



DOKUMENTACJA TECHNICZNA MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY 49,84kWp

LOKALIZACJA:
Budynek Środowiskowego Dom Samopomocy
ul. Drawieńska 52, 73-200 Choszczno

ZAMAWIAJĄCY:
Gmina Choszczno
ul Wolności 24

OPRACOWAŁ:
ESS PLUS Paweł Dura
os. Brzozowe 26, Mościenica,
62-035 Kórnik
mgr inż. Paweł Dura

I. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny wykonania i odbioru robót budowlanych dla systemu fotowoltaicznego o mocy 49,84 kWp obejmująca swoim zakresem montaż i konfigurację urządzeń systemu fotowoltaicznego dla potrzeb budynku pełniącego funkcję dziennego ośrodka wsparcia dla osób z zaburzeniami psychicznymi oraz niepełnosprawnych intelektualnie, na których odbędzie się produkcja energii elektrycznej na potrzeby własne oraz nadprodukcja zostanie wprowadzona do sieci energetyki zawodowej. Jako źródło dodatkowej energii projektuje się instalację fotowoltaiczną typu on-grid zainstalowaną na konstrukcji wolnostojącej.

Energia elektryczna wyprodukowana przez fotoogniwa zużywana będzie na potrzeby własne budynku, ewentualna nadwyżka energii zostanie przesłana do zarządcy sieci elektroenergetycznej.

-Panele fotowoltaiczne projektuje się monokrystaliczne panele Bi-Facjalne o mocy 445 Wp wykonanie z podwójnym szkłem – 112 szt. dopuszcza się zastosowanie modułów o tej samej konstrukcji o innej mocy jednostkowej pod warunkiem nie przekraczania mocy $<49,5 > 50$ kW Dopuszcza się panele, dla których producent gwarantuje 90% sprawności początkowej po upływie 10 lat i roczna utrata sprawności nie przekracza 0,45% przez okres 30lat. Ogniwa fotowoltaiczne dostarczane z deklaracjami zgodności z normami: 2014/35/EU, IEC 61215-1: 2016, IEC 61215-1-1: 2016, IEC 61215-2: 2016, EN IEC 61730-1:2018, EN IEC 61730-1:2018/AC:2018-06, EN IEC 61730-2:2018, EN IEC 61730-2:2018/AC 2018-06.

Inwestycja umiejscowiona zostanie na działce nr 145 (teren wodociągów) Posadowiona na gruncie na konstrukcji wolnostojącej wbijanej. Moduły należy zamontować w dwóch rzędach w orientacji pionowej o minimalnym kącie nachylenia 25° oraz azymucie maksymalnie jak to możliwe zbliżonym do południowego w celu najefektywniejszej produkcji. Teren w oku instalacji należy ogrodzić siatką na słupkach wraz z wykonaniem furtki umożliwiającej dostęp serwisowy. pod modułami należy usunąć darń i ułożyć geowłukninę typu PES B gramatura 400 g/m² w kolorze białym. Na geowłukninie należy ułożyć 3-5 centymetrowej grubości okład kamienny z białego grys (łupka) lub białych otoczków w celu skuteczniejszego wykorzystania efektu Bi-Facjalnego modułów. Inwertery zostaną zamontowane na konstrukcji instalacji a zasilanie do nich zostanie doprowadzone przewodem doziemnym. Panele należy połączyć tak, aby osiągnąć maksymalny punkt pracy falownika przy jednoczesnym nie przekroczeniu napięcia pracy. Rozmieszczenie modułów w terenie zgodnie z rysunkiem nr 1

- Inwerter fotowoltaiczny (przetwornica)

Urządzenie umożliwia przetworzenie wytworzonego przez panele fotowoltaiczne prądu stałego na prąd przemienny. Na wyjściu inwertera będzie napięcie prądu zmiennego AC o wartości 3X230V Usk.

Obok przetwarzania wytworzonego przez panele fotowoltaiczne prądu stałego na prąd przemienny inwerter pełni również funkcje kontrolne oraz prowadzi statystyki produkcji energii. Urządzenie daje możliwość monitorowania instalacji przez aplikację mobilną lub portal internetowy. Prąd elektryczny z inwertera w pierwszej kolejności „płynie” do budynków i zasila pracujące w nim urządzenia. Jeżeli moc dostarczana przez inwerter jest wyższa od mocy zużywanej aktualnie w budynku, nadmiar energii zostaje oddany do publicznej sieci dystrybucyjnej - ENEA. Współpraca

inwertera z siecią odbywa się płynnie i nie wymaga żadnych urządzeń regulacyjnych. W celu zabezpieczenia instalacji na wypadek akcji gaśniczej przewidziano współpracę inwertera z optymalizatorami mocy. Projektuje się system, w którym napięcie prądu stałego po zadziałaniu głównego wyłącznika p.poż. obniża się do wartości maksymalnie 10V układ taki pozwala na przeprowadzenie bezpiecznej akcji gaśniczej bez narażania uczestników akcji na porażenie. Przewiduje się instalację licznika energii elektrycznej współpracującego z falownikiem. Przewiduje się licznik energii elektrycznej współpracujący z inwerterem po protokole Modbus RTU lub Modbus TCP. Dla pomiaru prądu należy zainstalować przekładniki prądowe minimum 100A.

- Optymalizatory mocy Optymalizator mocy 950W

Przewiduje się dla każdej pary modułów instalację optymalizatorów współpracujących z inwerterem moc optymalizatora musi zapewnić przeniesienie obciążenia z dwóch modułów przewidziano optymalizatory o mocy 950W. Urządzenia pomocnicze optymalizator podłączane będą bezpośrednio do pary modułów i będą miały funkcjonalność które:

- powodują niemal całkowite ograniczenie przenoszenia spadku wydajności pary modułów na cały obwód spowodowane małym zacienieniem nieaktywującym diody bocznikującej;
- zwiększają poziom monitoringu każdego obwodu;
- w sytuacji, gdy dojdzie do pożaru i nastąpi odcięcie sieci publicznej, redukują wyjściowe napięcie każdej pary modułów od 1V do przy maksymalnym nasłonecznieniu 70V; umożliwia to podjęcie akcji gaśniczej w każdych warunkach; w tradycyjnych instalacjach, mimo odcięcia od sieci, przy typowym obwodzie może występować wciąż wysokie napięcie stałe powyżej 600V – w rzadkich sytuacjach może to ograniczyć a nawet na pewien czas uniemożliwić prowadzenie akcji gaśniczej.
- zapobiegać obniżaniu wydajności instalacji z powodu nierównomiernych zabrudzeń, różnego tempa starzenia się modułów narastającego z czasem, pracy poszczególnych modułów w zróżnicowanych warunkach.

- Okablowanie

Po stronie AC i DC instalacji fotowoltaicznej stosować okablowanie o parametrach wynikających z projektu oraz uwzględniających systemowe rozwiązania producenta modułu fotowoltaicznego i inwertera.

- Przewody po stronie DC

Należy wykonać instalację z wykorzystaniem przewodów przeznaczonych do przyłączania fotowoltaicznych części instalacji na zewnątrz budynku. Przewody powinny charakteryzować się odpowiednią średnicą zewnętrzną, długotrwałością i wytrzymałością. Izolacje i płaszcze kabli solarnych muszą gwarantować wysoką odporność na działanie ciepła, zimna, ścieranie, działanie ozonu, promieniowanie UV i pozostałych warunków atmosferycznych. Instalację wykonać z przewodów jednożyłowych atestowanych do pracy przy napięciu nominalnym 1 kV przeznaczone do bezpośredniego połączenia ze sobą poszczególnych ogniw fotowoltaicznych, jak i do okablowania w puszkach przyłączeniowych oraz połączeń z inwerterem. Przewody DC muszą gwarantować zachowanie swoich właściwości mechanicznych w zakresie temperatur otoczenia. W instalacji połączenia wykonać przewodami 10 mm².

Połączenie paneli od strony DC zostanie wykonane przy wykorzystaniu przewodów solarnych charakteryzujących się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: 1kV; (Voltage rating 1.500 VDC (max. 1.800 VDC);
- pojedyncza wiązka o przekroju nie mniejsza ϕ 10,0 mm²;

- podwójna izolacja;
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5; DIN EN 50618; TÜV. R60147048; IEC 62930;
- powłoka odporna na UV;
- temperatura wg PN-93/E-90400.

Przewody należy spinać w wiązki opaskami odpornymi na UV do konstrukcji pod panelami, przewody prowadzić w rurach giętkich oraz korytkach metalowych odpornych na promienie UV oraz niską temperaturę otoczenia przewody DC sprowadzone do pomieszczenia węzła ciepłowniczego, w którym zlokalizowany będzie inwerter oraz zespół zabezpieczeń.

- Parametry złącza od strony napięcia DC

Każdy moduł wyposażony jest w złączki typu MC4 spełniające wymagania instalacji fotowoltaicznych o stopniu ochrony IP65. Parametry techniczne złącz oprzewodowania systemu fotowoltaicznego:

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

Złącza kablowe zapewniają „możliwość rozłączania serwisowego paneli fotowoltaicznych.

- Przewody po stronie AC

Przewody wielożyłowe aluminiowe w układzie TN (np. TN-C-S) w izolacji i osłonie poliwinylowej o przekroju 4 x 50mm². Przewód układany w uprzednio przygotowanym rowie kablowym na odcinku około 130 mb od rozdzielni PV do głównego złącza za licznikowego budynku ŚDS zlokalizowanego na południowej ścianie budynku. Dodatkowo obok przewodu zasilającego należy ułożyć połączenie wyrównawcze w postaci bednarki. Ułożenie bednarki w wykopie kablowym i odstępie, co najmniej 20cm różnicy względem głębokości poziomów między kablem zasilającym a bednarką oraz co najmniej 20 cm przesunięcia w osi poziomej przewodów. Przewód wyrównawczy połączyć przez spawanie do uziomu otokowego budynku i wprowadzić do rozdzielni głównej PV oraz złącza kablowego zalicznikowego. Minimalna głębokość wykopu wynosi 80 cm p.p.t. ułożenie kabla na głębokości 60cm p.p.t. na podsypce piaskowej. Nad kablem należy wykonać, co najmniej 25cm obsypki piaskowej i ułożyć taśmę ostrzegawczą w kolorze niebieskim. Co 10 mb na kablu należy umieścić oznacznik z określeniem daty ułożenia, przekroju kabla oraz przeznaczenia np: [2022 / YAKY 4x50mm² / PV/ ŚDS Choszczno] tabliczki trwale zamocować do kabla opaskami kablowymi. Kabel po ułożeniu i zasypaniu poddać próbie skuteczności izolacji, na przewodzie wyrównawczym wykonać pomiar rezystancji uziemienia minimalna wymagana rezystancja wynosi $\leq 10 \Omega$. Jeżeli nie zostanie osiągnięty wymagany wynik należy wykonać dodatkowe uziemienie szpilkowe do osiągnięcia wymaganego poziomu rezystancji. Projektuje się dodatkowy przewód sygnałowy do podłączania Modbus RTU pomiędzy falownikiem a licznikiem energii należy układać przewód ekranowany w osłonie o przekroju 2x2x08. Przewód układać w rowie kablowym, co najmniej 20cm różnicy względem głębokości poziomów między kablem zasilającym a przewodem sygnałowym oraz co najmniej 20 cm przesunięcia w osi poziomej przewodów. Ekran przewodu uziemić do obudowy falownika.

- Zabezpieczenie instalacji

W celu zabezpieczenia systemu fotowoltaicznego i podłączonych do niego urządzeń elektronicznych przed przepięciami i sprzężeniami, zastosować ograniczniki przepięć (SPD) przeznaczone do systemów fotowoltaicznych.

- Ochrona strony DC przez skutkami prądów zwarciovych

W celu zapewniania ochrony przed skutkami prądów zwarciovych pomiędzy modułami fotowoltaicznymi a inwerterami zastosować bezpieczniki topikowe typu CH 10PV16A U-1000V DC w rozłączniku PCF 10 DC Ue/Ui – 1000V, I_{max} –20A. lub równoważne

- Ochrona strony DC przez skutkami przeciwprzepięciowymi:

Dla każdego z czterech wejść po stronie DC instalacji fotowoltaicznej zainstalować zabezpieczenie przed skutkami przepięć łączeniowych ochronniki DC typu I i II (B+C) –PV –1200V/12,5kA/ 1-bieg, I_{max} = 50 kA

Zastosować ochronnik przeznaczony do ochrony systemów fotowoltaicznych PV przed przepięciami pochodzącymi od wyładowań atmosferycznych pośrednich lub bezpośrednich. Ochronniki przeciwprzepięciowe uziemić za pomocą linki LgY o przekroju 25 mm².

- Ochrona strony AC od porażen elektrycznych

Podstawową ochroną przed dotykiem bezpośrednim zapewnia izolacja II klasy ochronności zastosowanych urządzeń.

Rezystancja uziemienia ochronnego nie powinna przekraczać 10Ω.

Zaprojektowana instalacja jest zgodna z wymogami normy PN-IEC-60364.

- Ochrona strony AC od zwarcia instalacji.

Podstawową ochroną przed zwarcie należy zapewnić instalując bezpiecznik trzypolowy typu S303 o mocy 80A. Jako rozłącznik odcinający stronę AC od napięcia sieciowego należy zainstalować rozłącznik o mocy 100A

- Ochrona strony AC przez skutkami przeciwprzepięciowymi:

Po stronie AC przed skutkami przeciwprzepięciowymi realizowana będzie przez zainstalowanie ochronnika w klasie ochrony B+C. typu Typ 1+2 4P 12,5kA/50kA 1,5kV

należy przewidzieć dwie szafki zabezpieczające odrębną dla strony DC i AC. W szafkach należy zamontować opisane powyżej zabezpieczenia i rozłączniki. szafki w wykonaniu natynkowym obudowy w klasie IP 65

- Ochrona przed wyładowaniem atmosferycznym:

Przewiduje się wykonanie aktywnego odgromnika jonizacyjnego, iglica zostanie umieszczona na kominie maszt wyniesiony 3 m powyżej poziomu powierzchni dachu układ należy wykonać zgodnie z Norma NF C 17-102

II. Charakterystyczne parametry określające wielkość i rodzaj instalacji

Na podstawie analizy zapotrzebowania energetycznego, mocy przyłączeniowej, dostępnej wolnej

powierzchni dachu oraz szczegółowych informacji ustalonych w czasie wizji w miejscach planowanej instalacji wyszczególniono zestaw fotowoltaiczny o mocy 49,85 kWp który pokryje około 89 % zapotrzebowania na energię elektryczną..

Załącznikami do dokumentacji są:

Rysunek 1: Schemat elektryczny

Karta zgłoszenia do PSP

III. Instalacje ochronne

1. Minimalne parametry

Dla systemu fotowoltaicznego projektuje się następujące rodzaje ochrony:

- ochrona przeciwporażeniowa;
- ochrona odgromowa;
- ochrona przeciwprzepięciowa;
- ochrona przeciążeniowa i zwarciowa;
- izolowanie i rozłączanie instalacji.

Wyżej wymienione środki ochrony zapewniono zarówno po stronie DC instalacji jak i po stronie AC.

2. Ochrona przeciwporażeniowa, izolowanie i rozłączanie

Ochrona przeciwporażeniową w systemie fotowoltaicznym realizowana jest przez:

- ochronę podstawową, przed dotykiem bezpośrednim:
 - izolacja podstawowa;
 - ograniczenie dostępu – osłony, umieszczenie poza zasięgiem ręki;
 - odłączenie inwertera z zapewnieniem bezpiecznej izolacji podczas prac konserwacyjnych i usuwania awarii;
- umieszczanie tabliczki ostrzegawczej („Pod napięciem”, „Nie dotykać”, itp.);

3. Parametry ochrony przeciwporażeniowej

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim – jest realizowana przez izolację podstawową oraz wszelkie działania ograniczające dostęp do elementów systemu PV. W zakresie ochrony przeciwporażeniowej w budynku, przewidziano system fotowoltaiczny na dachu. Dodatkowo w budynku zastosowano tabliczki ostrzegawcze.

Przewody i kable DC przewidzieć ze wzmocnioną lub podwójną izolacją. Inwerter połączyć z zaciskiem PE sieci AC, poprzez przeznaczony do tego zacisk wyprowadzony na przewód PE.

4. Parametry ochrony przepięciowej instalacji fotowoltaicznej po stronie AC i DC

Ochrona przeciwprzepięciowa oznacza ochronę przed przepięciami pochodzącymi z sieci energetycznej, przepięciami i sprzężeniami wywołanymi uderzeniem pioruna w okolice instalacji lub w samą instalację, a także innymi przepięciami powstałymi w instalacji fotowoltaicznej i sterujące.

Z tego powodu zaprojektowano ochronniki przepięciowe. Ochronniki zabezpieczono dodatkowo bezpiecznikiem topikowym.

Ograniczniki przepięć DC typu I i II (B+C) –PV –1200V/12,5kA/ 1-bieg, $I_{\max} = 50$ kA zawierające w swojej budowie iskiernik gazowy, warystor który jest zabezpieczony bezpiecznikiem termicznym – odłącznikiem pozwalającym ograniczyć przepięcia do poziomu $U_p \leq 4$ kV przy prądzie udarowym (8/20) 40 kA (12,5 kA na jeden biegun). Każde wejście inwertera DC jest zabezpieczone jednym

ochronnikiem przepięciowym. Ochronniki przepięciowe instalacji fotowoltaicznej zabudowane są w osobnej rozdzielnicy dedykowanej RDC.

Po stronie DC zastosować SPD dedykowane dla systemów fotowoltaicznych. Po stronie AC inwertera są ograniczniki przepięć dedykowane dla odpowiedniej sieci prądu przemiennego.

Parametry wyrównywania potencjałów

Dla uniemożliwienia występowania różnic potencjału nieelektrycznych w instalacji fotowoltaicznej należy wykonać wewnętrzne połączenia wyrównawcze metalowe obudowy konstrukcji paneli PV do lokalnej szyny połączeń wyrównawczych projektowanej w rozdzielnicy RDC.

Ochrona odgromowa

Ochrona odgromowa nie jest wymagana w przypadku instalacji gruntowej. Zostanie ona jednak odpowiednio uziemiona przez sam system montażowy oraz wspomnianą wcześniej bednarką

IV. Normy i pojęcia związane

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 – B – 02025:2001 – Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych;

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.

Pojęcia związane, wg normy **PN-HD 60364-7-712**:

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 – 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, przekazując energię do sieci;

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

STC, Standard Test Conditions: prostopadłe promieniowanie słońca o mocy 1000W na jeden m², przy temperaturze 25°C. Spektrum AM=1,5 (Air Mass), zgodnie z ASTM G173-03 oraz IEC 60904-3;

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