

PROJEKTOWANIE I NADZÓR INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH
L u d w i k W i ę c h
38-200 JASŁO, ul. Mickiewicza 21a/35

OBIEKT: **BUDOWA 12 MIESZKAŃ w DWÓCH ZESPOŁACH PO 6 MIESZKAŃ**
DLA OSÓB NIEPEŁNOSPRAWNOŚCIA w RAMACH PROGRAMU
"SAMODZIELNOŚĆ , AKTYWNOŚĆ, MOBILNOŚĆ"
WSPOMAGANE SPOŁECZNOŚCI MIESZKANIOWE

ZADANIE: **Tom II - INSTALACJE FOTOWOLTAICZNE**

ADRES: **POTOK dz.nr 645/8; GM. JEDLICZE**

INWESTOR: Polskie Stowarzyszenie na rzecz osób z niepełnosprawnością intelektualną
Koło w Krośnie, ul. Powstańców Śląskich; 38-400 Krosno

STADIUM:: **PROJEKT TECHNICZNY– INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA**

PROJEKTOWAŁ : inż. Ludwik Więch
(upr. nr GT – 8341/42/77)

Spis zawartości projektu

1. Opis techniczny instalacji
2. Rozmieszczenie paneli PV na dachu budynku DPS
3. Ideowy schemat instalacji fotowoltaicznej dla generatorów PV

rys. - E1
rys. - E2

Jasło, luty 2025 r

OPIS TECHNICZNY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ
o mocy generatora PV 29 kW
na budynku zespołu 12 mieszkań dla osób niepełnospr. w m. Potok

1. PRZEDMIOT i ZAKRES OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy montażu urządzeń i instalacji fotowoltaicznej na dachu proj. budynku w m. Potok.

Opracowanie obejmuje:

- Montaż modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych. 500 W na dachu budynku,
- Montaż inwerterów fotowoltaicznych hybrydowych DC/AC,
- Montaż magazynów energii (*opcja do realizacji w II etapie*)
- Montaż osprzętu w postaci rozdzielnic DC oraz AC wraz z zabezpieczeniami,
- Wykonanie nowych, wewnętrznych i zewnętrznych tras kablowych na potrzeby systemu fotowoltaicznego.
- wykonanie instalacji odgromowej i uziemiającej w zakresie ochrony paneli PV
- system monitoringu instalacji PV

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Projekt instalacji fotowoltaicznej został przygotowany w oparciu o:

- projekt architektoniczno budowlany obiektu
- normy: PN-HD 60364-7-712:2016 Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania
- PN-EN 62852:2015-05 Złącza DC w systemach fotowolt.
- PN-EN 506 50618:2015-03 Kable i przewody elektryczne do systemów PV
- obowiązujące normy i inne przepisy dotyczące przedmiotu opracowania
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dn.12.04.2002 (z późniejszymi zmianami), w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75 z 2002r)
- Przepisy budowy urządzeń energetycznych wyd. 1987r

3. OPIS OBIEKTU

Budynek jest obiektem 2-kondygnacyjnym o dachu krytym blachą trapez-niski układanych na krokwiach , którego południowa połać dachu pochylone pod kątem 30 st. zostaną wykorzystane do rozmieszczenia paneli PV

Panele PV przewiduje się instalować w układzie pionowym na płaszczyźnie dachu za pomocą systemowej konstrukcji wsporczej aluminiowej mocowanej skrośnie do krokwi.

4. OPIS ROZWIĄZAŃ PROJEKTOWYCH

Celem systemu fotowoltaicznego jest pozyskanie energii elektrycznej z energii słonecznej przy użyciu technologii krzemowej z wykorzystaniem ogniw monokrystalicznych.

Projektuje się podłączenie systemu fotowoltaicznego do wewnętrznej instalacji elektrycznej budynku do projektowanej rozdzielnic RG budynku . Energia elektryczna uzyskana z paneli PV zostanie wykorzystana na potrzeby własne budynku w systemie "on

grid", z magazynem energii oraz z podłączeniem instalacji do sieci elektroenergetycznej z możliwością przekazywania nadmiaru wyprodukowanej energii do sieci energetycznej poprzez dwukierunkowy licznik energii elektrycznej..

Łączna moc szczytowa generowana przez panele fotowoltaiczne w warunkach STC będzie wynosić **29,0 kWp** (Warunki STC – temperatura ogniwa 25°C, AM 1.5, promieniowanie 1000W/m2). Panele fotowoltaiczne zainstalowano na dachu budynku w układzie dwóch generatorów PV (po dwa stringi) pracujących na inwerter hybrydowy 25 kW *które docelowo współpracowałyby równolegle z magazynem energii 25 kWh* , Wyprodukowana en. elektryczna przez panele PV (strona DC) przekazywana byłaby kolejno:
- do instalacji wewnętrznej - do ładowania magazynu energii
- nadmiar wyprodukowanej energii do sieci energetycznej

5. PANELE FOTOWOLTAICZNE

Projektowane moduły wykonane w technologii szkło/backsheet, szyba o grubości poniżej 3,2mm w celu zminimalizowanych strat optycznych oraz zwiększenia uzysków energii elektrycznej. Szkło frontowe o niskiej zawartości żelaza. Obciążenia wynikające z wagi modułów fotowoltaicznych nie większe niż 12 kg/m2. Moduły montowane na systemowej konstrukcji na blasze trapezowej. Moduły składają się z krzemowych, monokrystalicznych ogniw z przednią czarną metalizacją. Na całym obwodzie moduły posiadają aluminiową ramkę o minimalnej grubości 35mm.- barwa ramki czarna.

Dla zapewnienia ochrony instalacji fotowoltaicznej na dachu należy wykonać połączenie wyrównawcze konstrukcji paneli.

Poniższa tabela przedstawia ogólne parametry modułów fotowoltaicznych.

<u>PARAMETR</u>	<u>WARTOŚĆ</u>
Typ ogniw w module PV	Mono Perc Half-Cut w technologii Low LID
Moc modułu	Min.500 W
Sprawność ogniw modułu PV w „STC”	Min. 20,0%
Prąd w punkcie mocy max, nie mniej	12,00A
Napięcie w punkcie mocy max, nie mniej	38,00V
Prąd zwarcia, nie więcej	14,00A
Napięcie jałowe, nie więcej	51,50V
Max. napięcie systemowe	1000 V
Typ przedniego szkła	O podwyższonej transmitancji, hartowane poniżej 3,2 mm, z powłoka antyreflex.
<u>DANE MECHANICZNE</u>	
Konstrukcjapanelu	szkło-backsheet ramką stop AL anodyzowany czarny
Wymiary modułu	max. 2100x1150x35 (±2) mm
Mocowanie przewodów odprowadzających prąd	Konektor z wtyczkami MC-4, 3 diody bypasowe, IP68

System ochrony	IP68
Przewodyodprowadzającewygenerowanyprąd	2x $\Phi 4\text{mm}^2$, biegun dodatni oraz ujemny,
Klasa ochrony	II-klasa izolacji
Temperatura pracy	-40 do +85°C
Waga modułu	max. 28 kg

6. INWERTERY FOTOWOLTAICZNE

Zadaniem inwertera fotowoltaicznego jest przekształcenie wygenerowanej przez panele fotowoltaiczne energii elektrycznej prądu stałego (DC) na prąd przemienny (AC), a następnie poprzez rozdzielnicę R-AC zasilanie rozdzielnicę głównej budynku TG W **zaleca** się zastosowanie 3-faz. hybrydowego inwertery fotowoltaiczne 25 kW, typu "on-grid" współpracujące z magazynem energii (*opcja dla II etapu*) i przekazujące nadmiar wyprodukowanej energii do sieci.

Inwerter posiada również moduł komunikacyjny umożliwiający transmisję danych do komputera PC przez lokalną sieć LAN.

Projektowany inwerter charakteryzuje się szerokim zakresem napięcia wejściowego, dzięki czemu istnieje możliwość konfiguracji modułów w dużym zakresie. Inwerter pozwala na pomiar sumarycznej energii wyprodukowanej dziennie i całłościowo. Inwerter ma możliwość diagnostyki poprzez system nadzorujący, oraz posiada wbudowany rozłącznik po stronie DC. W przypadku braku zasilania sieciowego w trybie pracy back-up falownik hybrydowy w połączeniu z magazynem energii będzie mógł zasilac wybrane odbiorniki , aż do momentu powrotu zasilania lub rozładowania baterii.

W pom. inwerterów przewidzieć wymuszony obieg powietrza-wentylatorem sterowanym włącznikiem temperaturowym.

Poniższa tabela przedstawia parametry inwertera hybryd. trójfazowego 25kW.

Dane techniczne inwertera 25 kW	Inwerter beztransformatorowy
Dane baterii wejściowej	
Typ baterii	Litowo-jonowa
Liczba wejść baterii	2
Zakres napięcia	160V-960V
Max. moc ładowania/rozładowania	25 kW
Max.prąd ładowania/rozładowania	50A(25A/25A)
Szczytowy prąd ładowania/rozładowania nie mniej	60A(30A/30A) 60ms
Dane PV stringu wejściowego (Prąd stały– DC)	
Max. napięcie wejściowe	1000 V
Max, prąd wejściowy	25 A
Zakres napięcia wejściowego MPPT / znamionowe napięcie wejściowe	160V... 960 V
Liczba niezależnych wejść MPPT / pasm na wejście MPPT	2/2
Dane wyjścia AC (od strony sieci)	
Napięciemnamionowe AC	3 / N / PE; 230 / 400 V 3 / N / PE; 220 / 380 V
Częstotliwośćsieci AC / zakres	45 Hz, 55 Hz / 55 Hz-65 Hz
Maks. prąd wyjściowy do sieci	32 A

Współczynnik mocy cos ϕ	0,85 – 1 ind./poj.
Liczba faz zasilających / podłączonych faz	3/3 + N + PE
Max. wydajność / wydajność wg norm EU	98,0% / 97,0%
Pomiar izolacji DC	tak
Dane wyjścia AC (back-up)	
Nominalna/maksymalna moc wyjściowa	25kW/22kVA
Maks. prąd wyjściowy	32 A
Nominalne napięcie wyjściowe	230/400V
Czas przełączania	< 15ms
Wyposażenie i inne ogólne dane	
Wyświetlacz	Graficzny LCD
Gwarancja	Min 5 lat,
Certyfikaty i dopuszczenia	EC, EN 61000-3-12 – należy potwierdzić stosownym certyfikatem.
Możliwość instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków	TAK
Stopień ochrony min.	IP65
Waga	do 40kg
Rozłącznik DC	Zintegrowany
Temperatura pracy	-40 °C ... +60 °C
Pobór mocy na potrzeby własne (w nocy)	max 1 W
Interfejsy:	WiFi, LAN, USB

7. MAGAZYN ENERGII - opcja do zastosowania w pełnym zakresie w II etapie

Proj. instalacja fotowoltaiczna ma pracować jako układ hybrydowy i przystosowana docelowo do współpracy magazynem energii.

Wyprodukowana energia elektryczna przez panele PV (strona DC) przekazywana byłaby kolejno:

- do instalacji wewnętrznej
- do ładowania magazynu energii
- nadmiar wyprodukowanej energii do sieci energetycznej

Przewiduje się magazyny energii o mocy do 25kVa współpracujący z hybrydowym inwerterem; energia z nich przekazywana byłaby do zasilania pomp ciepła

W przypadku braku zasilania sieciowego w trybie pracy back-up falownik hybrydowy w połączeniu z magazynem energii będzie mógł zasilać wybrane odbiorniki, aż do momentu powrotu zasilania lub rozładowania baterii.

Do każdego magazynu energii należy przewidzieć jednostkę GTX monitorującą akumulatory i zawierającą w sobie: główny BMS, wyłącznik, bezpiecznik DC, obwód miękkiego startu, obwody ładowania i rozładowania, niezależny obw. kontrolny ładowania oraz moduł zasilający 12V DCDC

Przewody połączenia DC i komunikacyjne między magazynem a inwerterem są w komplecie dostawy urządzenia

8. INSTALACJE ELEKTRYCZNE

W celu odbioru energii z projektowanej instalacji fotowoltaicznej należy wykonać rozdzielnicę obiektową RPV.

Przewody z generatora PV (cztery stringi) wprowadzone zostaną na rozdzielnicę R-DC instalowanymi przed inwerterami w pom. technicznym na poziomie piętra . Przewody od R-DC prowadzić w rurkach (lub kanale instalacyjnym) strychem nieużytkowym a następnie pionowo po ścianie do rozdzielnic R-DC. Inwertery oraz rozdzielnicę R-AC i magazyny energii instalować również w pom. technicznym.

Każdy panel fotowoltaiczny należy wyposażać w kompatybilne złączki typu MC4 4-6mm², tylko jednego producenta lub ich odpowiedniki o minimalnym stopniu ochrony IP67.

Do wykonania instalacji elektrycznej dla systemu fotowoltaicznego od strony DC należy zastosować przewody solarne typu PV 6mm² 0.9/1.8kV DC

Po stronie DC zastosować kompletne rozdzielnicę jednowęściowe o klasie izolacji II, napięciu znamionowym 1000V, IP65.

Rozdzielnicę PV DC powinny posiadać ograniczniki przepięć B-PV I_{imp}=12,5kA I_{max}=40kA/1bieg. U_{dc}=1000V, zabezpieczenie przetężeniowe typu CH10x38 20A gPV i możliwość rozłączenia paneli fotowoltaicznych od inwertera za pomocą rozłącznika 1000V o prądzie znamionowym min. 20A. Zaprojektowano rozdzielnicę PVDC dla każdego stringa instalacji PV.. W celu wykonania okablowania należy wykonać niezbędne trasy kablowe. Na dachu do okablowania z poszczególnych stringów wyprowadzone będzie przewodami mocowanymi opaskami zaciskowymi odpornymi na PV do konstrukcji. Poza obrysem generatora PV po połaci dachu - w korytkach perforowanych deklowanych metalowych lub plastikowych odpornych na warunki atmosferyczne..Do prowadzenia okablowania wewnątrz budynku należy wykorzystać kanał elektroinstalacyjny z tworzywa, lub układać w rurkach pod tynkiem.

9. OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA i PRZECIWZWARCIOWA INSTAL. FOTOWOLT.

Jako zabezpieczenie przetężeniowe obwodu inwertera należy zabudować w rozdzielnicach R-DC wyłącznik nadmiarowo prądowy o charakterystyce C. W instalacji stałoprądowej – zabudowany inwerter każdego dnia sprawdza instalację DC poprzez pomiar rezystancji izolacji kabli DC. Jest to funkcja, która w przypadku wykrycia zwarcia lub złego stanu izolacji, natychmiast wyłącza uszkodzony obwód, oraz daje informację na wyświetlaczu inwertera o wykryciu nieprawidłowości. W przypadku, gdy zmierzone wartości nie mieszczą się w dopuszczalnym przedziale – falownik sam wyłącza uszkodzone obwody.

Po stronie AC przewód neutralny winien być koloru niebieskiego, a przewód ochronny w pasy żółtozielone.

Po stronie DC dla ochrony przed zwarciami pomiędzy modułami fotowolt. zastosowano bezpieczniki topikowe pV 20A 1000V w rozłącznikach umieszczonych w rozdzielnicach

R-DC Natomiast po stronie AC po inwerterze przewidzieć wyłącznik różnicowo prądowy umieszczony w rozdzielnicy R-AC.

Należy zastosować wkładkę gPV w biegunie “+” i w biegunie “-” do zabezpieczenia każdego rzędu modułów PV

Wymaga się aby panele PV i inwerter posiadały II kl. izolacji

Wszystkie części przewodzące obce należy przyłączyć do instalacji głównej szyny wyrównania potencjałów. Wszystkie metalowe obudowy rozdzielnic należy połączyć z uziemieniem ochronnym linka LgY 16mm²

10. OCHRONA PRZECIWPRZEPięCIOWA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ.

Ochrona przeciwprzepięciowa instalowanego systemu fotowoltaicznego jest zrealizowana poprzez ochronniki przeciwprzepięciowe typu 1+2 (po jednym dla każdej żyły w stringu), instalowanych w izolacyjnej skrzynce natynkowej R-DC zlokalizowanej najbliżej wejścia przewodów DC prądu stałego do budynku (przy falowniku). Po stronie napięcia zmiennego AC w rozdzielnicy zbiorczej R-AC projektuje się ochronniki typ 2. Zabezpieczenie przed przeciążeniem po stronie napięcia DC zostało zrealizowane w oparciu o normę PN-HD 60364-7-712.

11. INSTALACJA ODGROMOWA PANELI FOTOWOLTAICZNYCH.

Budynek wyposażony jest w instalację odgromową w postaci zwodów poziomych układanych na blasze trapezowej, a więc nie można zachować odstępów izolacyjne (min. 0,5m) do paneli PV. Dlatego między konstrukcjami paneli wykonujemy połączenie wyrównawcze i łączymy linką (bez izolacji) L25mm²Cu z przewodem odprowadzającym instalacji odgromowej

Nad generatorami PV należy utworzyć strefę konta ochronnego trzema masztami aluminiowymi wys. AL fi 12mm dł. 2m mocowanych do kalenicy i połączyć je drutem ALMgSi fi 8mm ze zwodami i przewodami odprowadzającymi instal. odgromowej..

12.PRZECIWPOŻAROWE WYŁĄCZENIE PRĄDU

Zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” – wyłącznik przeciw-pożarowy ma odcinać dopływ energii elektrycznej do wszystkich odbiorników z wyjątkiem obwodów zasilających instalacje i urządzenia, których funkcjonowanie jest niezbędne podczas pożaru. W celu zapewnienia odłączenia instalacji fotowoltaicznej od instalacji, zabudowane falownik ma funkcję automatycznego wyłączenia w przypadku braku napięcia w rozdzielni głównej. Zgodnie z normami jest to zabezpieczenie podwójne. Automatycznie i niezależnie od czynników zewnętrznych, falownik przechodzą w stan uśpienia (wyłączają się) aż do momentu powrotu napięcia sieciowego. W wyniku zadziałania systemu P.POŻ rozdzielnica RPV zostanie odłączona od napięcia zasilającego.

Uwaga: Projekt wykonawczy jest uzgodniony z rzeczoznawcą d/s zabezpieczeń pożarowych z którego wynika konieczność montażu przeciwpożarowego wyłącznika

bezpieczeństwa odcinającego automatycznie napięcie DC z paneli PV po awaryjnym wyłączeniu napięcia z sieci publicznej.

Wyłącznik ten o parametrach technicznych dostosowanych do parametrów generatora PV i stopniu ochrony IP66, II kl. instalować na dachu przy kominie co pozwoli na ograniczenie strefy niebezpiecznego napięcia DC (na czas akcji gaśniczej) tylko do połaci dachowej.

Na okoliczność pracy instalacji PV w układzie hybrydowym należy obwód sterowniczy do wyłączników p-poż DC wyprowadzić ze styków pomocniczych głównego wyłącznika p-poż. WG zainstalowanego na bud MCE (po pomiarze)

Obwód ten wykonać kablem o odporności ogniowej E30 zgodnie z normą DIN 4102-12, układanym w rurce p/t.

13. OKABLOWANIE I ZŁACZA PO STRONIE DC

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

- napięcie znamionowe: 0,6/1kV,
- pojedyncza wiązka,
- podwójna izolacja rozdzielona metalową przekładką.
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5, przekrój 6 mm²
- izolacja: polwinitowa na 100 °C
- powłoka: polwinitowa odporna na UV, oleje i inne czynniki chemiczne
- izolacja przewodu samogasnąca i bezhalogenowa
- temperatura wg PN-93/E-90400:
 - na powierzchni przewodu: max. 100°C

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

Parametry techniczne złącz oprzewodowania systemu fotowoltaicznego:

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

Złącza kablowe powinny zapewnić możliwość rozłączania serwisowego paneli fotowoltaicznych.

14. Nawiązania instalacji PV do głównych rozdzielnic budynku

Na potrzeby instalacji PV w rozdzielnicach TG (lub w RT) projektuje się zainstalować wyłącznik nadprądowy 4 polowy typu C 32A. W celu zasilania urządzeń fotowoltaicznych zaprojektowano WLZ-ty zalicznik. układane na korytku przewodem typu N2HX-J 5x10mm²

Regulacja energii wytwarzanej przez inwerter zrealizowana będzie za pomocą dedykowanego inteligentnego 3-faz. licznika energii elektrycznej, komunikującego się z inwerterem lokalną siecią LAN.

Kontrolny układ pomiarowy pełni funkcję nadzoru parametrów sieci oraz kontroluje przepływ mocy do sieci dystrybucyjnej.

W tym celu zaprojektowano dedykowany, współpracujący z inwerterem dwukierunkowy inteligentny licznik energii elektrycznej 3-faz. 80A do zastosowań PV

Całość wyposażyć zgodnie z schematem ideowym.

16. Oznakowanie obiektu z instalacją fotowoltaiczną

Obiekt oznakować tabl. informacyjną o tym i znakiem bezpieczeństwa zgodnym z PN-HD 60364-7-712 ,że posiada na dachu instalacje PV, oraz przy wejściu głównym do obiektu powinien znajdować się ogólny plan instalacji PV dla straży pożarnej stanowiący część instrukcji bezpieczeństwa pożarowego dla bud. szkoły

b) W rejonie falownika należy zapewnić podręczny sprzęt gaśniczy nadający się do gaszenia urządzeń pod napięciem.

c) Panele PV instalowane są na dachu krytym blachą i nie wnoszą zagrożenia pożarowego do budynku

d) Inwertery i magaz. energii zamontowano w wydzielonym. p. technicznym poziomie piętra - poza obszarem dróg komunikacyjnych

e) Przewody DC prowadzone są po płaszczyźnie dachu i wprowadzane po ścianie komina (po zewnątrz) bezpośrednio do pom. montażu inwerterów.

f) Po stronie DC przewidziano osprzęt i przewody dedykowane do prądu stałego, przewody w izolacji samogasnącej, odpornej na UV i w podwójnej izolacji oraz kompatybilne złączki MC

g) Po stronie DC i AC zastosowano odpowiednie zabezpieczenia nadprądowe i przepięciowe ograniczające ryzyko wystąpienia zwać i przebieć ich skutków cieplnych

h) Zastosowane inwertery posiadają funkcje kontroli izolacji przewodów , gaszenia łuku elektrycznego, zabezpieczenia zwarciove oraz przed przegrzaniem, ponadto wyposażone są w łatwo dostępny rozłącznik izolacyjny DC umożliwiający trwałe i pewne rozłączenie generatora PV

i) Po stronie DC przewidziano dwa wyłączniki bezpieczeństwa PEFS usytuowane na dachu przy kominie (blisko paneli PV) rozłączające generatory PV po awaryjnym p-poż. wyłączeniu napięcia w budynku, ograniczające tym samym niebezpieczne napięcie DC do połączeń dachowej.

j) Dojazd do obiektu dla służb ratowniczych jest zapewniony, zaopatrzenie w wodę z miejskiej sieci hydrantowej..