

PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Obiekt: **BUDYNEK JEDNORODZINNY
Podkamionka 7A**

Inwestor: **Gmina Sokółka,
Plac Kościuszki 1,
16-100 Sokółka**

Projektant: **mgr inż. Emil Bursiewicz
Upr.: PDL/0159/PWBE/16
PDL/IE/0037/17**

Białystok, lipiec 2019r

OŚWIADCZENIE

Na podstawie art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – **Prawo budowlane**

Oświadczam, że:

**„projekt instalacji fotowoltaicznej w budynku jednorodzinnym w miejscowości
Podkamionka 7A, gm. Sokółka”**

sporządzono zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Autor projektu:

mgr inż. Emil Bursiewicz
PDL/0159/PWBE/16

.....

(podpis)

OPIS TECHNICZNY
do projektu instalacji fotowoltaicznej w budynku mieszkalnym
jednorodziennym zlokalizowanym w miejscowości Podkamionka 7A

Spis treści

1. Podstawa opracowania
2. Przedmiot i zakres opracowania
3. Charakterystyka obiektu
4. Instalacja fotowoltaiczna.
 - 4.1. Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne
 - 4.2. Moduły fotowoltaiczne
 - 4.3. Montaż modułów fotowoltaicznych
 - 4.4. Instalacja nn prądu stałego od modułów fotowoltaicznych do falownika
 - 4.5. Falownik
 - 4.6. Podłączenie falownika do instalacji budynkowej
 - 4.7. Pomiar wytworzonej energii elektrycznej
 - 4.8. Ochrona przeciwprzepięciowa
 - 4.9. System ochrony od porażień
 - 4.10. Ochrona odgromowa
 - 4.11. Ochrona ppoż.
5. Obliczenia techniczne falownika
6. Uwagi końcowe

Załączniki:

- Schemat instalacji elektrycznej
- Protokół z przeprowadzonej wizji lokalnej
- Oświadczenia projektantów

1. PODSTAWA OPRACOWANIA

- zlecenie Inwestora i zawarta umowa;
- uzgodnienia z Użytkownikiem instalacji – wizja lokalna;
- częściowa inwentaryzacja budynku;
- dane katalogowe producentów urządzeń;
- wytyczne branżowe;
- obowiązujące normy i normatywy.

2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej 4940 W na budynku zlokalizowanym w miejscowości Podkamionka 7A.

Zakres robót objętych niniejszym projektem musi być zgodny, lecz nie ograniczony do wykonania następujących elementów instalacji elektrycznych:

- rozmieszczenie modułów fotowoltaicznych,
- instalacja nn prądu stałego od modułów fotowoltaicznych do falownika,
- falownik DC/AC,
- sieć rozdzielcza nn prądu przemiennego od falownika do rozdzielnicy budynkowej;
- instalacja ochrony od porażeń i połączeń wyrównawczych,
- instalacja odgromowa budynku.

Wszystkie instalacje muszą być wykonane zgodnie z zaleceniami podanymi w niniejszym opracowaniu, europejskimi standardami i normami obowiązującymi podczas ich montażu.

3. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Instalacja fotowoltaiczna o mocy zainstalowanej 4940 W składać się będzie z 19 modułów fotowoltaicznych umieszczonych na gruncie o mocy 260 Wp każdy. Do przemiany napięcia stałego z modułów fotowoltaicznych zainstalowany zostanie falownik o maksymalnej mocy oddawanej 5 kW. Wytworzona energia elektryczna będzie wykorzystywana na potrzeby własne budynku. Jej nadmiar będzie bilansowany z energią pobraną z sieci elektroenergetycznej. Brak napięcia w sieci energetycznej będzie powodował wyłączenie instalacji.

4. INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

4.1. Podstawowe wskaźniki elektroenergetyczne:

Ogólne wskaźniki elektroenergetyczne projektowanej instalacji:

napięcie przyłączenia:	U = 400V
moc zainstalowana modułów fotowoltaicznych:	PDC = 4940 W
maksymalna moc oddawana:	PAC = 4940 W
roczna produkcja energii:	A = 5 230 kWh

Powyższa wartość rocznej produkcji energii jest wartością teoretyczną przy warunkach idealnych. Ze względu na nierównomierność nasłonecznienia, oraz czasowe zaniki w dostawach energii elektrycznej na terenach podmiejskich, do końcowych rozliczeń należy przyjąć wartość pomniejszoną o 10%.

kąt nachylenia: 40°

azymut 0°

Tabela 4.1. Wydajność elektrowni fotowoltaicznej

Mies	Uzysk energii [kWh]	Uzysk energii [%]	Wsółczynnik efektywności [%]	Zużycie [kWh]	Zużycie energii na potrzeby własne [kWh]	Udział, % zużycia energii na potrzeby własne [%]	Pobór mocy z sieci [kWh]	Zasilanie [kWh]	Współczynnik samo-wystarczalności [%]
1	143	3	87	1485	137	96	1348	6	9
2	232	4	90	1305	190	82	1116	42	15
3	442	8	91	1392	315	71	1077	126	23
4	625	12	91	1366	378	60	988	247	28
5	675	13	89	1312	417	62	895	258	32
6	683	13	89	1202	405	59	797	278	34
7	693	13	87	552	247	36	305	446	45
8	596	11	88	1218	340	57	878	256	28
9	518	10	89	1300	313	60	987	205	24
10	338	6	89	1439	241	71	1198	97	17
11	169	3	87	1430	145	86	1285	24	10
12	117	2	86	1498	104	89	1394	13	7

4.2. Moduły fotowoltaiczne:

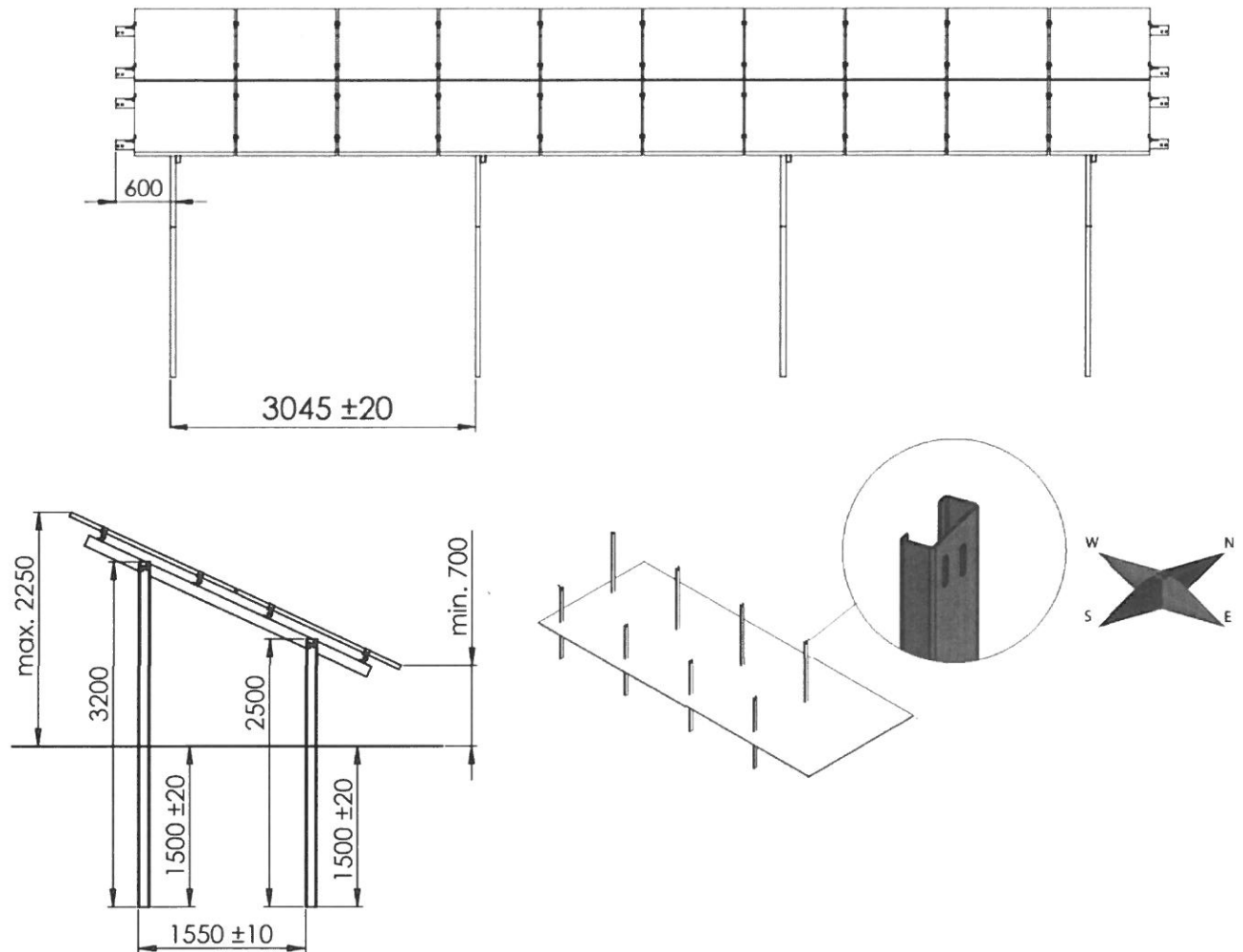
W instalacji zastosowane zostaną moduły fotowoltaiczne polikrystaliczne o parametrach elektrycznych:

Wielkość	Wartość
P _{MAX} [W]	260
Tolerancja mocy [W]	-0 / +5
U _{MPP} [V]	30,02
I _{MPP} [A]	8,66
U _{OC} [V]	37,78
I _{SC} [A]	9,02
Sprawność modułu [%]	16,14
Max. Wymiary [mm]	1629 x 989 x 39
Max. Masa [kg]	19

Moduły wyposażone są w kable przyłączeniowe o długości 1000 mm, zakończone wtykami typu MC4.

4.3. Montaż modułów fotowoltaicznych:

Moduły montowane będą na konstrukcji wolnostojącej w systemie dwupodporowym, wbijanej w grunt, wykonanej ze stali konstrukcyjnej o podwyższonej wytrzymałości, posiadającej systemowe mocowanie inwertera.



4.4. Instalacja nn prądu stałego od modułów fotowoltaicznych do falownika:

Moduły zostaną połączone szeregowo i podłączone do 1 wejścia falownika.

Parametry szeregu 19 modułów – Wejście A:

Wielkość	Wartość
U_{DC} [V]	563
U_{MIN} [V]	528
U_{MAX} [V]	814
I_{MAX} [A]	8,4
P_{DC} [W]	4940

Do łączenia "sąsiednich" modułów wykorzystane będą systemowe kable przyłączeniowe modułów. Przy połączeniach modułów na różnych profilach jak i podłączaniu połączonych w

szereg modułów do falownika, kable przyłączeniowe modułów zostaną przedłużone kablami solarnymi 4mm² z wtykami typu MC4. Należy stosować kable dedykowane do instalacji fotowoltaicznych odporne na działanie UV. Do instalacji należy używać wyłącznie oryginalnych wtyków MC4 oraz oryginalnej zaciskarki wtyków.

Kable solarne należy układać wzdłuż poziomych profili mocujących moduły. Kable „powrotne” należy układać wzdłuż tych samych profili, równoległe do innych kabli, tak by nie tworzyć pętli indukcyjnej. Kable należy mocować do profili w sposób uniemożliwiający ich ocieranie o konstrukcję oraz wciekanie wody do złązek kablowych. Kable od modułów należy doprowadzić do falownika. Zastosowany falownik posiada wbudowane zabezpieczenie przepięciowe od strony DC jak też rozłącznik prądu stałego dlatego nie ma konieczności stosowania dodatkowych zabezpieczeń od strony modułów fotowoltaicznych.

Na całej trasie od modułów do falownika należy stosować dedykowane kable solarne odporne na promienie UV. Nie jest dopuszczalne wykorzystanie już istniejących tras kablowych do układania kabli solarnych ani wykorzystanie trasy kabli solarnych do układania innych kabli.

Dokładną trasę kablową od modułów do falownika ustali wykonawca z inwestorem.

4.5. Falownik:

Do przemiany napięcia stałego z modułów fotowoltaicznych użyty zostanie trójfazowy beztransformatorowy falownik. Ze względu na konieczność wykonania obliczeń przyjęto falownik o następujących parametrach:

Wejście (DC)

Maks. moc DC (przy $\cos \phi = 1$)	5100 W
Maks. napięcie wejściowe	1000 V
Zakres napięcia MPP / znamionowe napięcie wejściowe	245 V – 800 V / 580 V
Minimalne / początkowe napięcie wejściowe	150 V / 188 V
Maks. prąd wejściowy na wejściu A / B	11 A / 10 A
Maks. prąd wejściowy w ciągu ogniw fotowoltaicznych na wejściu	A / B 11 A / 10 A 11 A / 10 A
Liczba niezależnych wejść MPP / ciągów ogniw fotowoltaicznych na jednym wejściu MPP	2 / A; 2; B: 2

Wyjście (AC)

Moc znamionowa (przy 230 V, 50 Hz)	5000 W
Maks. moc pozorna AC	5000 VA
Napięcie znamionowe AC	3 / N / PE; 220 / 380 V
	3 / N / PE; 230 / 400 V
	3 / N / PE; 240 / 415 V
Zakres napięcia znamionowego AC	160 V – 280 V
Częstotliwość napięcia w sieci AC / zakres częstotliwości	50 Hz, 60 Hz / -5 Hz ... +5 Hz
Znamionowa częstotliwość napięcia w sieci / znamionowe napięcie w sieci	50 Hz / 230 V
Maks. prąd wyjściowy	7,3 A
Współczynnik mocy przy mocy znamionowej	1
Regulowany współczynnik przesuwu fazowego	0,8 (przewzbudzenie) ... 0,8 (niedowzbudzenie)
Liczba faz zasilających / podłączonych	3 / 3

Sprawność

Maks. sprawność / sprawność europejska	98 % / 97,1 %
--	---------------

Zabezpieczenia

Bezpiecznik na wejściu	Tak
Wykrywanie przebicia / monitorowanie sieci	Tak./ tak
Ochrona przed niewłaściwą biegunowością DC / zabezpieczenie	Tak/ tak/ nie

przeciwzwarciowe AC /separacja galwaniczn	
Uniwersalny moduł monitorowania prądu uszkodzeniowego	tak
Klasa ochronności (wg IEC 62103) / kategoria przepięciowa (wg IEC 60664-1)	I/III
Dane ogólne	
Max. wymiary (szer. x wys. x głęb.)	470 x 730 x 240 mm
Max. masa	37 kg
Zakres temperatur pracy	-25 °C ... +60 °C
Typowy mx. poziom emisji hałasu	40 dB(A)
Max. pobór mocy na potrzeby własne (nocą)	1 W
Stopień ochrony (wg IEC 60529)	IP65
Klasa klimatyczna (wg IEC 60721-3-4)	4K4H
Maks. dopuszczalna wilgotność względna (bez skraplania)	100 %

Falownik zamontowany zostanie na konstrukcji wolnostojącej instalacji fotowoltaicznej systemowego mocowania producenta konstrukcji.

Montaż i podłączenie falownika należy wykonać zgodnie z załączoną do niego instrukcją instalacji i obsługi.

4.6. Podłączenie falownika do instalacji budynkowej:

Podłączenie falownika do instalacji budynkowej zobrazowane jest na schemacie stanowiącym załącznik do projektu.

Falownik po stronie napięcia przemiennego 400 V podłączony będzie do rozdzielnic RZF. Rozdzielnicę należy podłączyć do istniejącej rozdzielnic budynkowej zlokalizowanej na budynku mieszkalnym. W RZF należy zabudować ochronnik przepięciowy typu II oraz wyłącznik nadprądowy falownika, np. S303 B16. Należy wykonać uziemienie rozdzielnic RZF poprzez podłączenie do istniejącego uziemienia, w razie jego braku lub niesprawności wykonać uziom pionowy o rezystancji max 30 Ω. Jako szafkę wykorzystać obudowę natynkową 8mod. Należy pamiętać o uziemieniu falownika. Podłączenie falownika należy wykonać jako instalację doziemną przewodem YDY 5x4mm²

Falownik wytwarza napięcie przemiennie 3-fazowe. Jego parametry określone są przez sieć zasilającą, do której falownik dostosowuje parametry generowanego napięcia. Napięcie generowane przez falownik jest zsynchronizowane w fazie z instalacją sieci. Wartość napięcia i częstotliwość są dostosowywane do wartości sieci. Falownik wytwarza napięcie tylko w obecności napięcia sieci o odpowiednich parametrach. Przekroczenie zadanych wartości lub zanik napięcia powoduje samoczynne wyłączenie falownika w czasie ≤ 0,2 s. Jest to realizacja warunków określonych w wymogach VDE 0126-1-1.

Nie jest konieczna żadna dodatkowa ochrona instalacji budynkowej ani urządzeń zasilanych z falownika. Poziom wyższych harmonicznych dla napięcia znamionowego 230V/400V nie przekracza 3%.

Uruchomiony falownik nie wymaga żadnych czynności łączeniowych. Należy sporadycznie obserwować wyświetlacz. Jeżeli wyświetlany jest błąd, należy skontaktować się z serwisem, podając typ falownika i kod / opis błędu.

4.7. Pomiar wytworzonej energii elektrycznej:

Każdy falownik ma możliwość gromadzenia i wymiany danych poprzez sieć Internetu. Zapewnienie dostępu do Internetu należy do klienta natomiast doprowadzenie przewodu lan do routera / switcha zrealizuje wykonawca instalacji PV.

Za pośrednictwem w/w połączenia możliwe jest gromadzenie oraz obróbka danych dotyczących pracy poszczególnych instalacji, podgląd podstawowych parametrów oraz przekazanie automatycznego komunikatu do autoryzowanego serwisu w przypadku awarii systemu. Dostęp do zgromadzonych danych oraz ich prezentacja możliwa jest z dowolnego miejsca za pośrednictwem Internetu.

4.8. Ochrona przeciwprzepięciowa:

W układzie zasilania falownika musi być zainstalowany ochronnik przepięciowy typu II (t2). Należy bezwzględnie pamiętać o uziemieniu falownika. Ochrona przepięciowa wejścia falownika realizowana jest przez wbudowany ochronnik przepięciowy DC zainstalowany na wejściu falownika.

4.9. System ochrony od porażen:

Dla prawidłowej pracy falownik należy połączyć z zaciskiem PE do uziemienia budynku, w razie jego braku należy wykonać miejscowy uziom.

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim – podstawowa jest realizowana przez zastosowanie izolowania części czynnych, to jest przez odpowiednio dobraną izolację przewodów i obudów aparatów i urządzeń elektrycznych.

W ochronie przed dotykiem pośrednim – dodatkowo zastosowano szybkie wyłączenie wraz z zastosowaniem połączeń wyrównawczych. Ochrona przez zastosowanie szybkiego wyłączenia jest realizowana poprzez:

- a) urządzenia ochronne przetężeniowe (wyłączniki z wyzwalaczami nadprądowymi)
- b) sieć połączeń wyrównawczych.

Instalację połączeń wyrównawczych należy wykonać zgodnie z PN-HD 60364-5-54.

Zastosowany falownik uniemożliwia przepływ prądu zwarcia DC do instalacji elektrycznej, dlatego też dodatkowy wyłącznik różnicowoprądowy typu B po stronie instalacji zmiennoprądowej w tym przypadku nie jest wymagany. Należy stosować się do wytycznych określonych w normie PN-IEC- 60364.

4.10. Ochrona odgromowa:

Należy wykonać instalację odgromową chroniącą instalację fotowoltaiczną. Instalacja odgromowa będzie wykonana w klasie IV.

Należy wykonać dwa przewody odprowadzające połączone z uziomami pionowymi typu A. Uziomy wykonać z prętów stalowych o długości min 2,5m dla jednego uziomu.

4.11 Ochrona ppoż.

Instalacja fotowoltaiczna (panele pv, konstrukcja nośna, okablowanie, inwerter, zabezpieczenia po stronie AC/DC) służy do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego lub sztucznego. Przy niskim nasłwetleniu wartość wytwarzanego napięcia jest

niską bądź zerową, w ciągu dnia osiągnęte jest napięcie maksymalne. Przewody od paneli do falownika są przewodami prądu stałego DC natomiast od falownika w kierunku sieci energetycznej przewodami prądu zmiennego AC. Instalacja fotowoltaiczna jest systemem produkującym prąd i może ulec zapaleniu. Najbardziej prawdopodobnymi przyczynami pożaru jest mechaniczne uszkodzenie bądź przerwanie przewodów obwodu elektrycznego, mechaniczne uszkodzenie paneli mogące powodować zwarcie, uderzenie pioruna, błędy montażowe, nieumiejętne rozłączanie. Wyłączenie głównego zasilania budynku wyposażonego w instalację fotowoltaiczną spowoduje zaprzestanie wytwarzania energii przez falownik po stronie prądu zmiennego AC nie powoduje zaprzestania generowania napięcia przez moduły fotowoltaiczne. Aby zwiększyć bezpieczeństwo ppoż. należy zastosować przeciwpożarowy rozłącznik prądu stałego wyzwalany wyłącznikiem przeciwpożarowym ROP. Dzięki takiemu rozwiązaniu następuje odcięcie prądu stałego możliwie najbliżej modułów.

Ze względów bezpieczeństwa służby ratunkowe powinny postępować tak jak w przypadku instalacji będących pod napięciem. Urządzenia elektryczne gasić przeznaczonymi do tego gaśnicami proszkowymi zgodnie z instrukcją, nie dotykać nadpalonych przewodów itp. Osoba przeszkolona (właściciel instalacji) powinna w miarę możliwości odłączyć napięcie w obiekcie oraz wyłączyć inwerter, podjąć próbę ugaszenia pożaru w zarodku za pomocą przeznaczonej do tego gaśnicy proszkowej oraz wezwać odpowiednie służby straży pożarna tel. 998, pogotowie energetyczne tel. 991, ogólny telefon alarmowy 112 jak i poinformować kierującego działaniem ratowniczym o zamontowanej instalacji fotowoltaicznej oraz czy zostało odłączone napięcie w budynku po stronie AC

5. OBLICZENIA TECHNICZNE DLA FALOWNIKA

Przewody i zabezpieczenia dobrano biorąc pod uwagę postanowienia normy PN-IEC 60364-4-43 i PN-IEC 60364-5-53 dla obciążeń stałych i przeciążeń.

Zabezpieczenia i przekroje przewodów zostały tak dobrane, aby przerwanie prądu zwarciego w każdym obwodzie elektrycznym następowało zanim wystąpi niebezpieczeństwo uszkodzeń cieplnych i mechanicznych w przewodach i połączeniach.

Dane wejściowe:

- przewód typu YKYżo 5x4mm²
- temp. żyły do 70° C przy temp. otoczenia 30° C
- typ ułożenia kabla: B2(2)
- obciążalność długotrwała przewodów $I_z = 28$ A
- maksymalny prąd wyjściowy = 7,3 A
- moc maksymalna falownika = 5000 W
- zabezpieczenie obwodu = 16 A typ B
- dopuszczalny spadek napięcia $\Delta U_n < 1,0\%$

Obliczenie spadku napięcia obwodów prądu zmiennego

$$\Delta U_n = \frac{P_n \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2} [\%]$$

gdzie:

P_n – moc odbiornika [W], $P_n = 4940$ W

l – długość obwodu elektrycznego [m], $l = 25$ m,

γ – przewodność elektryczna materiału z jakiego wykonany jest obwód, $\gamma = 56 \frac{\text{Sm}}{\text{mm}^2}$

s – przekrój przewodu czynnego obwodu elektrycznego [mm^2], $s = 4 \text{ mm}^2$,

U_n – napięcie znamionowe [V], $U_n = 400$ V

$$\Delta U_n = \frac{4940 \times 25 \times 100}{56 \times 4 \times 400^2} = 0,34\%$$

$$\Delta U_n < 1\%$$

Warunek dopuszczalnego spadku napięcia dla obwodu AC jest spełniony.

Obliczenie spadku napięcia obwodów prądu stałego:

$$\Delta U_n = \frac{P_n \times l \times 100}{\gamma \times s \times U_n^2} [\%]$$

gdzie:

P_n – moc odbiornika [W], $P_n = 4940$ W

l – długość obwodu elektrycznego [m], $l = 60$ m,

γ – przewodność elektryczna materiału z jakiego wykonany jest obwód, $\gamma = 56 \text{ Sm/mm}^2$

s – przekrój przewodu czynnego obwodu elektrycznego [mm^2], $s = 4 \text{ mm}^2$,

U_n – napięcie znamionowe [V], $U_n = 563$ V

$$\Delta U_n = \frac{4940 \times 60 \times 100}{56 \times 4 \times 563^2} = 0,41\%$$

$$\Delta U_n < 1\%$$

Warunek dopuszczalnego spadku napięcia dla obwodu DC jest spełniony.

Sprawdzenie zabezpieczenia obwodu falownika:

Zabezpieczenia przed prądem przeciążeniowym spełniają następujące warunki:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$
$$I_2 = k \times I_z$$

gdzie :

I_B – prąd obliczeniowy w obwodzie elektrycznym [A], $I_B = 7,3$ A

I_z – obciążalność długotrwała przewodów dla B2(3) [A], $I_z = 28$ A

I_n – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego [A], $I_n = 16$ A

I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

k – współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego
1,45 dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B

$$7,3 \leq 16A \leq 28A$$

$$I_2 \leq 1,45 \times 28A$$

$$16A \leq 40,6 A$$

6. UWAGI KOŃCOWE

Wszelkie prace montażowe i odbiory robót należy wykonać zgodnie z przepisami BHP i p.poż. oraz zaleceniami producenta.

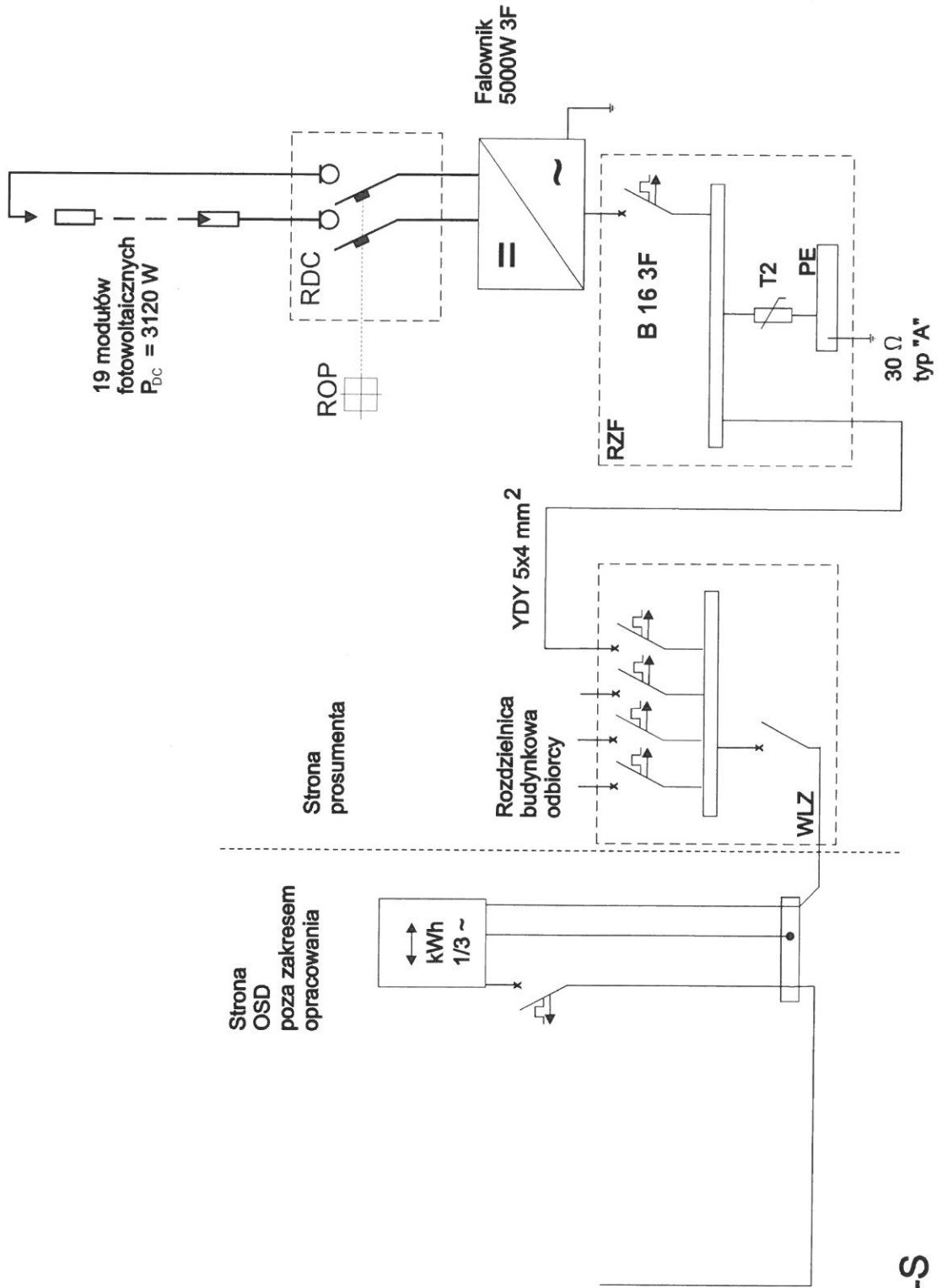
Projekt nie jest projektem powtarzalnym, który można zastosować do innych lokalizacji.

Wszystkie obliczenia zostały wykonane dla podanych w projekcie urządzeń i zastąpienie ich zamiennikami może powodować konieczność ponownego wykonania obliczeń.

Niedopuszczalne jest zastosowanie materiałów i urządzeń o parametrach i cechach jakościowych innych niż przyjęte w niniejszym opracowaniu bez uzyskania zgody autora projektu.

Roboty nie ujęte w dokumentacji, a wynikające z przyjętej technologii budowy, zastosowania materiałów lub montażu urządzeń winny być uwzględnione w kosztorysie ofertowym Wykonawcy, Brak ich wyszczególnienia w dokumentacji nie może stanowić podstawy do roszczeń finansowych Wykonawcy w stosunku do Inwestora lub Biura Projektów.

Schemat instalacji elektrycznej przedstawiający sposób podłączenia mikroinstalacji:



TNC-S

ZESTAWIENIE KOSZTÓW – INSTALACJA 5kW

Lp.	Opis	Jedn.	Ilość	Cena detaliczna netto PLN	Razem cena netto PLN
1	Ogniwa PV	szt.	19		
2	Falownik	szt.	1		
3	Instalacja odgromowa	kpl.	1		
4	Zestaw montażowy	kpl.	1		
5	Materiały elektroinstalacyjne (zabezpieczenia: przeciwprzepięciowe, przeciwprzetężeniowe, kale AC, kable DC, rozdzielnia)	kpl.	1		
6	Zabezpieczenie ppoż.	kpl.	1		
7	Robocizna	-	1		
Suma					

