



**DOKUMENTACJA PROJEKTOWO-TECHNICZNA
MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
O MOCY 49,68kWp**

Nazwa obiektu: Instalacja na gruncie

Lokalizacja: Kielczykowizna, dz.ew. nr 810, obręb Wola Ręczajska

Inwestor: Gmina Poświętne

ul. Krótka 1, 05-326 Poświętne

Data opracowania: lipiec 2023r.

Opracowali: Klaudia Cichocka

Certyfikat Urzędu Dozoru Technicznego

NR: OZE-W/27/000059/18

mgr inż. Adam Zdziarski

upr. bud.: MAZ/0334/POOE/13

nr ewid.: MAZ/IE/0466/13

Spis treści

Oświadczenie.....	4
Kopia uprawnień budowlanych wydanych przez Mazowiecką Okręgową Izbę Inżynierów Budownictwa.....	5
Kopia uprawnień instalatora odnawialnych źródeł energii wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.	8
1. Opis techniczny instalacji fotowoltaicznej.....	9
1.1. Przedmiot i cel opracowania.	9
1.2. Podstawa opracowania.....	9
1.3. Plan zagospodarowania terenu.	9
1.4. Dane techniczne.	9
1.5. Konstrukcja montażowa.....	10
1.6. Moduły fotowoltaiczne.	10
1.7. Falownik fotowoltaiczny i optymalizacja mocy.	11
1.8. Opomiarowanie i sterowanie instalacji.	12
1.9. Rozdzielnice prąd stały (DC) i prąd przemienny (AC).	12
1.10. Oprzewodowanie.	13
1.11. Dobór okablowania po stronie prądu stałego (DC).....	13
1.12. Dobór okablowania po stronie (DC) ze względu na stratę mocy.	13
1.13. Dobór okablowania po stronie (DC) ze względu na spadek napięcia.....	14
1.14. Dobór przekroju okablowania po stronie prądu przemiennego (AC).	14
1.15. Dobór okablowania po stronie (AC) ze względu na dopuszczalną długotrwałą obciążalność prądową.....	15
1.16. Dobór okablowania po stronie (AC) ze względu na spadek napięcia.....	15
1.17. Dobór ochrony nadprądowej po stronie prądu przemiennego.	15
1.18. Ochrona przeciwprzepięciowa.	16
1.19. Ochrona przeciwporażeniowa i przeciwpożarowa.	16
1.20. Trasy kablowe.....	17
1.21. Prognoza uzysków energii elektrycznej.	18
1.22. Uniknięta emisja CO2.....	19
1.23. Warunek przyłączenia mikroinstalacji przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego.	19



1.24. Procedura przyłączenia mikroinstalacji fotowoltaicznej	19
1.25. Wymagania dotyczące dokumentacji powykonawczej oraz pomiarów elektrycznych.....	20
1.26. Uwagi końcowe	20
2. Zestawienie elementów instalacji fotowoltaicznej.....	21
EF/1 Schemat ideowy mikroinstalacji.	22
Wizualizacje.	23



Trojany, lipiec 2023r.

Oświadczenie

My, niżej podpisane oświadczamy, że opracowanie:

DOKUMENTACJA PROJEKTOWO-TECHNICZNA
MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY 49,68kWp
Kielczykowizna, dz.ew. nr 810, obręb Wola Ręczajska

Zostało opracowane zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. Opracowanie wykonano zgodnie z umową oraz wydano w stanie kompletnym ze względu na cel, jakiemu ma służyć.

Kopia uprawnień budowlanych wydanych przez Mazowiecką Okręgową Izbę Inżynierów Budownictwa.



Mazowiecka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
sygn. akt. MAZ/7131/211/13/E

Warszawa, dnia 20 czerwca 2013 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 11 ust. 1 i art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz.U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42 z późn. zm.), art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1, ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (tekst jednolity: Dz. U. z 2010 r. Nr 243, poz. 1623 z późn. zm.) oraz § 14 ust. 1 pkt 1, § 15, § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. Nr 83 poz. 578 późn. zm.), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Adam Zdziarski
magister inżynier
ur. dnia 1 lipca 1984 roku w m. Gostynin
otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE nr MAZ/0334/POOE/13

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych

Szczegółowy zakres uprawnień

I. Na mocy art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 13 ust. 1 pkt 1 i ust. 4 ustawy - Prawo budowlane, w zakresie objętym wyżej wymienioną specjalnością, niniejsze uprawnienia stanowią podstawę do:

- 1/ projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i sprawowania nadzoru autorskiego;
- 2/ sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych, z zastrzeżeniem art. 62 ust. 5.

II. Na mocy § 15 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia budowlane stanowią podstawę do:

sporządzania projektu zagospodarowania działki lub terenu w zakresie wyżej wymienionej specjalności.

III. Na mocy § 24 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie, niniejsze uprawnienia budowlane stanowią podstawę do:

projektowania obiektu budowlanego takiego jak: sieci, instalacje i urządzenia elektryczne i elektroenergetyczne, w tym kolejowe, trolejbusowe i tramwajowe sieci trakcyjne wraz z instalacjami i urządzeniami technicznymi zasilania i sterowania, w tym kolejowej, trolejbusowej i tramwajowej sieci trakcyjnej oraz elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

**UZASADNIENIE**

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 Kodeksu postępowania administracyjnego odstępuje się od uzasadnienia decyzji.

POUCZENIE

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 ustawy – Prawo budowlane, podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis do centralnego rejestru, prowadzonego przez Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego.
2. Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, w terminie 14 dni od dnia jej doręczenia.

Skład Orzekający

1/ mgr inż. Krzysztof Latoszek

2/ mgr inż. Irena Churska

3/ mgr inż. Krzysztof Booss



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-YNH-F2M-T1D *

Pan ADAM ZDZIARSKI o numerze ewidencyjnym MAZ/IE/0466/13

adres zamieszkania [REDACTED]

jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-08-01 do 2023-07-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-07-19 13:17:52 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



Kopia uprawnień instalatora odnawialnych źródeł energii wydany przez Urząd Dozoru Technicznego.

**URZĄD DOZORU TECHNICZNEGO****CERTYFIKAT INSTALATORA
ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII**NR CERTYFIKATU:
OZE-W/27/000059/18IMIE (MIEJSCOWOŚĆ):
KLAUDIA JOANNANAZWISKO:
CICHOCKA**WAŻNY Z DOKUMENTEM TOŻSAMOŚCI**

ORGAN WYDAJĄCY: PREZES URZĘDU DOZORU TECHNICZNEGO

CERTYFIKAT NR: OZE-W/27/000059/18

NINIEJSZY CERTYFIKAT POTWIERDZA POSIADANIE
KWALIFIKACJI DO INSTALOWANIA NASTĘPUJĄCYCH
RODZAJÓW ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII:
SYSTEMÓW FOTOWOLTAICZNYCH (PV).MIEJSCOWOŚĆ:
WARSZAWA / PLDATA WYDANIA
CERTYFIKATU:
20.12.2018Niniejszy certyfikat został wydany na podstawie ustawy z dnia 29 lutego 2015 r.
o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. poz. 478, z późn. zm.).**CERTYFIKAT JEST WAŻNY DO DNIA 19.12.2023**

1. Opis techniczny instalacji fotowoltaicznej.

1.1. Przedmiot i cel opracowania.

Przedmiotem opracowania jest projekt mikroinstalacji fotowoltaicznej o mocy 49,68kWp usytuowanej na gruncie przy Stacji Uzdatniania Wody w Kielczykowiźnie.

Projektowany system fotowoltaiczny stanowi zespół prądotwórczy, klasyfikowany jako źródło energii wykorzystujące energię odnawialną. Podstawowym celem wytwarzania energii elektrycznej przez system są potrzeby własne budynku. Projektowany system zapewni maksymalne wykorzystanie energii. Dobór mocy instalacji powinien zapewnić zużycie znaczącej części wyprodukowanej energii elektrycznej w układzie odbiorczym budynku.

Celem opracowania jest stworzenie technicznych uwarunkowań umożliwiających montaż i przyłączenie ww. mikroinstalacji fotowoltaicznej do instalacji odbiorczej budynku, aby zmniejszyć zużycie energii elektrycznej pobieranej z elektroenergetycznej sieci dystrybucyjnej i zwiększyć wykorzystanie odnawialnych źródeł energii w ww. budynku.

1.2. Podstawa opracowania.

- audyt na miejscu inwestycji,
- mapa archiwalna,
- obowiązujące normy i przepisy,
- umowa nr 53/2P/39/2023.

1.3. Plan zagospodarowania terenu.

Montaż modułów fotowoltaicznych planuje się na gruncie dz.ew. nr 810, Kielczykowizna, obręb Wola Ręczajska. Podłączenie mikroinstalacji fotowoltaicznej do instalacji odbiorczej należy wykonać w istniejącej rozdzielnicy głównej obiektu RG. W rozdzielnicy głównej obiektu w sekcji IV zastosować rozłącznik izolacyjny bezpiecznikowy, zastosować wkładkę topikową gG 125A 3P. Schemat instalacji przedstawiono na rysunku EF/1. Należy wykonać ogrodzenie panelowe terenu inwestycji zgodnie z planem sytuacyjnym - rysunek EF/6. Projektowane ogrodzenie nawiązać do istniejącego, długość około 180m.

1.4. Dane techniczne.

Dane techniczne projektowanej instalacji fotowoltaicznej:

- moc nominalna generatora fotowoltaicznego w zakresie 49,60-49,99kWp,
- generator stanowią moduły fotowoltaiczne wykonane w technologii monokrystalicznej o mocy minimum 460Wp w ilości 108 sztuk,
- falownik fotowoltaiczny o mocy znamionowej minimum 50 000 [W],
- optymalizatory mocy dedykowane do przyłączenia par modułów fotowoltaicznych,
- napięcie wyjściowe falownika wynosi 230/400V AC (3-fazy),
- instalacja fotowoltaiczna typu on-grid, zsynchronizowana z siecią elektroenergetyczną,
- instalacja fotowoltaiczna wyposażona w układ automatycznego zatrzymania produkcji w sytuacji zadziałania istniejącego układu samoczynnego załączania rezerwy (SZR) z istniejącego agregatu prądotwórczego

1.5. Konstrukcja montażowa.

Przewiduje się montaż z wykorzystaniem wolnostojącego systemu wbijanego w grunt, kąt nachylenia systemu 25 stopni, wykonany o profile dedykowane do systemów fotowoltaicznych wraz z elementami łączeniowymi.

Konstrukcja nośna musi zapewnić stabilność instalacji fotowoltaicznej w zakresie warunków atmosferycznych panujących w Polsce, tj. zakresy temperatur, warunki śniegowe, prędkość wiatru – strefa śniegowa i strefa wiatrowa.

Konstrukcja dostosowana do montażu 108 modułów w poziomie (3 stelaże po 36 modułów fotowoltaicznych).

Rozłożenie modułów na stelażach przedstawiają zamieszczone w niniejszym opracowaniu wizualizacje.

1.6. Moduły fotowoltaiczne.

Moduły fotowoltaiczne to urządzenia zmieniające bezpośrednio energię promieniowania słonecznego na prąd stały. Każdy moduł zbudowany jest z krzemowych ogniw fotowoltaicznych połączonych szeregowo i odpowiednio zabezpieczonych. W przedmiotowym projekcie planuje się wykorzystanie 108 sztuk modułów monokrystalicznych o mocy znamionowej 460Wp. Łączna moc zainstalowanych modułów fotowoltaicznych jest równa 49,68kWp.

Należy zastosować moduły o parametrach nie gorszych od przedstawionych w poniższej tabeli:

Moc znamionowa w warunkach STC	460W
Wymiary	1134mm 1903mm
Maksymalne dopuszczalne obciążenie ciśnienia	Wiatr – 2400Pa Śnieg – 5400Pa
Maksymalne napięcie systemu	1500V
Gwarancja mocy po 25 latach	84,8%
Gwarancja na wady ukryte	minimum 15 lat
Sprawność modułu	21,0 %
Tolerancja mocy	- 0 / +5W
Masa całkowita	24kg

Generator fotowoltaiczny tworzą cztery ciągi (stringi) modułów fotowoltaicznych, które zostaną przyłączone poprzez optymalizatory mocy do falownika fotowoltaicznego.

Wyżej wymienione ciągi (stringi) zostały przedstawione na rysunku EF/1 i EF/5.

Moduły fotowoltaiczne posiadają zgodność z wymaganiami unijnego prawodawstwa:

1. Normami:

- **EN 61215-1:2016** Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych – Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu,
- **EN 61215-1-1:2016** Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych – Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu - Część 1-1: Wymagania szczególne dotyczące badań naziemnych modułów fotowoltaicznych (PV) wykonanych z krzemu krystalicznego,

- **EN 61215-2:2017+AC:2017+AC:2018** Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych – Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu -- Część 2: Metody badań,
- **EN IEC 61730-1:2018+AC:2018** Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji,
- **EN IEC 61730-2:2018+AC:2018** Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) – Część 2: Wymagania dotyczące badań.

1.7. Falownik fotowoltaiczny i optymalizacja mocy.

Falownik fotowoltaiczny ma za zadanie przekonwertować wytworzony przez ogniwa fotowoltaiczne prąd stały na prąd przemienny o odpowiednich parametrach. W systemie zaprojektowano wykorzystanie falownika o mocy wyjściowej 50kW, który przewidziany jest do pracy z siecią trójfazową. Montaż falownika fotowoltaicznego planuje się na konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych. W trakcie montażu należy zachować wytyczne producenta.

Falownik jako wymóg konieczny powinien spełniać poniższe wytyczne:

1. Posiada deklarację zgodności parametrów technicznych zgodnych z:
 - **2014/35/EU** Dyrektywą niskonapięciową (LVD),
 - **2014/30/EU** Dyrektywą kompatybilności elektromagnetycznej (EMC),
 - **2011/65/EU** Dyrektywą RoHS,
 - **2015/863** zmiana załącznika II do unijnej dyrektywy RoHS 2,
 - wymaganiami dotyczącymi podłączenia jednostek wytwórczych do sieci (RfG).
2. Posiada automatyczne i samoczynne wyłączenie inwertera. W przypadku zaniku napięcia w sieci energetycznej zapewnia ochronę przed pracą wyspową.
3. Dobrany falownik charakteryzuje się stopniem ochrony IP65, należytą odpornością na warunki atmosferyczne (temperatura pracy -20°C do +60 °C) oraz wysokie bezpieczeństwo dla użytkowników. Inwerter wyposażony jest w system pomiaru izolacji części prądu stałego (DC), pozwalający eliminować wszelkie uszkodzenia na okablowaniu modułów, jak również w samych modułach dające wysokie bezpieczeństwo użytkowania oraz zabezpieczenie przed błędną polaryzacją modułów. Ponadto inwerter posiada monitoring parametrów sieci oraz jest przystosowany do pracy z polską siecią dystrybucyjną.
4. Projektowany układ instalacji umożliwia maksymalizowanie ilości produkowanej energii. System został dobrany tak, aby maksymalizował on wydajność instalacji fotowoltaicznej niezależnie od jej ułożenia poprzez osobne zarządzanie i sterowanie każdą parą modułów.
5. Falownik wyposażony jest w złącze RS 485 oraz złącze Ethernet lub wifi, aby umożliwić połączenie z siecią internetową.
6. Projektowany system fotowoltaiczny jest zdolny zapewnić najwyższe bezpieczeństwo, obniża napięcie na łańcuchach prądu stałego (DC) do wartości bezpiecznej 50V po wyłączeniu falownika lub w przypadku zaniku napięcia z sieci. System spełnia wymagania norm IEC60947 oraz VDE-AR-E 2100-712 w zakresie bezpieczeństwa falowników fotowoltaicznych.
7. System daje możliwość monitoringu falownika i jego parametrów.

Należy zastosować falownik o parametrach nie gorszych od przedstawionych w poniższej tabeli:

Falownik fotowoltaiczny	
Moc znamionowa AC	50 000W
Maksymalna sprawność	98,3%
Europejski współczynnik sprawności	98 %
Liczba faz	3 – fazowy
Zakres temperatur eksploatacji	od -40 do +60°C
Pobór energii w nocy	< 8W
Stopień ochrony	IP65
Gwarancja producenta	minimum 12 lat

Moduły fotowoltaiczne należy wyposażyć w optymalizację mocy, której zadaniem jest wymuszenie pracy w punkcie mocy maksymalnej na poziomie par modułów. W przypadku zacienienia jednego modułu w szeregu pozostałe pracują bez spadku wydajności. Ponadto optymalizatory mocy obniżają napięcia na modułach. Montowane są bezpośrednio pod modułami. Generator fotowoltaiczny został zaopatrzony w optymalizatory mocy dedykowane do przyłączenia par modułów fotowoltaicznych.

Optymalizatory pracy są zgodne z poniższymi dyrektywami:

- **2014/35/EU** Dyrektywa niskonapięciowa (LVD),
- **2014/30/EU** Dyrektywa kompatybilność elektromagnetyczna (EMC),
- **2011/65/EU** Dyrektywa RoHS,
- **2015/863** zmiana załącznika II do unijnej dyrektywy RoHS 2.

W celu optymalnego doboru ilości modułów dla przedmiotowego systemu fotowoltaicznego posłużono się specjalistycznym programem symulacyjnym „PVSol Premium” pozwalającym na uwzględnienie rozłożenia modułów na konstrukcjach oraz doboru inwerterów fotowoltaicznych wraz z symulacją uzysków energii.

1.8. Opomiarowanie i sterowanie instalacji.

W rozdzielnicę głównej obiektu zainstalować systemowy licznik energii instalacji fotowoltaicznej do opomiarowania energii pobieranej i oddawanej do sieci dystrybucyjnej. Licznik energii zabezpieczyć trójpolowym wyłącznikiem nadprądowym B6, licznik połączyć z falownikiem solarnym kablem komunikacyjnym UTP w kat.6 U/UTP 4x2x0,5 - kabel komunikacyjny zabezpieczyć ochronnikiem przepięciowym w rozdzielnicę głównej oraz w RPV1 przy falowniku solarnym.

Rozdzielnicę SZR połączyć kablem YKY 3x2,5mm² z rozdzielnicą RPV1 - zastosować stycznik do samoczynnego zatrzymania produkcji z instalacji fotowoltaicznej w trybie zasilania obiektu z agregatu prądotwórczego.

1.9. Rozdzielnice prąd stały (DC) i prąd przemienny (AC).

Rozdzielnicę prądu stałego należy wykonać w obudowie o stopniu ochrony minimum IP65. Znamionowe napięcie izolacji obudowy szafki powinno wynosić min. 1000V. Do rozdzielniczy należy doprowadzić uziemienie zgodne z normą – przekrój minimum 16 [mm²] miedzi lub ekwiwalent. Wykonać opisy zabezpieczeń.

Rozdzielnicę prądu przemiennego należy wykonać w obudowie o stopniu ochrony minimum IP65, szynę PE w rozdzielni uziemić zgodnie z normą. Wykonać opisy zabezpieczeń.

Do złącza kablowego instalacji fotowoltaicznej z rozdzielnicą głównej obiektu 4x przewód zewnętrzny żelowany UTP w kat.6 U/UTP 4x2x0,5 - w tym 1 szt. dla potrzeb komunikacji falownika solarnego z siecią internetową, 1 szt. dla potrzeb komunikacji falownika z licznikiem energii, 2 szt. dla monitoringu CCTV.

1.10. Oprzewodowanie.

- moduły fotowoltaiczne zostaną połączone przewodami dedykowanymi do systemów fotowoltaicznych, stałoprądowymi DC o przekroju 6 [mm²], odpornymi na UV i wpływ warunków atmosferycznych zgodnie z właściwymi normami; do połączeń użyć konektorów (złączek) MC4 lub podobnych,
- falownik połączony zostanie z rozdzielnicą prądu stałego RPV2 DC przewodami stałoprądowymi (DC) o przekroju 10 [mm²], do połączeń użyć konektorów (złączek) MC4 lub podobnych,
- falownik należy połączyć z rozdzielnicą prądu przemiennego RPV1 AC przewodem miedzianym LgY 5x25 [mm²],
- rozdzielnica prądu przemiennego połączona zostanie z rozdzielnicą główną RG obiektu przewodem aluminiumowym YAKXS 4x70 [mm²].

1.11. Dobór okablowania po stronie prądu stałego (DC).

Projektowany generator fotowoltaiczny składa się z dwóch równych ciągów (stringów) modułów fotowoltaicznych. Obliczenia zostały wykonane dla pierwszego stringu (S1.1.A, S1.1.B). Poprzez optymalizację wartość napięcia każdego ciągu (stringu) wynosi maksymalnie 750 [V].

$$A_{minDC} = \frac{P * l}{U^2 * k * 0,01}$$

$$A_{minDC} = \frac{24\,840 * 70}{750^2 * 56 * 0,01} = 5,72 [mm^2]$$

A_{minDC} – minimalny przekrój kabla dla wyliczonego prądu [mm²]

P – moc łańcucha [W]

l – całkowita długość łańcucha [m]

U – napięcie łańcucha [V],

K – przewodność właściwa miedzi

Dla strat na poziomie 1%

$$A_{DC} > A_{minDC}$$

$$10 > 5,72$$

A_{DC} – dobrany przekrój kabla [mm²]

Mając na uwadze wynik obliczeń, spadek napięcia oraz indywidualne preferencje dobrano kable solarne z żyłą miedzianą o przekroju 10 [mm²].

1.12. Dobór okablowania po stronie (DC) ze względu na stratę mocy.

$$\Delta P = \frac{P * l}{U^2 * k * A_{DC}} * 100\%$$

$$\Delta P = \frac{24\,840 * 70}{750^2 * 56 * 10} * 100\% = 0,6\%$$



ΔP – obliczona strata mocy [%]
 P – moc łańcucha [W]
 l – całkowita długość łańcucha [m]
 U – napięcie łańcucha [V]
 k – przewodność właściwa miedzi
 A_{DC} – dobrany kabel [mm²]

Dopuszczalna strata mocy wynosi 1% - okablowanie zostało dobrane prawidłowo.

1.13. Dobór okablowania po stronie (DC) ze względu na spadek napięcia.

$$\Delta u = \frac{I \cdot l}{A_{DC} \cdot k}$$

$$\Delta u = \frac{40 \cdot 70}{10 \cdot 56} = 5,0 [V]$$

Δu – szukany spadek napięcia [V]
 I – prąd płynący w łańcuchach [A]
 l – całkowita długość łańcucha [m]
 A_{DC} – przekrój kabla [mm²]
 K – przewodność właściwa miedzi
 U – napięcie łańcucha
Dla strat na poziomie 1%

$$\Delta u \leq U \cdot 0,01$$

$$5,0 [V] \leq 7,5 [V]$$

Przy tych założeniach spadek na dobranych przewodach solarnych mieści się w dopuszczalnej granicy.

1.14. Dobór przekroju okablowania po stronie prądu przemiennego (AC).

Trasa kabla o długości około 120 [m] łączącego rozdzielnicę instalacji fotowoltaicznej z punktem przyłączeniowym w rozdzielni głównej obiektu. Ostateczne miejsce podłączenia falownika fotowoltaicznego należy uzgodnić przy wykonawstwie instalacji elektrycznej.

$$A = \frac{P \cdot L}{U_n^2 \cdot K \cdot 0,01}$$

$$A = \frac{50\,000 \cdot 120}{400^2 \cdot 36 \cdot 0,03} = 34,72 [mm^2]$$

A – szukany przekrój kabla
 P – moc czynna, $P = 50\,000 [W]$
 L – długość kabla 120 [m]
 U_n – napięcie fazowe
 K – przewodność właściwa dla aluminium $Al \approx 36$
Obliczenia dla strat na poziomie 3 [%].

Biorąc pod uwagę wynik obliczeń oraz długotrwałą obciążalność prądową dobrano przewód YAKXS 4x70 [mm²].

1.15. Dobór okablowania po stronie (AC) ze względu na dopuszczalną długotrwałą obciążalność prądową.

Zastosowano falownik trójfazowy o mocy wyjściowej 50 000 [W] i napięciu 230/400V, do obliczeń przyjęto współczynnik mocy $\cos\phi = 0,95$.

$$I_B = \frac{P_W}{\sqrt{3} * U_{mf} * \cos\phi}$$

$$I_B = \frac{50\,000}{\sqrt{3} * 400 * 0,95} = 75,97 \text{ [A]}$$

I_{AC} – dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa dobranego przewodu AC [A].

I_B – prąd roboczy płynący z inwertera [A]

P_W – moc wyjściowa inwertera [W]

U_{mf} – napięcie międzyfazowe [V]

$$I_{AC} > I_B$$

$$215 > 75,97$$

Dobraný przewód spełnia kryteria obciążalności prądowej.

1.16. Dobór okablowania po stronie (AC) ze względu na spadek napięcia.

$$\Delta u = \frac{\sqrt{3} * I * l}{U_{mf} * A_{AC} * k} * 100\%$$

$$\Delta u = \frac{\sqrt{3} * 75,97 * 120}{400 * 70 * 36} * 100\% = 1,6\%$$

I – prąd roboczy płynący z inwertera [A]

l – całkowita długość tańcucha [m]

U_{mf} – napięcie międzyfazowe [V]

A_{AC} – przekrój przewodu [mm²]

k – przewodność właściwa miedzi

Obliczenia dla strat na poziomie 3 [%].

Dobraný przewód spełnia dopuszczalny poziom straty mocy.

1.17. Dobór ochrony nadprądowej po stronie prądu przemiennego.

Po stronie prądu przemiennego (AC) ochrona nadprądowa realizowana będzie poprzez wyłącznik nadprądowy, który ma na celu zabezpieczenie przed nadmiernym prądem na przewodach. Obliczenia doboru wartości zabezpieczenia nadprądowego przedstawiono poniżej.

$$I_B \leq I_{wył} \leq I_{AC}$$

$$75,97 \leq 80 \leq 85$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z \quad I_2 = k \cdot I_n$$

$$116 \leq 123,25$$

I_B – prąd roboczy płynący z inwertera [A]

I_n – prąd znamionowy wyłącznika nadprądowego [A]

I_z – dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa dobrego przewodu prądu przemiennego (AC)

I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

k – współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie zabezpieczenia, który dla wyłączników o charakterystyce B, C wynosi 1,45

Zgodnie z obliczeniami dobrano wyłącznik nadprądowy o wartości prądu znamionowego 80 [A].

1.18. Ochrona przeciwprzepięciowa.

Po stronie prądu stałego planuje się zastosować ograniczniki przepięć wykonane w technologii iskiernikowo-warystorowej typ 1+2 – na każdy ciąg (string), które mają za zadanie chronić urządzenia przed wyładowaniami atmosferycznymi i przepięciami, które mogą powstać w części stałoprądowej instalacji.

W rozdzielnicy prądu przemiennego planuje się zastosować ogranicznik przepięć typ 1+2+3 4P dla układu typu TN-S. Ogranicznik ten ma za zadanie ochronić urządzenia przed przepięciami po stronie prądu przemiennego.

1.19. Ochrona przeciwporażeniowa i przeciwpożarowa.

Instalacja w części przemiennie-prądowej należy wykonać w układzie sieci typu TN-S. Po stronie prądu przemiennego z falownika zostaną wyprowadzone kable zgodne z obliczonym przekrojem.

Ochrona podstawowa przed dotykiem bezpośrednim zostanie zrealizowana przez izolację fabryczną oraz obudowy urządzeń. Po stronie prądu stałego jako środek ochrony należy zastosować urządzenia o drugiej klasie ochronności.

Aby zapewnić dodatkową ochronę projektowana instalacja została wyposażona w system z optymalizacją pracy, który posiada **zintegrowaną funkcję minimalizującą zagrożenia bezpieczeństwa**. W momencie podłączenia optymalizatorów mocy moduły działają jedynie, gdy sygnał falownika jest stale ponawiany. Jeżeli nie ma żadnego sygnału z falownika lub falownik nie jest w trybie pracy funkcja automatycznie wyłącza prąd stały oraz napięcie na przewodach modułu i łańcuchach. W trybie bezpieczeństwa napięcie wyjściowe każdego modułu obniżane jest do kontrolnego 1 [V]. **Maksymalne napięcie łańcucha w trybie zatrzymania pracy systemu wynosi do 50V DC (prądu stałego).** Rozwiązanie to posiada certyfikat SELV (<120V).

Wyłączenie na poziomie modułu występuje automatycznie w przypadkach:

- budynek jest odłączony od sieci elektrycznej,
- wyłącznik instalacji jest wyłączony
- falownik jest wyłączony (wyłącznik ON/OFF jest w pozycji OFF).

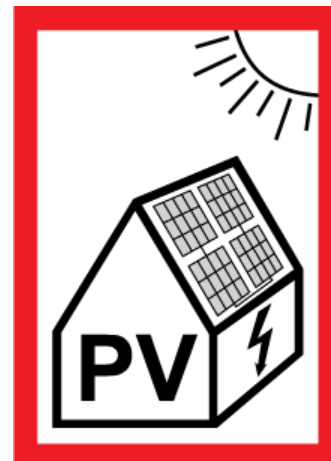
Funkcja jest zgodna z IEC/EN 60947-3, a także ze standardami bezpieczeństwa VDE AR 2100-712 i OEVE R-11-1.

Uzgodnienie projektu mikroinstalacji fotowoltaicznej z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych jest elementem niniejszego opracowania oraz musi stanowić element dokumentacji powykonawczej przekazywanej inwestorowi po zakończeniu montażu.

Ponadto w celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w instalację fotowoltaiczną (zgodnie z normą PN-EN 60364-7-712).

Naklejka z symbolem modułów fotowoltaicznych (PV) na dachu budynku powinna być umieszczona:

- w miejscu przyłączenia instalacji fotowoltaicznej,
- w rozdzielnicy głównej budynku,
- przy układzie pomiarowym,
- przy głównym wyłączniku zasilania.
- przy głównym wyłączniku zasilania.



Rys. Wzór oznakowania obiektu wyposażonego w instalację fotowoltaiczną (PV) zgodnie z normą PN-EN 60364-7-712).

1.20. Trasy kablowe.

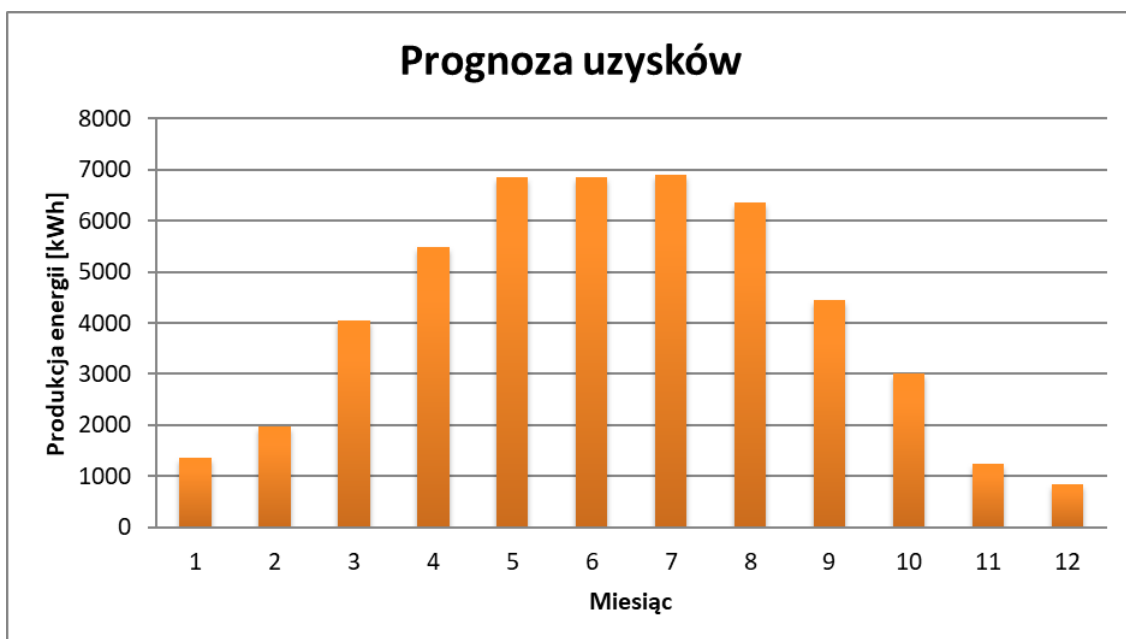
Linie kablowe ziemne należy ułożyć zgodnie z trasą pokazaną na rysunku EF/6. Wykopy pod budowę elektroenergetycznych linii kablowych należy wykonać za pomocą sprzętu mechanicznego lub ręcznie w zależności od warunków terenowych i podziemnego uzbrojenia terenu. Głębokość ułożenia kabli w ziemi, mierzona prostopadle do powierzchni ziemi od górnej powierzchni kabla, powinna wynosić co najmniej 70 cm.

Na konstrukcji wsporczej zaleca się prowadzenie przewodów w osłonach odpornych na promieniowanie UV oraz z użyciem perforowanych koryt metalowych. W części wewnętrznej dopuszcza się możliwość prowadzenia tras kablowych w korytach PVC.

Wszystkie przewody należy trwale oznaczyć.

1.21. Prognoza uzysków energii elektrycznej.

Prognoza uzysków [kWh] instalacja 49,68 [kWp] generator oparty o 108 modułów monokrystalicznych 460Wp		
Miesiąc	system dachowy	
Styczeń	1371,23	
Luty	1971,06	
marzec	4048,71	
kwiecień	5476,56	
maj	6862,04	
czerwiec	6841,33	
lipiec	6901,47	
sierpień	6348,19	
wrzesień	4443,53	
październik	3018,06	
listopad	1234,43	
grudzień	836,91	
Suma energii:	49 354	[kWh]
Uniknięta emisja CO₂:	34 032	[kg/rok]



1.22. Uniknięta emisja CO₂.

Uśredniony ekwiwalent unikniętej emisji CO ₂			
Uniknięta emisja CO ₂	34 032	[kg/rok]	
Zaoszczędzona emisja generowana przez samochody osobowe	7,2	[Sztuk]	
Zaoszczędzona liczba kilometrów samochodu osobowego	130 292	[km/rok]	
Zaoszczędzona liczba odpadów wysyłanych na wysypisko	12,2	[ton/rok]	
Zaoszczędzona liczba zużytej benzyny	14 495,8	[litrów/rok]	

Obliczenia zrealizowane na podstawie oficjalnego kalkulatora
Agencji Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych
(EPA/USEPA - United States Environmental Protection Agency)

1.23. Warunek przyłączenia mikroinstalacji przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego.

$$P_p \geq P_{pv}$$

$$98 [kW] \geq 49,68 [kW]$$

P_p – moc przyłączeniowa obiektu [kW]

P_{pv} – moc instalacji fotowoltaicznej [kW]

Aby instalacja została przyłączona przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego (OSD) moc przyłączeniowa obiektu nie może być mniejsza niż moc instalacji fotowoltaicznej.

1.24. Procedura przyłączenia mikroinstalacji fotowoltaicznej

- Wykonanie mikroinstalacji przez Wykonawcę.
- Zgłoszenie wykonanej instalacji do zakładu energetycznego celem przyłączenia.
- Zakład energetyczny potwierdza przyjęcie zgłoszenia w terminie 30 dni od otrzymania kompletnego zgłoszenia. W potwierdzeniu zgłoszenia wskazywany jest przewidywany termin przyłączenia.
- Zainstalowanie przez zakład energetyczny odpowiedniego układu zabezpieczającego i układu pomiarowo-rozliczeniowego. Zgodnie z obowiązującymi przepisami za przyłączenie mikroinstalacji nie pobiera się opłaty za przyłączenie do sieci.

- Zawarcie umowy regulującej kwestie związane z wprowadzaniem do sieci energii elektrycznej wytwarzanej w mikroinstalacji przez administratora budynku.
- Przyłączenie i rozruch właściwy instalacji fotowoltaicznej.

1.25. Wymagania dotyczące dokumentacji powykonawczej oraz pomiarów elektrycznych.

Po zakończeniu prac zobowiązuje się Wykonawcę do przekazania Inwestorowi dokumentacji powykonawczej, która powinna zawierać podstawowe informacje o wykonanej mikroinstalacji m.in. opis techniczny, w którym znajdą się informacje m.in. o użytych podzespołach, zabezpieczeniach elektrycznych, sposobie doboru okablowania, połączeniach ciągów modułów, sposobie prowadzenia tras kablowych itp. dodatkowo w dokumentacji należy zawrzeć schemat jednokreskowy, który powinien dokładnie odwzorowywać wykonaną instalację fotowoltaiczną i zawierać takie elementy jak moc instalacji, model zainstalowanych modułów fotowoltaicznych oraz falownika, lokalizacje poszczególnych rozdzielnic, typy i przekroje przewodów, typy oraz parametry zabezpieczeń elektrycznych, dodatkowe urządzenia, sposób połączenia ciągów modułów oraz podłączenia instalacji do rozdzielnic głównej obiektu. Do dokumentacji powinny być załączone wizualizacje mikroinstalacji, połączeń ciągów modułów, karty katalogowe oraz wymagane deklaracje zgodności/certyfikaty dopuszczające wykorzystanych materiałów, warunki gwarancyjne podzespołów oraz Wykonawcy.

Wykonawca zobowiązany jest dołączyć do dokumentacji wyniki wymaganych pomiarów elektrycznych. Pomiary powinny być wykonane przez osoby posiadające wymagane kwalifikacje oraz uprawnienia i udokumentowane wraz z podpisem osób przeprowadzających pomiar i przedstawicielem Inwestora.

1.26. Uwagi końcowe

- Prace związane z urządzeniami i instalacjami elektrycznymi mogą wykonywać jedynie osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje i uprawnienia.
- Całość prac należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami.
- Wszelkie zmiany lub niezgodności z projektem należy uzgodnić z Inwestorem.
- Stosować się do przepisów BHP, roboty elektryczne oraz prace na wysokości wykonać pod nadzorem osób uprawnionych.
- Prace wykonawcze realizować zgodnie z Prawem Budowlanym, z obowiązującymi i zalecanymi normami, przepisami i opracowaniami SEP.
- Wykonawca w trakcie robót powinien nanosić zmiany i poprawki na dokumentacji technicznej, a po zakończeniu prac powinien opracować dokumentację powykonawczą, do której powinny zostać dołączone protokoły pomiarów.
- Stosować elementy instalacji elektrycznych (kable, przewody oraz pozostały osprzęt elektroinstalacyjny) posiadające certyfikaty zgodności w szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania robót.
- Wykonawca korzystając ze swojej wiedzy technicznej powinien w wycenie uwzględnić materiały dodatkowe nie ujęte w którejkolwiek części opracowania projektowego lub kosztorysowego, ale wynikające z technologii i logiki budowania instalacji elektrycznych.

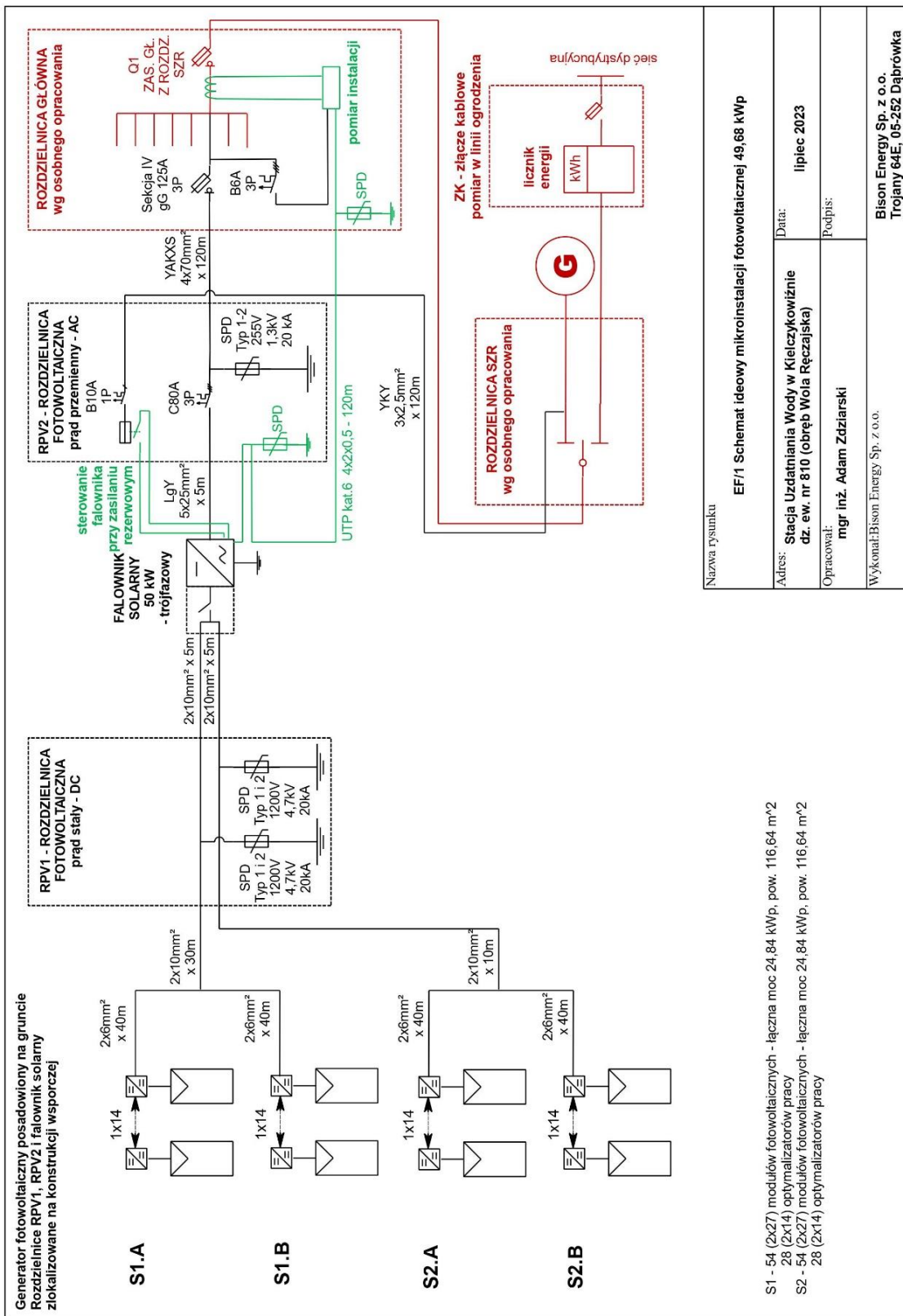
Dopuszcza się stosowanie innych równoważnych rozwiązań projektowych, urządzeń, materiałów spełniających co najmniej parametry podane w opracowaniu pod warunkiem przedstawienia wyczerpujących dowodów spełnienia wymogów opisanych w projekcie.

2. Zestawienie elementów instalacji fotowoltaicznej.

Pozycja	Nazwa	Jednostka	Ilość
Generator fotowoltaiczny			
1	Monokrystaliczny moduł fotowoltaiczny	[szt.]	108
Inwerter fotowoltaiczny, optymalizacja mocy i opomiarowanie			
2	Falownik solarny	[szt.]	1
3	Optymalizatory mocy	[szt.]	56
4	Miernik energii	[szt.]	1
System montażowy			
4	System montażowy wbijany w grunt	[kpl.]	1
Okablowanie i zabezpieczenia elektryczne			
5	Rozdzielnica z zabezpieczeniami po stronie prądu stałego: <ul style="list-style-type: none">• przeciwprzepięciowymi iskiernikowo-warystorowymi typ 1+2 – 2szt.	[szt.]	1
6	Rozdzielnica z zabezpieczeniami po stronie prądu przemiennego: <ul style="list-style-type: none">• nadprądowym B80/3 80A 3P• przeciwprzepięciowym typ 1+2+3 4P 230V	[szt.]	1
7	Zabezpieczenia w rozdzielnicach głównej RG: <ul style="list-style-type: none">• wkładka topikowa gG 125A 3P• nadprądowe B6/3 6A 3P	[szt.]	2
8	Przewód solarny 6mm ²	[kpl.]	1
9	Przewód solarny 10mm ²	[kpl.]	1
10	Przewód elektroinstalacyjny miedziany 5x25mm ²	[kpl.]	1
11	Przewód elektroinstalacyjny aluminiowy 4x70mm ²	[kpl.]	1
12	Przewód instalacyjny LGY 1x16mm ²	[kpl.]	1
13	Przewód zewnętrzny żelowany UTP w kat.6 U/UTP 4x2x0,5	[kpl.]	4
14	Przewód YKY 3x2,5mm ²	[kpl.]	1
15	Konektory, trasy kablowe, akcesoria instalacyjne	[kpl.]	1

EF/1 Schemat ideowy mikroinstalacji.

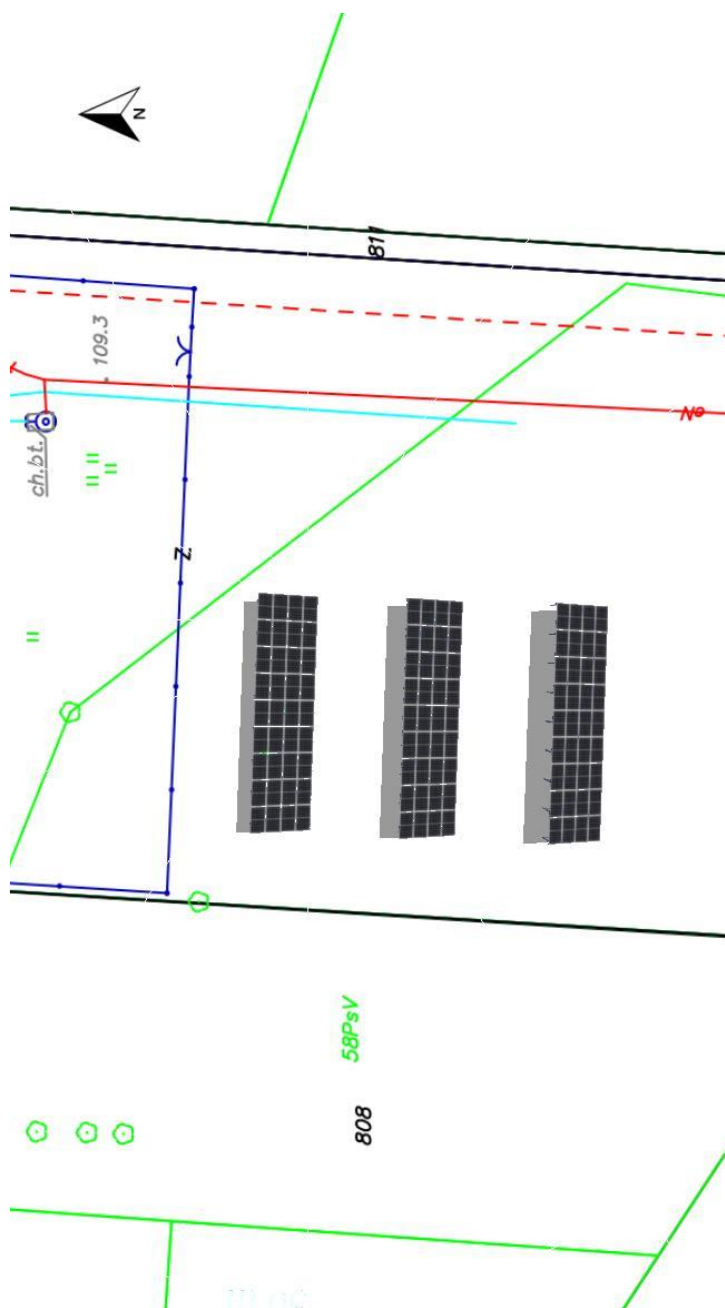
Schemat instalacji



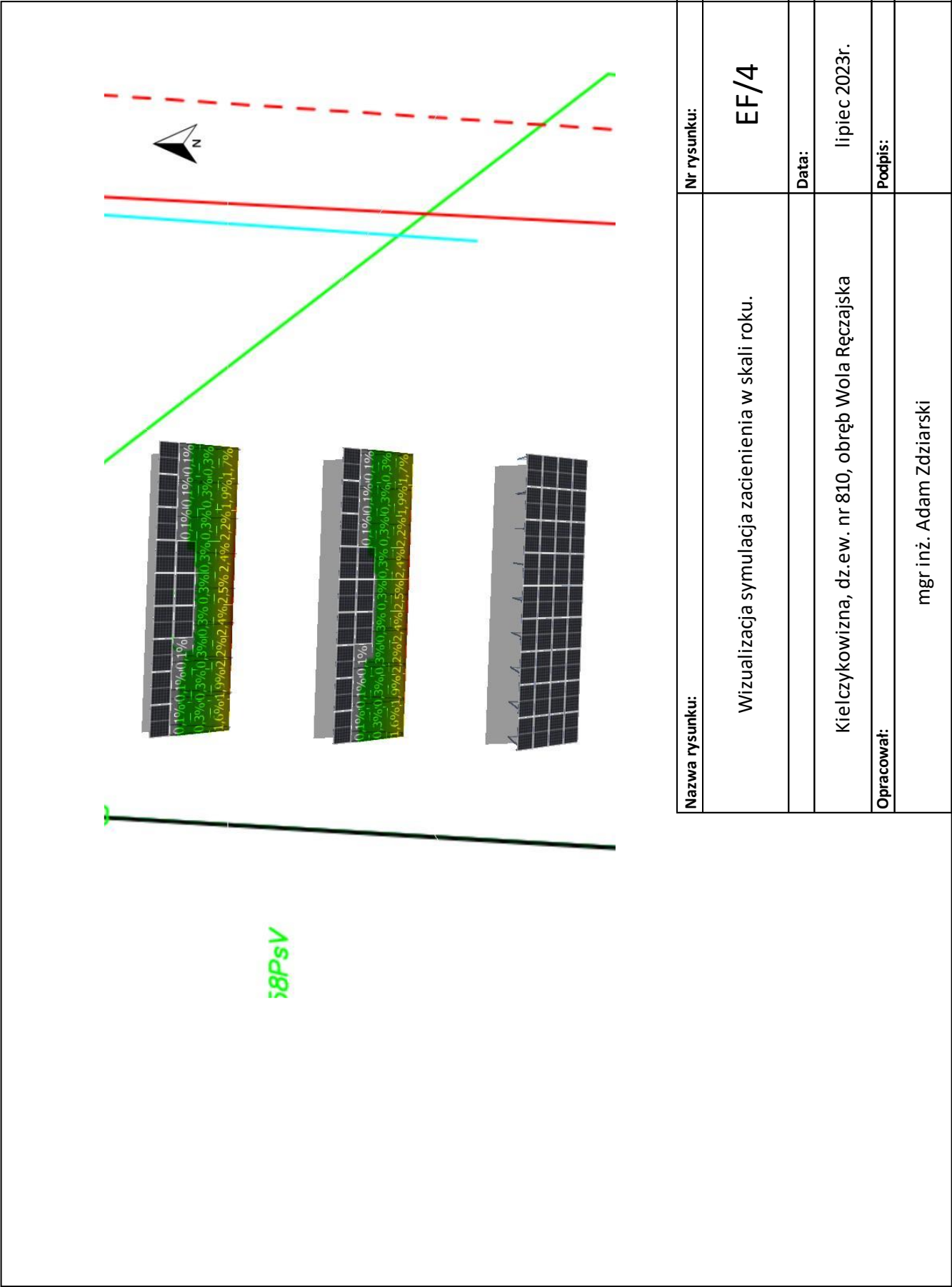
Wizualiacje.



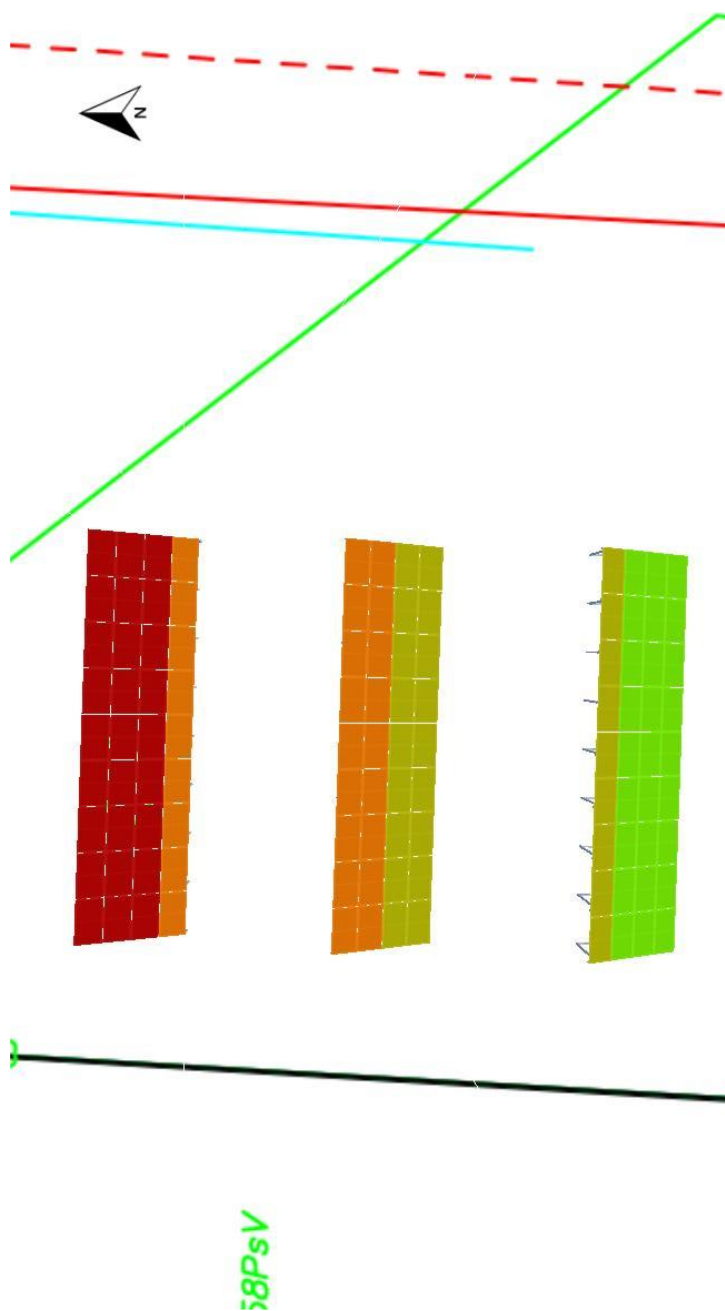
Nazwa rysunku:	Nr rysunku:
Wizualizacja obiektu - rzut z góry.	EF/2
Data:	lipiec 2023r.
Opracował:	mgr inż. Adam Zdziarski



Nazwa rysunku:	Nr rysunku:
Wizualizacja mikroinstalacji.	EF/3
	Data:
Kielczykowizna, dz.ew. nr 810, obręb Wola Ręczajska	lipiec 2023r.
Opracował:	Podpis:
mgr inż. Adam Zdziarski	



Nazwa rysunku:	Nr rysunku:
Wizualizacja symulacji zacinienia w skali roku.	EF/4
	Data:
Kielcykowizna, dz.ew. nr 810, obręb Wola Ręczajska	lipiec 2023r.
Opracował:	Podpis:
mgr inż. Adam Zdziarski	



Nazwa rysunku:	Nr rysunku:
Wizualizacja połączeń ciągów modułów.	EF/5
	Data:
Kielczykowizna, dz.ew. nr 810, obręb Wola Ręczajska	lipiec 2023r.
Opracował:	Podpis:
mgr inż. Adam Zdziarski	



Nazwa rysunku:	Nr rysunku:
Szkic sytuacyjny	EF/6
Data:	lipiec 2023r.
Opracował:	Podpis:
mgr inż. Adam Zdziarski	