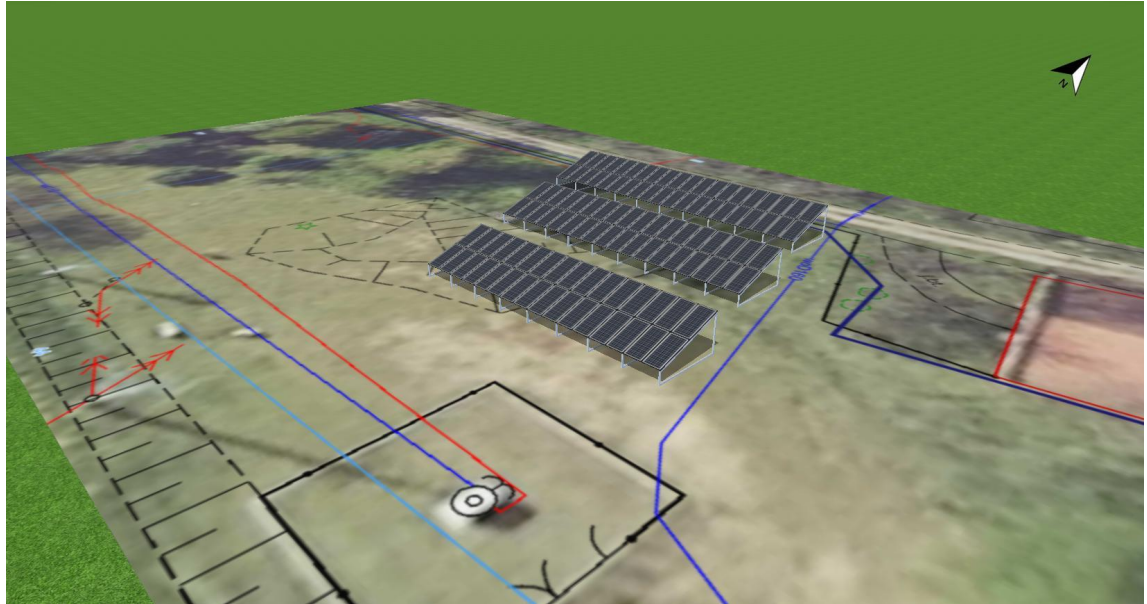
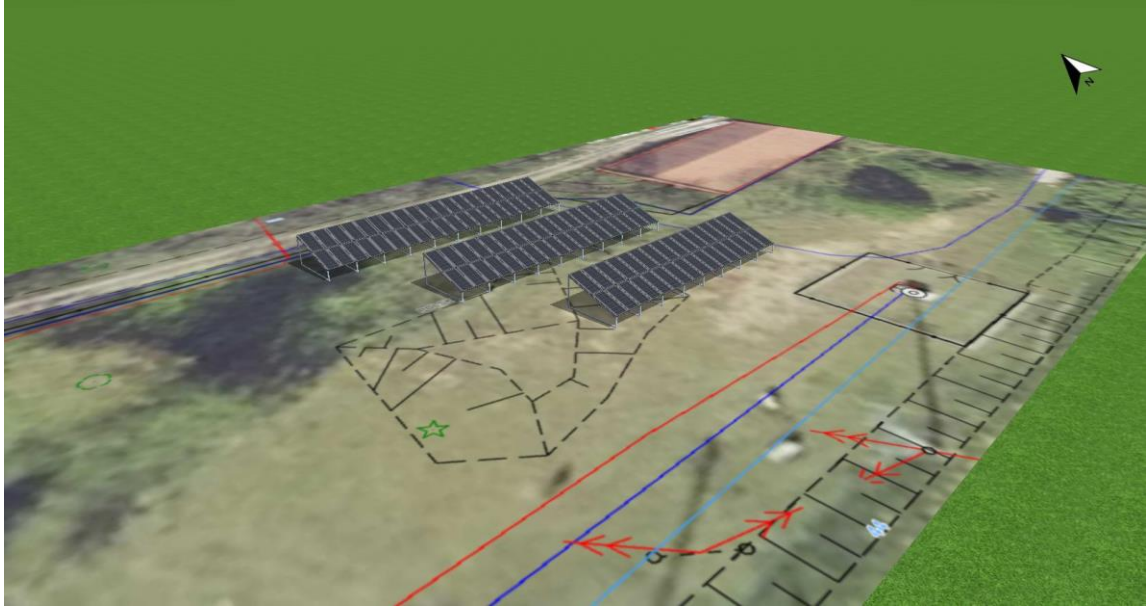
Po stronie AC falownika należy zabezpieczyć przed potencjalnym prądem zwarciovym od strony sieci. Zabezpieczenie należy tak dobrać, aby w przypadku przepływu prądu o wartości większej od długotrwałej obciążalności prądowej zastosowanego przewodu lub kabla, następowało ich działanie i rozłączenie obwody zanim nastąpi nadmierny wzrost temperatury żył przewodów powodujących uszkodzenie przewodu lub kabla.

Dobieramy wyłącznik nadprądowy o charakterystyce B, prądzie znamionowym 80A, 3 biegunowym, o znamionowej zwarciowej zdolności łączeniowej ICN 6kA.

18. Wizualizacja rozmieszczenia modułów

W tej części przedstawiono prostą wizualizację rozmieszczenia modułów na gruncie.



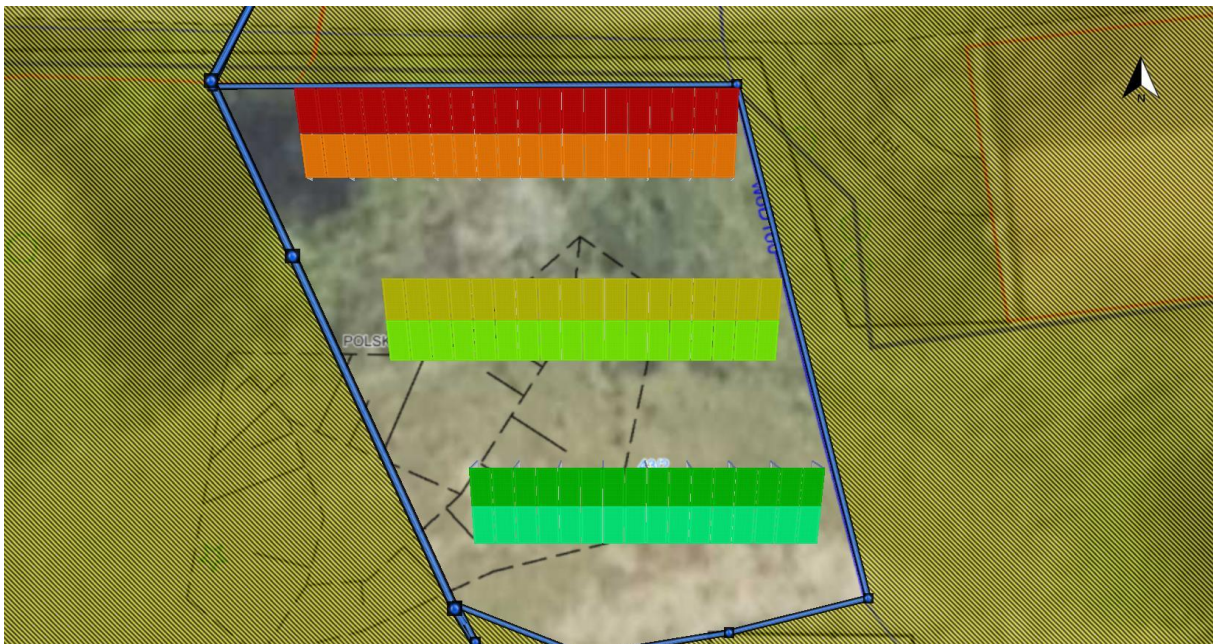


19. Łączenie modułów do falownika

W tej części przedstawiono sposób łączenia modułów fotowoltaicznych do falownika o mocy 50kW. Falownik posiada 6 niezależnych wejść MPPT, do których zostało wpięte odpowiednio:

- MPPT 1 – 20 modułów o mocy jednostkowej 460Wp,
- MPPT 2 - 20 modułów o mocy jednostkowej 460Wp,
- MPPT 3 – 18 modułów o mocy jednostkowej 460Wp,
- MPPT 4 - 18 modułów o mocy jednostkowej 460Wp,
- MPPT 5 – 16 modułów o mocy jednostkowej 460Wp,
- MPPT 6 – 16 modułów o mocy jednostkowej 460Wp,

Sposób połączenia przedstawiono również w ujęciu graficznym:



20. Uzysk z instalacji fotowoltaicznej

W tej części przedstawiono średnioroczny uzysk energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną. Dane pogodowe zostały zaciągnięte z bazy historycznej najbliższego punktu meteorologicznego tj. Opole.

Jakość techniczna instalacji PV

Energia wyprodukowana przez system PV (sieć AC)

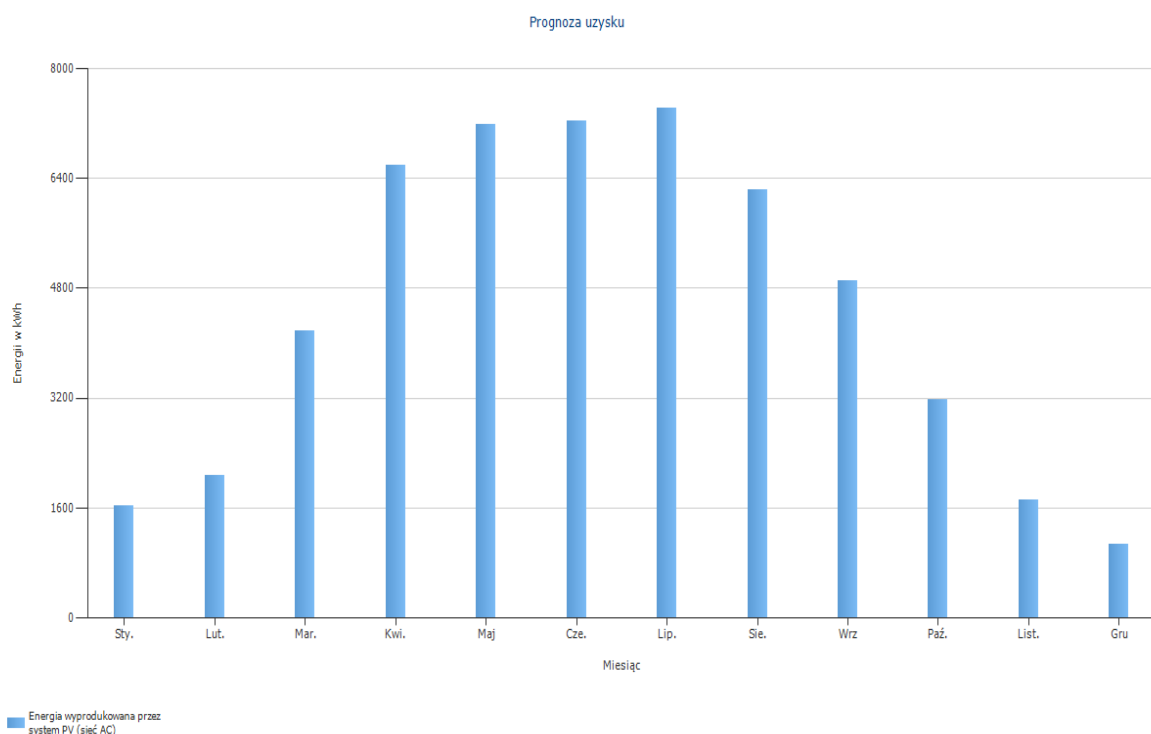
53 410 kWh/Rok

Spec. uzysk roczny

1 075,08 kWh/kWp

Stosunek wydajności (PR)

92,0 %



Instalacja fotowoltaiczna zlokalizowana pod adresem: Cieszanowice 13, 48-388 Cieszanowice, działka 43/2 w pierwszym roku swojej pracy powinna wyprodukować około 53 410 kWh. Należy jednak zaznaczyć, że jest to jedynie symulacja i w rzeczywistości wyniki te mogą się różnić.

21. Proste zestawienie materiału

W tej części zebrano listę materiałów. Nie uwzględniono kabli, złączek, korytek i innych komponentów, których ilość jest uzależniona od warunków panujących na instalacji.

Nazwa	Ilość
Falownik 50kW	1
Moduły fotowoltaiczne o mocy 460Wp	108
Ograniczniki przepięć DC	6
Ogranicznik przepięć AC	1
Zabezpieczenia nadprądowe	1
Kabel solarny 6mm ²	-

22.

