

## DOKUMENTACJA PROJEKTOWA INSTALACJI FOTOWOLATYCZNEJ

O PRYZNANIE DOFINANSOWANIA  
W RAMACH GRANTU OZE,  
PRZYSŁUGUJĄCEGO INWESTOROWI REALIZUJĄCEMU PRZEDSIĘWZIĘCIE  
POLEGAJĄCE NA ZAKUPIE, MONTAŻU, BUDOWIE LUB MODERNIZACJI  
INSTALACJI ODNAWIALNEGO ŹRÓDŁA ENERGII

**OBIEKT:** Budynek wielorodzinny  
**BRANŻA:** Instalacje PV

**INWESTOR:** Krośnieńska Spółdzielnia Mieszkaniowa z  
siedzibą w Krośnie przy ul. Wojska Polskiego 41,  
38-400 Krosno

**OPRACOWAŁ:** Zakład Analiz Środowiskowych EKO-PRECYZJA  
Czupryn Paweł  
43-450 Ustroń, ul. Sikorskiego 10

**Lokalizacja:** 38-400 Krosno, ul. Westerplatte 17

MARZEC 2023 rok

**Tomasz Tenderowicz**  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej  
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych  
Nr ewid.: SLK/5697/PBE/15

## 1 OPIS OGÓLNY PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

### 1.1 PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja projektowa instalacji fotowoltaicznej obejmująca swoim zakresem dobór i konfigurację urządzeń systemu fotowoltaicznego dla danego obiektu, będącego lokalem wielorodzinnym. Instalacja ta, służyć ma pokryciu częściowego zapotrzebowania na energię obiektu, która zużywana jest dla części wspólnych budynku wielorodzinnego.

Instalacja systemu fotowoltaicznego obejmuje:

- Panele fotowoltaiczne monokrystaliczne,
- Konstrukcje montażową,
- Inwerter fotowoltaiczny,
- Zabezpieczenia DC – ograniczniki przepięć zawarte w rozdzielnicy przystosowanej do pracy z prądem stałym,
- Przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa (skrzynka zapewniająca automatyczne przerwanie obwodu DC, w przypadku pożaru lub awarii sieci energetycznej)
- Skrzynkę zabezpieczającą po stronie AC (zawiera wył. nadmiarowo-prądowy, rozłącznik izolacyjny, ogranicznik przepięć),
- Przewody solarne, o odpowiednim przekroju,
- Konektory MC4,
- Przewód prądu zmiennego,
- Przewód uziemiający,
- Kanały elektroinstalacyjne odpowiednio do zastosowań zewnętrznych oraz wewnętrznych, rury RL – do prowadzenia przewodów solarnych i przewodów prądu zmiennego,
- Pozostałe elementy instalacyjne (peszle odporne na UV, opaski zaciskowe, przewody ethernetowe itp.)

W związku z podłączeniem systemu fotowoltaicznego do sieci elektroenergetycznej nie ma konieczności magazynowania energii elektrycznej przez dodatkowe urządzenia magazynujące energię elektryczną, całość wyprodukowanej energii elektrycznej zostanie zużyta na potrzeby budynku. W przypadku powstania nadprodukcji prądu, zostanie on zmagazynowany w sieci dostawcy energii i wykorzystany w późniejszym okresie na aktualnie obowiązujących zasadach rozliczeniowych. Instalacja fotowoltaiczna zostanie wpięta do rozdzielnicy głównej budynku mieszkalnego.

Nazwa obiektu	Budynek wielorodzinny
Adres	38-400 Krosno, ul. Westerplatte 17
Roczne zużycie energii [kWh]	2355
Planowana moc instalacji [kW]	3,26
Liczba faz	1
Moc przyłączeniowa obiektu [kW]	4
Max. moc modułów [Wp]	465
Moc falownika [kW]	3
Ilość faz falownika	1
Ilość modułów [szt.]	7
Uwagi dot. montażu	montaż z zastosowaniem konstrukcji na dachy płaskie
roczna produkcja energii z mikroelektrowni PV [kWh]	2948
redukcja CO2 kg/rok	2243

## **1.2 CEL OPRACOWNIA**

Celem niniejszego opracowania jest ustalenie zakresu pracy oraz kosztów robót budowlanych, które stanowią podstawę do rozliczenia Inwestora z Wykonawcą.

**Adresatem programu jest Krośnieńska Spółdzielnia Mieszkaniowa z siedzibą w Krośnie przy ul. Wojska Polskiego 41, 38-400 Krosno.**

Przedmiotem przedsięwzięcia jest zakup, montaż lub budowa nowej instalacji odnawialnego źródła energii. Instalacja odnawialnego źródła energii, której dotyczy przedsięwzięcie OZE będzie wytwarzała energię na potrzeby budynku będącego przedmiotem przedsięwzięcia. Przedsięwzięcie OZE nie zostało rozpoczęte. Przedsięwzięcie nie wyrządza poważnych szkód dla celów środowiskowych oraz spełnia kryteria horyzontalne.

Grant OZE przeznaczony zostanie na refinansowanie kosztów inwestycji. Wyliczony został w odniesieniu do kosztów netto przedsięwzięcia OZE.

W budynku będącym przedmiotem przedsięwzięcia OZE nie znajdują się powierzchnie użytkowe służące celom innym niż mieszkalne.

Przedsięwzięcie OZE realizowane w ramach wniosku o przyznanie grantu OZE musi być zgodne z regułą DNSH, tj. nie wyrządza poważnych szkód dla celów środowiskowych (zgodnie z analizą ryzyk wynikających ze zmian klimatu). Ponadto, przedsięwzięcie spełnia kryteria horyzontalne – weryfikacja spełniania kryteriów następuje poprzez ocenę zerojedynkową ('0'- '1') realizowaną przez IOI lub JW.

Niniejsza dokumentacja zawiera opis co do zakresu rzeczowego przedsięwzięcia OZE, w tym głównie poświadczenie informacji, o których mowa w art. 11n ust. 2 pkt 3 lit. a-c. Ustawy z dnia 21 listopada 2008 r. o wspieraniu termomodernizacji i remontów oraz o centralnej ewidencji emisyjności budynków, tj.:

- zakres prac i szacowane koszty wykonania przedsięwzięcia OZE,
- moc elektryczna i ciepła instalacji OZE,
- przewidywana roczna ilość wytwarzanej energii elektrycznej lub ciepła.

## **1.3 ZADANIE PROJEKTOWANEGO SYSTEMU**

Zadaniem instalacji fotowoltaicznej jest pozyskanie energii elektrycznej z odnawialnego źródła energii, jakim jest słońce oraz jego wykorzystanie do zasilania części wspólnych danego budynku wielorodzinnego.

## **2 OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH**

---

Celem systemu jest pozyskiwanie energii elektrycznej przez instalację PV z energii słonecznej przy użyciu technologii fotowoltaicznej. Projektuje się podłączenie systemu fotowoltaicznego do sieci elektroenergetycznej OSD, dzięki czemu podnosi się sprawność całości systemu. Systemy podłączane do sieci są wyposażone w specjalny Falownik on-grid PV, który jest podłączany w taki sposób, aby w pierwszej kolejności dostarczać energię do instalacji elektrycznej budynku, a w razie braku wystarczającej ilości energii wytwarzanej z paneli fotowoltaicznych, następuje doprowadzenie brakującej energii do odbiorników z sieci elektroenergetycznej. Systemy PV typu on-grid posiadają najwyższą sprawność dzięki konwersji bezpośredniej z pominięciem ładowania akumulatorów.

Opis projektu obejmuje:

- Dostawę paneli fotowoltaicznych monokrystalicznych, wraz z montażem i uruchomieniem,
- Dostawę konstrukcji dla paneli fotowoltaicznych,
- Dostawę i instalację inwertera oraz skrzynki zabezpieczającej stronę DC w celu przetransferowania wyprodukowanej energii elektrycznej do sieci odbiorcy,
- Dostawę i instalację przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa strony DC,
- Dostawę i instalację skrzynki zabezpieczeniowej po stronie AC,
- Konfiguracja systemu monitoringu w celu diagnostyki i wizualizacji uzysków energetycznych,
- Ułożenie tras kablowych oraz wewnątrz budynku na potrzeby instalacji fotowoltaicznej.

## **2.1 SCHEMAT PODŁĄCZENIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ**

Schemat stanowiący Załącznik do niniejszego projektu pokazuje w obrazowy sposób połączenie Systemu Fotowoltaicznego do Sieci Elektroenergetycznej nN (0,4kV) Użytkownika.

Wykonawca zapewnia przygotowanie i Zgłoszenie Mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej, poprzedzone stosownym projektem powykonawczym. Inwertery należy włączyć do głównej rozdzielniczy elektrycznej budynku. Parametry przewodu łączącego inwerter z rozdzielnicą budynku dobrano wg normy PN-IEC 60364. Pomieszczenie, w którym zostanie zamontowany inwerter fotowoltaiczny, będzie wentylowane przy użyciu wentylacji grawitacyjnej.

Stan normalnej pracy:

Inwerter pracuje równolegle do sieci Użytkownika. W przypadku zaniku zasilania sieciowego Inwerter przechodzi w tryb uśpionego (ang. „Stand-By”), oczekując na powrót napięcia sieciowego. Inwerter pracuje na zasadzie monitorowania zmian napięcia oraz częstotliwości sieci. W prawidłowo działającej sieci inwerter nie ma możliwości zmienić częstotliwości. Inwerter cyklicznie "podejmuje próby" zmian częstotliwości. Jeżeli się to uda, falownik natychmiast przestaje oddawać energię do sieci i odłącza się od niej.

Załącznik: Schemat podłączenia instalacji.

## **2.2 POMIAR ENERGII**

W celu pomiaru energii elektrycznej oddawanej przez instalację fotowoltaiczną dla budynku, przewidziano inwerter z możliwością pomiaru sumarycznej energii wyprodukowanej dziennie i całościowo. Odczyt wyprodukowanej energii będzie wizualizowany na monitorach systemu zarządzania energią oraz poprzez interfejs WWW. Falownik musi być wyposażony w wyświetlacz, który będzie wskazywał m.in. wartości w zakresie produkcji energii.

## **2.3 CHARAKTERYSTYCZNE PARAMETRY OKREŚLAJĄCE ZAKRES PRAC**

### **2.3.1 INWERTER FOTOWOLTAICZNY**

Inwerter fotowoltaiczny służy do zamiany prądu stałego z modułów fotowoltaicznych na prąd zmienny o parametrach zgodnych z wartościami wymaganymi przez Zakłady Energetyczne.

Falownik wyposażony jest w algorytm MPPT, który dostosowuje obciążenie do aktualnie panujących warunków, maksymalizując uzysk energii. W przypadku braku zasilania z sieci energetycznej falownik musi się automatycznie wyłączyć.

Inwertery powinny spełniać następujące wymagania

Kryterium	Falowniki 1 fazowe	Falowniki 3 fazowe
Moc instalacji	Do 2,99 kWp	Powyżej 3 kWp
Typ falownika	Beztransformatorowy	
Rozłącznik prądu stałego	Wbudowany	
Typ chłodzenia	Konwekcyjny /wymuszona konwekcja	Konwekcyjny /wymuszona konwekcja
Liczba MPPT	Co najmniej 1 MPPT	Co najmniej 2 MPPT*
Możliwość współpracy z optymalizatorami mocy	TAK	
Maksymalne napięcie wejściowe	Min. 400V	Min. 900V
Min. Napięcie MPPT*	Nie wyższe niż 120V	Nie wyższe niż 150V
Pomiar izolacji DC	TAK	
Zachowanie przy nadmiernym obciążeniu	Obniżenie krzywej pracy - ograniczenie mocy	
Zabezpieczenie przed pracą wyspowa	TAK	
Zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją	TAK	
Możliwość podłączenia Internetu / Portal internetowy	Podłączenie do Internetu poprzez LAN i/lub Wifi Dedykowany portal internetowy umożliwiający podgląd pracy instalacji oraz archiwizowania danych	
Stopień ochrony	IP65	
Aktualizowanie oprogramowania	możliwość aktualizacji oprogramowania falownika za pomocą USB i/lub Internetu,	
Min. Sprawność maksymalna	97,2%	98,4%
Min. Sprawność europejska	96,5%	97,6%
Zgodność z NC RfG i pozostałymi normami wymaganymi przez Zakład Energetyczny	TAK	
Wyświetlacz	TAK	

\*nie dotyczy instalacji z optymalizatorami mocy w technologii DC/DC.

Inwerter musi posiadać zabezpieczenia po stronie AC (pod i nadnapięciowe, pod i nadczęstotliwościowe, nadprądowe, przed pracą wyspowa) oraz zabezpieczenia po stronie DC nadprądowe oraz kontrolujące stan izolacji.

Przywołane normy:

- LVD 2014/35/UE
- EMC 2014/30/UE
- norma NC RfG

Inwerter musi posiadać separację galwaniczną pomiędzy stroną DC i AC.

### 2.3.2 PANEL FOTOWOLTAICZNY

Moduł fotowoltaiczny to urządzenie służące do konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Moduły fotowoltaiczne powinny charakteryzować się następującymi parametrami:

Moc maksymalna modułu P <sub>max</sub>	465 Wp
Typ ogniwa (monokrystaliczne / polikrystaliczne)	monokrystaliczne
Wymiary modułu	200 cm x 100 cm x 40 mm (+/- 10%)
Waga modułu	25 kg (+/- 10%)
Sposób montażu (dach / grunt / sposób powiązania konstrukcji z podłożem)	dach
Nachylenie modułów	W kierunku południowym
Odporność modułu na obciążenia frontu: Odporność modułu na obciążenia tyłu:	5400 Pa 2400 Pa
Temperatura pracy	-40°C do +48°C
Okres gwarancji	12/25 lat

Moduły powinny posiadać certyfikaty IEC 61215 oraz IEC 61730 oraz być zgodne z dyrektywami 2014/35/EU oraz 2014/30/EU. Dostarczone moduły muszą być nowe (nieużywane) oraz powinny być pełnowartościowymi produktami (nie jest dozwolone stosowanie modułów tzw. kategorii/typu B). **Gwarancja producenta modułów na produkt co najmniej 12 lat.** Oferent powinien posiadać autoryzację producenta modułów lub jego przedstawiciela potwierdzającą, iż został przeszkolony w zakresie montażu jego produktów.

### 2.3.3 ZŁĄCZA OD STRONY NAPIĘCIA DC

Każdy panel fotowoltaiczny należy wyposażyć w złączki o stopniu ochrony co najmniej IP65.

Parametry techniczne złącz przewodowania systemu fotowoltaicznego:

- Maksymalny prąd systemu fotowoltaicznego: 30 A
- Maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: 1 000/1 500 V
- Termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C – +90°C
- Stopień ochrony: IP65

Złącza kablowe powinny zapewnić możliwość rozłączania serwisowego paneli fotowoltaicznych. Połączenia powinny być wykonywane złączkami tego samego producenta i tego samego typu. Stosowanie konektorów różnych typów jest niedozwolone, ponieważ zwiększa to ryzyko pożarowe.

### 2.3.4 OPRZEWODOWANIE PO STRONIE DC

Okablowanie należy mocować do konstrukcji opaskami zaciskowymi odpornymi na działanie promieniowania UV (bądź dedykowanymi klipsami do kabli) w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami. W celu zminimalizowania strat mocy w przewodach, poszczególne moduły w obwodzie każdego łańcucha należy rozmieszczać w miarę możliwości jak najbardziej równomiernie. Okablowanie prowadzić w korytkach osłonowych do pomieszczenia, w którym zamontowany zostanie falownik. Kable będą prowadzone przy ścianie zewnętrznej klatki schodowej. Trasy kablowe będą prowadzone w niepalnych korytkach lub niepalnych rurach osłonowych. Falownik będzie zlokalizowany w budynku na ostatniej kondygnacji na klatce schodowej. Połączenia pomiędzy panelami oraz panelami i falownikiem należy wykonywać za pomocą kabli solarnych o przekroju nie mniejszym niż 4mm<sup>2</sup>.

Instalację i urządzenia należy zamontować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta.

Do wykonania instalacji elektrycznej dla systemu fotowoltaicznego od strony DC należy zastosować przewody solarne charakteryzujące się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- pojedyncza wiązka,
- podwójna izolacja,
- przekrój miedzi min. 4mm<sup>2</sup>, żyły: wg PN/EN-60228,
- powłoka odporna na UV
- temperatura wg PN-93/E-90400:
- na powierzchni przewodu: max. 90°C
- po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -30°C do +90°C
- instalacje ruchome, praca dopuszczalna w temp. -5°C do +90°C

Przewody te należy prowadzić od paneli fotowoltaicznych do skrzynki przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa oraz skrzynki zabezpieczającej stronę DC w korytkach lub rurkach ochronnych RL. Należy prowadzić osobne korytka dla okablowania DC i AC.

### **2.3.5 SKRZYNKI ZABEZPIECZAJĄCE STRONĘ DC**

#### **SKRZYNKA PRZECIWPOŻAROWEGO WYŁĄCZNIKA BEZPIECZEŃSTWA**

Przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa działa zgodnie z międzynarodowymi procedurami strażackimi. Zadaniem rozłącznika PPOŻ, instalowanego bezpośrednio przed wejściem przewodów solarnych do budynku, jest automatyczne przerwanie obwodu DC, w przypadku pożaru lub awarii sieci energetycznej. Celem jest niepozostawianie kabli słonecznych pod napięciem, przechodzących przez budynek, aby uniknąć zagrożenia porażeniem w przypadku akcji gaśniczej. Sterowanie prądem przemiennym sprawia, że zadziałanie wyłącznikiem głównym w rozdzielniczy budynku powoduje automatycznym wyłączeniem prądu stałego, wpływającego do obiektu z elektrowni PV. Przywrócenie zasilania AC spowoduje załączenie obwodu DC. Wbudowany izolator DC zachowuje standardy TUV, CE, CB, SAA oraz UL. Automatyczny wyłącznik prądu obsługuje dwa lub nawet cztery łańcuchy paneli i może być stosowany zarówno w domowych jak i komercyjnych instalacjach fotowoltaicznych.

#### **SKRZYNKA ZABEZPIECZENIOWA DC**

Skrzynka służy do zabezpieczenia i przyłączenia łańcuchów paneli fotowoltaicznych. Skrzynkę należy zbudować przy falowniku lub przy panelach i przy falowniku, jeśli odległość pomiędzy modułami a falownikiem wynosi powyżej 10 m. Skrzynka musi być wykonana w II klasie ochronności i konieczne jest, aby była przystosowana do pracy z prądem stałym. Skrzynkę należy wyposażać w ograniczniki przepięć typu 1+2.

### **2.3.6 OPRZEWODOWANIE PO STRONIE AC**

Między inwerterem, a tablicą główną „TG” budynku należy poprowadzić przewody miedziane o stosownym przekroju, np. typu YDY lub YKY – układane w rurkach ochronnych RL lub korytkach kablowych.

### **2.3.7 SKRZYŃKA ZABEZPIEZAJĄCA STRONĘ AC**

Rozdzielnica AC z zabezpieczeniami nadmiarowo-prądowymi, rozłącznikiem izolacyjnym oraz ogranicznikami przepięć służy do zabezpieczenia falownika. Skrzynkę należy zabudować przy falowniku. Skrzynka musi być wykonana w II klasie ochronności. Skrzynkę należy wyposażyć w wyłącznik nadmiarowo-prądowy, rozłącznik izolacyjny oraz ogranicznik przepięć B+C 4P 275/12,5.

### **2.3.8 PRZYŁĄCZENIE INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ DO INSTALACJI OBIEKTU**

Instalację fotowoltaiczną należy przyłączyć do tablicy głównej „TG” obiektu. W celu przyłączenia instalacji fotowoltaicznej w tablicy głównej „TG” obiektu należy zabudować rozłącznik izolacyjny z bezpiecznikami 35AgG.

### **2.3.9 INSTALACJA UZIEMIENIA**

Wszystkie elementy metalowe elektrowni PV, w szczególności konstrukcja wsporcza oraz moduły muszą zostać objęte systemem uziemionych połączeń wyrównawczych. Konstrukcję stołów należy uziemić osiągając rezystancję uziemienia o wartości 10Ω. W przypadku gdy obiekt posiada instalację odgromową, to Wykonawca będzie musiał ją dostosować do instalacji fotowoltaicznej. Projektowane uziemienie należy sprawdzić pomiarem i w przypadku, gdy rezystancja uziemienia przekraczałaby wartość 10Ω uziemienie należy rozbudować.

### **2.3.10 INSTALACJA PIORUNOCHRONNA**

Obiekt posiada instalację piorunochronną.

### **2.3.11 OCHRONA PRZECIWPOŻAROWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ**

Panele muszą być wykonane w II klasie ochronności.

Przewody po stronie DC muszą posiadać podwójną izolację.

Inwerter musi posiadać separację galwaniczną pomiędzy stroną DC i AC.

Przewody po stronie AC muszą posiadać podwójną izolację.

Skrzynka z ogranicznikami przepięć przy generatorze PV, skrzynka zabezpieczająca stronę DC, skrzynka z falownikiem, skrzynka zabezpieczająca stronę AC muszą posiadać II klasę ochronności.

Wszystkie elementy metalowe elektrowni PV, w szczególności konstrukcja wsporcza oraz moduły muszą zostać objęte systemem uziemionych połączeń wyrównawczych. Konstrukcję stołów należy uziemić osiągając rezystancję uziemienia o wartości 10Ω.

Zgodnie z PN-HD 60364-4-41:2017-09 należy zastosować następujące środki ochrony:

- Ochrona podstawowa – izolacje przewodów, obudowy ochronne urządzeń i aparatów elektrycznych chroniące przed dotykiem bezpośrednim.
- Ochrona uzupełniająca – szybkie wyłączenie w sieci TN-C za pomocą wyłączników nadprądowych po stronie AC.

Projektowane instalacje elektryczne muszą być zgodne z przepisami budowlanymi w zakresie ochrony przeciwporażeniowej oraz wymogami normy PN-HD 60364-4-41:2017-09 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych”.



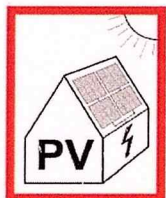
Falownik uniemożliwia przepływ prądu zwarcia DC do instalacji elektrycznej, dlatego też dodatkowy wyłącznik różnicowoprądowy typu B po stronie instalacji zmiennoprądowej w tym przypadku nie jest wymagany.

Generator instalacji fotowoltaicznej (PV) usytuowany jest na dachu budynku mieszkalnego wielorodzinnego. Zaprojektowano jedną instalację z panelami PV oraz jednym falownikiem usytuowanym w budynku na ostatniej kondygnacji na klatce schodowej. Obiekt z uwagi na przeznaczenie kwalifikuje się do kategorii zagrożenia ludzi ZL IV i jest wykonany w konstrukcji prefabrykowanej. Ze względu na wysokość zalicza się do budynków średniowysokich. Kubatura obiektu znacznie przekracza 1000 m<sup>3</sup>, co powoduje konieczność stosowania przeciwpożarowego wyłącznika prądu. Zagrożenia wybuchem w obiekcie nie przewiduje się.

Zastosowane rozwiązania wpływające na poprawną pracę instalacji i bezpieczeństwo pożarowe:

- panele instalacji PV usytuowane są na dachu budynku, nie wnoszą zagrożenia pożarowego do budynku i nie wpływają na warunki ewakuacji osób z budynku
- falownik zamontowany będzie w budynku na ostatniej kondygnacji na klatce schodowej
- przewody obwodów DC prowadzone są po wierzchu dachu i wprowadzone szachtem technicznym do pomieszczeń montażu falownika
- w instalacji PV przewidziano dwa przeciwpożarowe wyłączniki prądu typu PEFS Projoy usytuowane na dachu blisko paneli PV, rozłączające łańcuchy po stronie DC (przed wprowadzeniem ich do budynku) w razie zaniku napięcia AC z sieci energetycznej, co zapobiega dopływowi wysokiego stałego napięcia (rzędu 1000 V) do wnętrza budynku - to stwarza bezpieczne środowisko dla działań ratowniczych po wyłączeniu głównego wyłącznika prądu dla budynku
- pokrycie dachu budynku i ściany są nierozprzestrzeniające ognia. Elementy instalacji PV są prowadzone po elementach/materiałach NRO lub w odpowiednich korytach/osłonach. Konstrukcja wsporcza paneli wykonana jest z materiałów niepalnych, mocowana do pokrycia dachu i uziemiona
- zastosowano ograniczniki przepięć po stronie DC i AC; w razie odległości generatora od falownika przekraczającej 10 m, ogranicznik przepięć należy montować przy generatorze oraz przy falowniku
- po stronie DC instalacji przewidziano materiały i osprzęt dedykowany do prądu stałego, przewody w izolacji samogasnącej i odpornej na działanie promieni UV oraz w podwójnej izolacji
- zastosowano uziemienie elementów instalacji PV (w tym falownika, rozdzielnic, konstrukcji wsporczej i modułów)
- ograniczono do minimum połączenia na wtyczkach MC4; przewidziano wtyczki tego samego typu i producenta
- inwerter posiada łatwo dostępny rozłącznik izolacyjny obwodów DC umożliwiający rozłączenie generatora PV
- inwerter posiada funkcję gaszenia łuku elektrycznego wynikającego np. z uszkodzenia kabli DC, ma funkcję kontroli rezystancji izolacji przewodów, zabezpieczenie zwarciove oraz zabezpieczenie przed przegrzaniem
- po stronie DC i AC zastosowano zabezpieczenia nadprądowe odpowiednio gPV15A i B20A ograniczające ryzyko wystąpienia zwarc i ich skutków cieplnych

- potrzebne jest oznaczenie obiektu znakiem bezpieczeństwa zgodnym z PN-HD 60364-7-712 informującym o obecności instalacji PV i zasilaniu obiektu (pkt. 712.514.101 normy)



- w rejonie falownika należy zapewnić podręczny sprzęt gaśniczy - sugerowane wyposażenie w gaśnicę nadające się do gaszenia urządzeń pod napięciem
- dojazd do obiektu dla służb ratowniczych zapewniony jest zjazdem z asfaltowej drogi; dostęp do budynku możliwy przy użyciu sprzętu przenośnego lub drabin mechanicznych
- zaopatrzenie wodne do celów gaśniczych dla jednostek ratowniczych zapewnione jest z sieci miejskiej z hydrantami zewnętrznymi.

Trwałe odłączenie instalacji PV na potrzeby działań ratowniczych możliwe jest za pomocą głównego przeciwpożarowego wyłącznika prądu usytuowanego w złączu kablowym / na ścianie zewnętrznej budynku. Powoduje to odłączenie zasilania budynku od publicznej sieci energetycznej oraz skutkuje zadziałaniem automatycznych rozłączników PEFS na dachu budynku po stronie DC obu instalacji PV. Wszystkie obwody w budynku są wówczas odłączone od dootywu napięcia, jednak trzeba spodziewać się występowania napięcia stałego w obrębie samych paneli na dachu (zwłaszcza podczas ich oświetlenia nawet światłem sztucznym).

Lokalizacja głównych wyłączników p.poż.:

- I klatka – odpowiada za wyłączenie I i II klatki – podłączenie mikroinstalacji fotowoltaicznej
- III klatka - odpowiada za wyłączenie III i IV klatki
- V klatka - odpowiada za wyłączenie V i VI klatki
- VII klatka - odpowiada za wyłączenie VII i VIII klatki

Falownik podłączony będzie tylko do jednej z czterech rozdzielnic RG w budynku, druga RG będzie zasilana tylko z sieci energetycznej (bez generatora PV).

Rozdzielnica do której podłączony będzie generator PV i wyłącznik główny prądu tej RG muszą być oznaczona znakiem bezpieczeństwa jw.

Wyłączenie pracy generatora PV jest możliwe rozłącznikiem DC umieszczonym w każdym falowniku, jednak wówczas napięcie stałe z paneli będzie występować na całym odcinku przewodów DC od paneli aż do danego falownika.

### 2.3.12 OCHRONA PRZECIWPZEPIĘCIOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Ochronę przeciwprzebieciową należy zrealizować ogranicznikami przepięć zarówno po stronie DC jak i AC. Po stronie DC należy zainstalować przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa, a także ogranicznik TYPU 1+2 (JEŚLI ODLEGŁOŚĆ POMIĘDZY modułami a falownikiem będzie większa niż 10 m to konieczne jest zdublowanie zabezpieczeń DC). Po stronie AC należy zainstalować ogranicznik B+C 2P 275/12,5 w skrzynce zabezpieczającej stronę AC oraz należy zainstalować ogranicznik B+C 2P 275/12,5 w tablicy głównej „TG” obiektu.

## **2.4 SYSTEM MOCOWANIA PANELI FOTOWOLTAICZNYCH**

### **2.4.1 SYSTEM MOCOWANIA**

System mocowania modułów fotowoltaicznych musi zostać dobrany do danego typu dachu. Należy stosować wyłącznie systemowe konstrukcje montażowe posiadające wszystkie konieczne atesty i dopuszczenia. Konstrukcje będą wykonane z aluminium oraz stali nierdzewnej. Wykonawca wykona we własnym zakresie obliczenia mocowania konstrukcji wsporczej do podłoża - elementów dachu. Do zamocowania konstrukcji wsporczej należy przewidzieć mocowanie inwazyjne. Przy doborze elementów montażowych należy kierować się typem pokrycia dachowego oraz warunkami montażowymi.

### **2.4.2 KONSTRUKCJA MONTAŻOWA**

W przypadku dachów pomiędzy 0 a 5 ° należy zastosować konstrukcję na dachy płaskie (inwazyjną, zgrzewaną do poszycia dachowego lub balastową w zależności od warunków). W przypadku dachów o nachyleniu powyżej 10 stopni można montować moduły fotowoltaiczne zgodnie z kątem nachylenia dachu.

Konstrukcja dachowa musi być tak przytwierdzona, aby umożliwiała wentylację/chłodzenie modułów PV. System montażowy składa się z odpowiednich uchwytów montażowych (śruby dwugwintowe/haki itp.) oraz stosownych profili aluminiowych.

System mocowania modułów fotowoltaicznych musi zostać dobrany do danego typu dachu. Należy zastosować konstrukcję posiadającą wszystkie wymagane przepisami prawa atesty i dopuszczenia do użytkowania. Systemowa konstrukcja będzie wykonana z aluminium oraz stali nierdzewnej.

### **Dachy pokryte blachą trapezową**

System mocujący dla blachy trapezowej (o grubości powyżej 0,5mm) powinien być oparty na aluminiowych mostkach trapezowych. Uchwyt ten przygotowany jest do montażu na garbach blachy trapezowej. Od części spodu mostek trapezowy jest oklejony gumą EPDM, aby zwiększyć szczelność oraz nadać separacji pomiędzy aluminiowym mostkiem i stalowym pokryciem dachowym. Każdy mostek trapezowy montowany jest za pomocą min. 4 wkrętów do materiałów cienkościennych (muszą być dostarczone przez producenta mostków trapezowych). Moduły fotowoltaiczne są przytwierdzane do mostków trapezowych za pomocą klem montażowych o odpowiedniej grubości.

## Systemy na dachy płaskie

Dla dachów płaskich występuje możliwość zastosowania konstrukcji balastowej lub inwazyjnej. Konstrukcja inwazyjna składa się z aluminiowych trójkątów montażowych, profili montażowych, klem środkowych i końcowych, łączników profilu, śrub połączeniowych oraz odpowiedniego systemu kotwiącego (rozwiązanie systemowe).

Przy konstrukcji balastowej wykorzystuje się systemowe rozwiązania oparte na specjalnych uchwytach lub trójkątach montażowych wraz z „rynnami” do balastowania systemu. W przypadku systemów balastowych preferowane są konstrukcje aerodynamiczne, które wymagają mniejszej ilości balastu. Konstrukcja wsporcza zgrzewana do poszycia dachowego (papa, membrana) umożliwia montaż systemu PV na dachu płaskim poprzez klejenie bądź zgrzewanie z poszyciem dachu. Dzieje się to za użyciem dodatkowych warstw papy bądź membrany, między którymi zgrzewana jest płytka mocująca do istniejących warstw poszycia dachowego. Do płytki tej mocowane są uprzednio śruby umożliwiające wykonanie uchwytów do kontynuacji zabudowy systemu wsporczego dla modułów pv. W dalszej kolejności montowana jest konstrukcja aluminiowa składająca się z trójkątów i profili montażowych. Dodatkowo, zaleca się wykonanie stężeń pomiędzy kolejnymi rzędami modułów w celu uzyskania zwartej zabudowy.

### 2.4.3 WIZUALIZACJA PRACY SYSTEMU FOTOWOLTAICZNEGO

Wykonana po montażu wizualizacja ON-LINE umożliwi wskazanie uzysku energetycznego z instalacji fotowoltaicznej oraz przewidywaną ilość zaoszczędzonego CO<sub>2</sub> w stosunku do metody konwencjonalnej produkcji energii.

Inwerter będzie wyposażony w interfejs komunikacyjny LAN lub LAN i WIFI, dzięki czemu będzie możliwe połączenie falownika z siecią internetową. Inwertery powinny posiadać dedykowaną platformę internetową na której będzie możliwość sprawdzenia **nie tylko uzysku, ale również informacji o pracy instalacji np. będzie sygnalizowane występowanie błędów.**

## 3 PLANOWANE UZYSKI Z INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

---

Prezentowane wyniki w kolejnych latach użytkowania będą pomniejszane o utratę sprawności, która w okresie 10 lat nie może przekroczyć: 10%, zaś spadek mocy wyjściowej nie przekroczy 80% w perspektywie najbliższych 25 lat. Należy zaznaczyć, że obliczenia zostały przeprowadzone dla uśrednionych danych z bazy Ministerstwa Infrastruktury. Rzeczywiste osiągi mogą odbiegać od założonych. Na osiągi będzie miała wpływ pogoda podczas okresu eksploatacji.

## 4 NORMY I POJĘCIA

---

PN-HD 60364-7-712:2007- Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;

PN-EN 61173:2002- Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik;

PN-86/E-05003/01- Ochrona odgromowa obiektów budowlanych – wymagania ogólne;

Eurokod 1 - PN-EN 1991-1-4 (wraz z późniejszymi zmianami) - Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru– strefa klimatyczna dla Polski, kat terenu III i IV;

Eurokod 1 - PN-EN 1991-1-3 (wraz z późniejszymi zmianami) - Oddziaływania na konstrukcje. Oddziaływania ogólne. Obciążanie śniegiem – strefa klimatyczna dla Polski;

PN-80/B-02010/Az1 -Obciążenia w obliczeniach statycznych – Obciążenia Śniegiem;

PN-76/B-03420: Wentylacja i klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi. Uwzględniając II oraz III strefę klimatyczną Polski.

Ogniwo PV – najmniejszy element systemu PV, który wytwarza energię elektryczną w warunkach ekspozycji na światło takie jak promieniowanie słoneczne;

Moduł PV – najmniejszy, w pełni chroniony przed wpływami środowiska zespół połączonych ze sobą ogniw PV;

Kolektor PV– mechanicznie i elektrycznie zintegrowany zespół modułów PV i innych niezbędnych elementów, które tworzą jednostkę zasilającą prądem stałym;

Łańcuch PV- obwód, w którym łączy się szeregowo moduły PV, w celu wytworzenia w kolektorze PV wymaganego napięcia wyjściowego;

Skrzynka połączeniowa kolektora PV – (Junction Box) obudowa, w której wszystkie łańcuchy PV jakiegokolwiek kolektora PV są połączone elektrycznie i gdzie są umieszczone zabezpieczenia;

Przewód główny DC systemu PV– przewód łączący skrzynkę połączeniową generatora PV z zaciskami DC falownika PV;

Falownik PV– urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny, przekazujące energię do sieci;

Inwerter PV – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny, nieprzekazujące wyprodukowanej energii do sieci energetycznej;

STC, Standard Test Conditions STC (Standard Test Conditions) w skrócie: prostopadłe promieniowanie słońca o mocy 1000W na jeden m<sup>2</sup>, przy temperaturze 25C. Spektrum AM=1,5 (Air Mass), zgodnie z ASTM G173-03 oraz IEC 60904-3;

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) - jest zdefiniowane jako temperatura osiągnięta przez pojedyncze ogniwo PV w układzie bez obciążenia odbiornikiem przy spełnieniu poniższych warunków:

-promieniowanie na powierzchni Ogniwa PV = 800 W/m<sup>2</sup>

-temperatura powietrza = 20°C

-prędkość wiatru = 1 m/s

-sposób montażu = niezasłonięta tylna część panelu

Sprawność systemów solarnych ( $\eta$ %) - Stopień zamiany energii słonecznej na elektryczną mierzony jest w %. Wówczas moduł PV o sprawności np. 15% z powierzchni 1m<sup>2</sup> (jednego metra kwadratowego) w ciągu godziny wyprodukuje 150Wh energii elektrycznej, według międzynarodowego standardu STC (1000w/m<sup>2</sup>, temp. 25C). W dni o słabszym nasłonecznieniu produkcja prądu będzie mniejsza. Różne technologie PV (mono- polikrystaliczne, amorficzne) charakteryzują się różną sprawnością. Moc znamionowa modułów np. 20, 100 czy 200Wp wynika z ich powierzchni oraz pośrednio sprawności, która wynika z technologii produkcji PV;

Zgodnie z zapisami znowelizowanej ustawy prawo budowlane dla urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5kW oraz mikroinstalacji biogazu rolniczego, występuje obowiązek uzgodnienia pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej projektu budowlanego, o którym mowa w art.6b ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. z2019r. poz.1372 i 1518), oraz zawiadomienia organów Państwowej Straży Pożarnej, o którym mowa w art.56ust.1a tej ustawy.

Zgodnie z określonymi procedurami w przypadku stwierdzenia pożaru należy odłączyć dopływ prądu do budynku. Spowoduje to, że instalacja fotowoltaiczna zaprzestanie pracy i rozłączy się z sieci.

Ponadto falownik rozłączy wszystkie obwody prądu stałego na bazie montażowej falownika.

Przewody fotowoltaiczne będą układane w niepalnych peszlach i korytach kablowych.

W pobliżu falowników fotowoltaicznych zostanie umieszczona gaśnica proszkowa o wadze  $\geq 6$ kg.

Przewody solarne użyte w instalacji posiadają odporność ogniową zgodną z normą EN60332-3-24 kat C.

Oznacza to, że był testowany na palność przy użyciu 1,5L materiału łatwopalnego na metr / zastosowany płomień użyty był przez 20 minut (test kała do średnicy  $>12$ mm).

W zakresie instalacji elektroenergetycznych i niskoprądowych następujące parametry i cechy projektowanych instalacji i urządzeń wpływają na bezpieczeństwo przeciwpożarowe budynku:

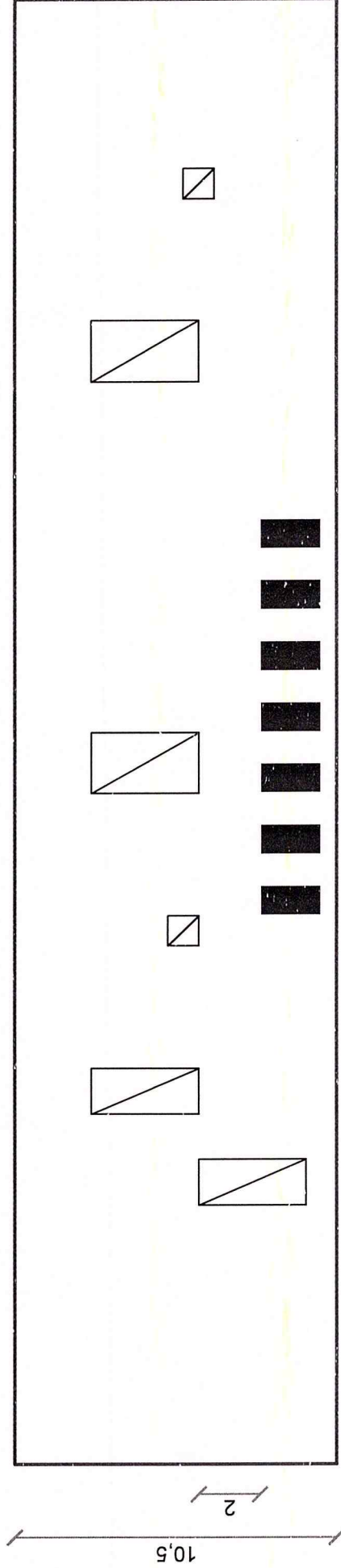
- a) Należy stosować przewody, aparaty i urządzenia z atestami stosowalności w budownictwie, przewody muszą mieć izolację o napięciu znamionowym 750V, kable niskiego napięcia – izolacje o napięciu znamionowym 1000V
- b) Instalacja objęta jest działaniem urządzeń aparatury zabezpieczeniowej i wyłącznika prądu.
- c) W miejscach przejść przewodów przez elementy oddzielenia przeciwpożarowych oraz przewodów o średnicy powyżej 40 mm przez ściany i stropy o odporności ogniowej REI-60 lub EI-60 przewidzieć przepusty lub uszczelnienia pożarowe o klasie odporności ogniowej wymaganej dla tych oddzielenia przeciwpożarowych.

Projektowana konstrukcja pod ogniwa fotowoltaiczne nie wpływa w żaden sposób na zmianę warunków pożarowych obiektu.

Obowiązujące normy i przepisy:

- PN-HD 60364-4-41:2017 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych -- Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo -- Dobór środków ochrony w zależności od wpływów zewnętrznych -- Wybór środków ochrony przeciwporażeniowej w zależności od wpływów zewnętrznych
- PN-HD 60364-7-712:2016-05 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Część 7-712: Wytyczne dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- PN-EN 62305-3:2011 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia.
- Ustawa z dnia 24.08.1991 r. Prawo o ochronie przeciwpożarowej

**Tomasz Tenderowicz**  
Uprawnienie budowlane do projektowania  
bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej  
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń  
elektrycznych i elektroenergetycznych  
Nr ewid.: SLK/5097/PBE/15



Jedna instalacja fotowoltaiczna o planowanej mocy 3,26 kW, składająca się z jednego łańcucha (stringu)

Falownik będzie zlokalizowany w budynku na ostatniej kondygnacji na klatce schodowej.

Kable będą prowadzone w spocznikach międzypiętrowych - przy ścianie zewnętrznej klatki schodowej.

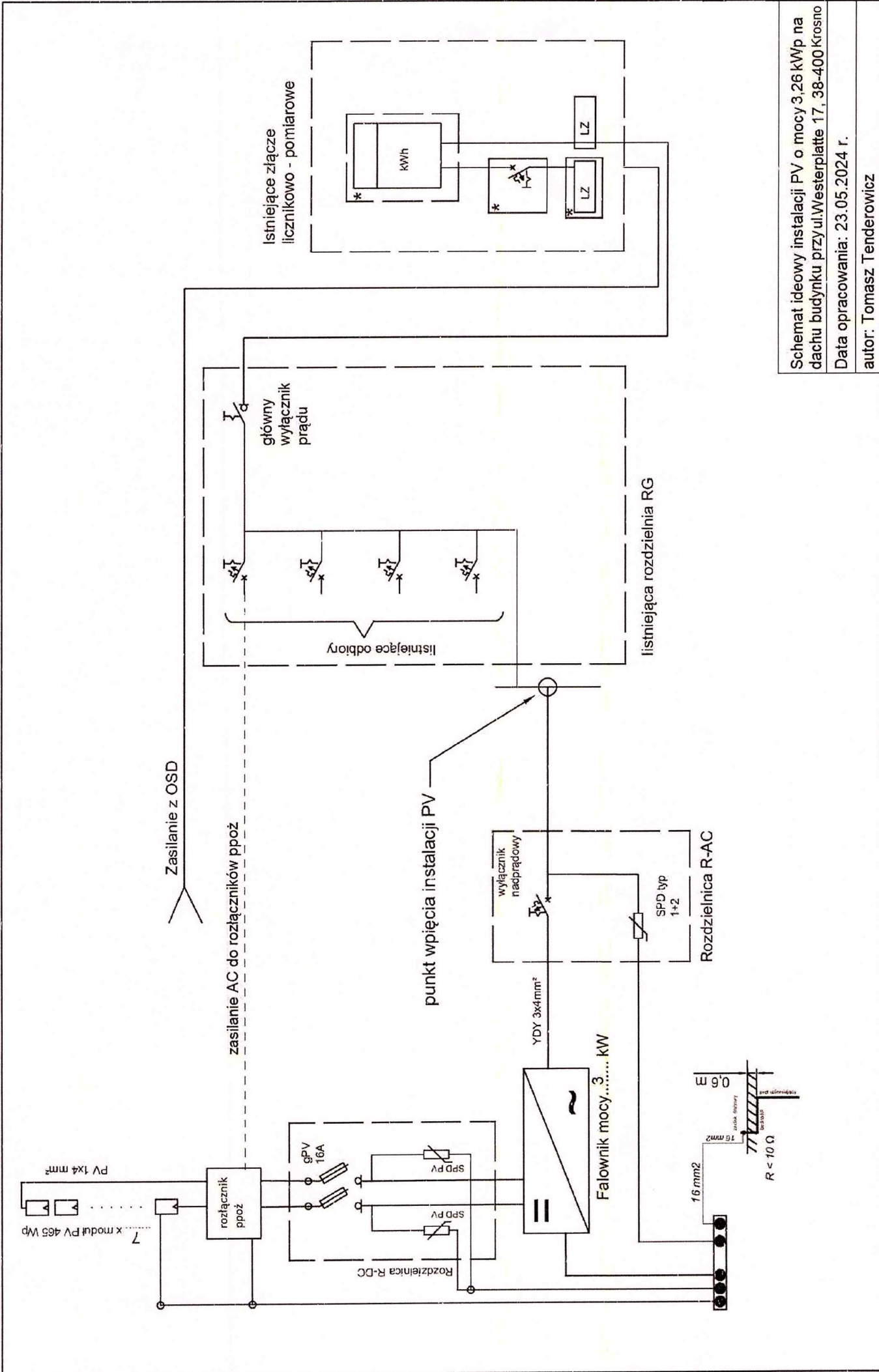
Trasy kablowe m.in. w części ewakuacyjnej budynku (klatka schodowa) muszą być prowadzone w niepalnych korytkach lub niepalnych rurach osłonowych.

SKALA 1:200  
pomiary podano w metrach

Poglądowa lokalizacja instalacji PV na dachu budynku przy ul. Bohaterów Westerplatte 17, 38-400 Krosno

Data opracowania: 23.05.2024 r.

autor: Tomasz Tenderowicz



Schemat ideowy instalacji PV o mocy 3,26 kWp na dachu budynku przy ul. Westerplatte 17, 38-400 Krosno  
 Data opracowania: 23.05.2024 r.  
 autor: Tomasz Tenderowicz