



DOKUMENTACJA TECHNICZNA MIKROINSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ O MOCY 49,5 kWp

LOKALIZACJA:

**Budynek Zakładu Aktywności Zawodowej
Lokalizacja inwestycji: Choszczno ul. Drawieńska 54
działki nr ewid. 141/18 obręb 0004 miasta Choszczno**

ZAMAWIAJĄCY:

**Gmina Choszczno
ul Wolności 24**

OPRACOWAŁ:

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

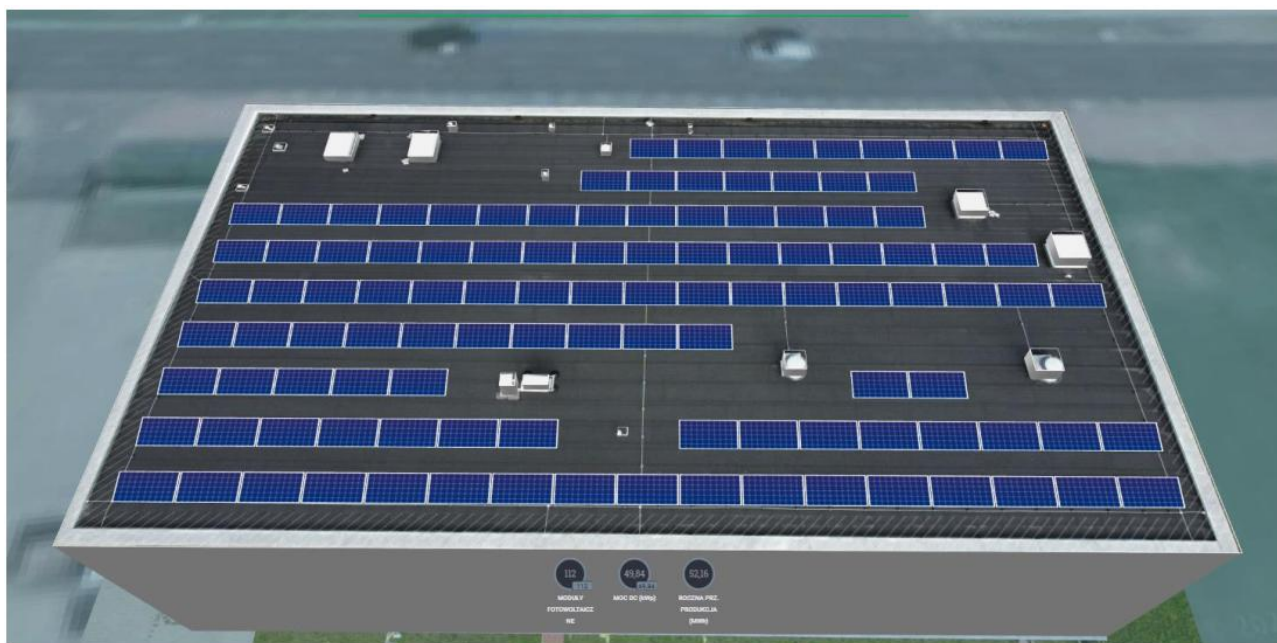
I. Przedmiot opracowania

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 produkcyjno biurowego Zakładu Aktywizacji Zawodowej, 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 dachu płaskim budynku.

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

-Panele fotowoltaiczne projektuje się monokrystaliczne panele bifacialne 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 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 ulokowana jest na dachu płaskim. panele fotowoltaiczne zamontowane będą w sposób najbardziej efektywny, dla lokalizacji budynku front paneli skierowany w kierunku południowym.



Zestaw PV o mocy 49,84 kWp

Instalacja zamontowana będzie na kotwionym do dachu inwazyjnym systemie konstrukcyjnym dla dachów płaskich z pokryciem papa termozgrzewalną przewiduje się kont nachylenie 15°. Panele należy połączyć tak, aby osiągnąć maksymalny punkt pracy falownika przy jednoczesnym nie przekroczeniu napięcia pracy.

- **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.

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 „płyne” 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 zaciemnieniem nieaktywującym diody bocznikujące;
- 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 odłączenia od sieci, przy typowym obwodzie może występować wciąż wysokie napięcie stale 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, długotrwalskością 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 $\phi 10,0 \text{ mm}^2$;
- 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 pospinać 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: $-40^{\circ}\text{C} - +90^{\circ}\text{C}$,
- Stopień ochrony: IP65.

Złącza kablowe zapewniają możliwość rozłączania serwisowego paneli fotowoltaicznych.

- Przewody po stronie AC

Przewody wielożyłowe miedziane w układzie TN (np. TN-C-S) w izolacji i osłonie poliwinylowej o przekroju $5 \times 25 \text{ mm}^2$.

- 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 porażeń 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 wyladowaniem atmosferycznym:

Na dachu przewidzianym do zainstalowania instalacji ułożone są zwody instalacji odgromowej. 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 zwarcia;
- 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 sterującej.

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 jest już wykonana.

Na podstawie norm stwierdza się że „wszystkie urządzenia dachowe z materiałów izolacyjnych lub przewodzących, które zawierają wyposażenie elektryczne lub służące przetwarzaniu informacji, znajdują się w przestrzeni ochronnej układu zwodów”.

Urządzenia systemu fotowoltaicznego nie zwiększają ryzyka wyładowania piorunowego, jednak zainstalowanie systemu fotowoltaicznego na dachu zwiększa ryzyko przedostania się prądu piorunowego do wnętrza budynku w przypadku wyładowania bezpośrednio w panel. Zadanie ochrony przed bezpośrednim wyładowaniem piorunowym spełniają odpowiednio dobrane i rozmieszczone układy zwodów pionowych i poziomych oraz przewodów odprowadzających i uziomu. Układy zwodów tworzą przestrzeń chronioną. Umieszczając elementy systemu

fotowoltaicznego w przestrzeni chronionej, można zapewnić ich ochronę przed skutkami bezpośredniego wyładowania piorunowego. Dodatkowo, wszystkie metalowe elementy mocujące są połączone są listwą wyrównawczą budynku (GSU).

Budynek posiada instalację piorunochronną – elementy systemu fotowoltaicznego są umieszczone w przestrzeni chronionej przy zachowaniu odpowiedniego odstępu izolacyjnego, uniemożliwiającego wystąpienie przeskoków iskrowych pomiędzy elementami instalacji odgromowej (zwody i przewody), a metalowymi elementami chronionego urządzenia.

Dodatkowo projektuje się wykonanie dodatkowej ochrony przez zastosowanie aktywnego odgromnika iglicowego.

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, przekazujące energię do sieci;

Inwerter PV – urządzenie, które przetwarza napięcie i prąd stały na w napięcie i prąd przemienny, nie przekazujące 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: