

OPIS TECHNICZNY

1. Wstęp

UWAGA

ZAŁĄCZONE DO NINIEJSZEJ DOKUMENTACJI KARTY KATALOGOWE JAK RÓWNIEŻ WYSTĘPUJĄCE W OPISIE NAZWY ELEMENTÓW I URZĄDZEŃ, NIE SĄ WSKAZANIEM KONKRETNIEGO PRODUKTU, LECZ SŁUŻĄ **WYŁĄCZNIE** DO SKONFIGUROWANIA SYSTEMU I WYKONANIA NIEZBĘDNYCH OBLICZEŃ TECHNICZNYCH PROJEKTOWANEJ INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ.

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej o mocy **13,94 kWp**, na dachu budynku 1 Liceum Ogólnokształcącego, ul. Wojska Polskiego 6, w Nowogardzie. Ponieważ **moc umowna** przyłącza wynosi **14 kW** - nie jest wymagana zmiana (podwyższenie) mocy umownej.

2. Podstawa opracowania

- Inwentaryzacja budynku w zakresie niezbędnym do wykonania niniejszego projektu
- Ustawa Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r (Dz U. z 2021r.- poz.2351) z późn. zm.
- Uzgodnienie z Rzecznikiem p.poż.
- PN-HD 60364-7-712 Instalacje elektryczne niskiego napięcia
Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji. Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania.
- Normy i przepisy związane z zakresem opracowania.
- Rozwiązania katalogowe w zakresie zagadnień objętych niniejszym projektem.

3. Opis stanu istniejącego

Przedmiotem niniejszego opracowania jest instalacja fotowoltaiczna na dachu budynku Liceum - **Zdj. 1**.



Dach pokryty jest dachówką ceramiczną. Kąty nachylenia poszczególnych płaszczyzn dachu wskazano na Rys. E1.

W najbliższym okresie planowany jest remont dachu. Projekt remontu uwzględni dodatkowe obciążenie konstrukcji wynikające z planowanej zabudowy instalacji PV.

4. Opis stanu projektowanego

4.1 Lokalizacja i ustalenie mocy projektowanej instalacji fotowoltaicznej

Na dachu budynku projektuje się montaż **34 szt.** modułów fotowoltaicznych o mocy **410 Wp** każdy. Moc projektowanej instalacji wynosi **13,94 kWp** (w warunkach STC; STC - Promieniowanie słoneczne 1000 W/m², temperatura ogniwa 25°C, masa powietrza 1,5 według normy EN 60904-3).

Rozkład modułów wraz ze wskazaniem tras kabli DC na dachu budynku przedstawiono na **Rys. E1**. Przed rozpoczęciem montażu - należy potwierdzić, że układ modułów pozostaje bez zmian.

4.2 Elementy projektowanej instalacji

Projektowana instalacja fotowoltaiczna składa się z n. w. elementów:

- moduły fotowoltaiczne typu **RSM40-8-410M**, o mocy – **410 Wp**, – **34 szt.**
- inwerter **hybrydowy** typu **SUN2000-12K-MB0** - **1 szt.**
- przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa typu **PEFS-EL40-4** – **1 szt.**
- rozdzielnica z zabezpieczeniami obw. prądu stałego **T-DC** – **1 szt.**
- rozdzielnica zabezpieczeniami prądu zmiennego **T-AC** – **1 szt.**
- okablowanie DC
- kable AC
- magazyn energii elektrycznej **LUNA2000-21-S1**
- osprzęt i akcesoria

5. Instalacja fotowoltaiczna

5.1 Moduły fotowoltaiczne

Na dachu budynku projektuje się montaż 34 sztuk wysokowydajnych modułów f-my RISEN ENERGY typu **RSM40-8-410M**, o parametrach technicznych wskazanych w karcie katalogowej – **Zał. 1**.

Poniżej – niektóre parametry techniczne modułów w warunkach STC:

- moc znamionowa P_{max} - 410 Wp
- wydajność modułu - **21,3 %**
- diody obejściowe Schottky - 3 szt.
- stopień ochrony puszkii przyłączeniowej - IP68
- współczynnik temperaturowy P_{max} - **- 0.34%/°C**
- współczynnik temperaturowy I_{sc} - 0,04 % / °C
- współczynnik temperaturowy V_{oc} - - 0,29 % / °C
- maksymalne napięcie systemu = 1500 V DC

- doskonała odporność na PID (degradacja wywołana potencjałem
- górna powłoka - wysoko przepuszczalna, o niskiej zawartości żelaza, hartowane szkło ARC
- doskonała wydajność przy niskim napromieniowaniu
- odporność na obciążenia mechaniczne 2400 Pa i obciążenie śniegiem 5400 Pa
- 25-letnia liniowa gwarancja mocy (strata mocy - 0.55 % rocznie przez 25 lat)
- typ ogniwa fotowoltaicznego - monokrystaliczny

Wysoka wydajność i niski współczynnik temperaturowy oraz pozostałe parametry techniczne pozwalają stwierdzić, że planowany do montażu moduł jest produktem wysokiej klasy.

Do montażu modułów na dachu należy wykonać wykorzystując elementy mocujące wskazane w **Zał. 12** niniejszej dokumentacji.

Dla podniesienia **wydajności** instalacji, przy każdym module pV, należy zamontować optymalizator typu **SUN2000-450W-P2 (Zał. 1A)**.

W przypadku wystąpienia zakłócenia (zacienienia) jednego modułu, **łańcuch modułów nie jest wyłączany**, (tylko przysłonięty element jest eliminowany), a pozostała część łańcucha nadal produkuje energię. Daje to dodatkową roczną produkcję energii większą nawet do 30 %.

5.2 Inwerter hybrydowy (falownik)

Projektowany montaż magazynu energii, wymusza zastosowanie w instalacji **inwertera hybrydowego**. Urządzenie to - oprócz normalnej funkcji - zamiany prądu DC na AC (0,4 kV), posiada blok ładujący akumulatory wchodzące w skład magazynu energii.

Projektuje się zastosowanie **inwertera hybrydowego** typu **SUN2000-12K-MB0**, o mocy wyjściowej 12 kW – **Zał. 2**.

Poniżej - niektóre parametry techniczne inwertera;

- typ – beztransformatorowy
- ilość faz – 3
- liczba MPPT – 2
- liczba stringów – 4
- zakres napięcia roboczego MPPT – 200 V ~ 1,000 V
- Zakres napięcia MPPT przy pełnym obciążeniu – 370 V ~ 800 V
- nominalna sprawność falownika – 98,40 %
- współczynnik zawartości harmoniczych - THD - < 3 %
- maks. moc ładowania mag. energii – 21 kW
- maks. moc rozładowania magazynu – 13.2 kW
- komunikacja – RS485; WLAN przez wbudowany moduł WLAN falownika; Ethernet przez Smart Dongle-WLAN-FE (opcjonalnie); 4G / 3G / 2G przez Smart Dongle-4G (opcjonalnie); EMMA (Opcjonalnie; dostępna od 30/11/2023)
- stopień ochrony - IP65
- zakres temperatury otoczenia – -25 / +60 °C

- maksymalne napięcie – 1100 V
- Zabezpieczenia;
- urządzenie odłączające po stronie wejścia
- zabezpieczenie przed pracą wyspową
- zabezpieczenie nadprądowe AC
- ochrona przeciwprzepięciowa AC
- zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją DC
- ochronnik przeciwprzepięciowy DC Typ II
- ochronnik przeciwprzepięciowy AC Tak, typ II zgodnie z EN / IEC 61643-11
- wykrywanie rezystancji izolacji DC
- zabezpieczenie przed łukiem elektrycznym
- odbiornik do zdalnego sterowania

Do inwertera przewidziano podłączenie dwóch łańcuchów po **17** sztuk modułów. Schemat układu połączeń przedstawiono na **Rys. E4**.

Inwerter zostanie zamontowany na ścianie w Kotłowni, w piwnicy, w pobliżu głównej tablicy rozdzielczej (**TG**) i tablicy licznikowej (**TL**) - **Rys. E3**.

5.3 Przeciwpowozarowy wylacznik bezpieczenstwa typu PEFS

Dla zwiekszenia bezpieczenstwa w przypadku koniecznosci gaszenia pozaru budynku **w dzien**, w projekcie przewidziano montaz wylacznika bezpieczenstwa typu **PEFS-EL40-4 (Zal. 4)**. Miejsce montazu wylacznika wskazano na **Rys. E1**.

Dla ochrony przed bezposrednim swiatlem slonecznym i przed wnikajaca woda, wylacznik nalezy ostonic obudowa. Wyglad i wymiary obudowy przedstawia karta katalogowa.

Po wylaczeniu glownego wylacznika pradu (**PWP**) w budynku lub w przypadku odlaczenia napiecia (np. podczas przerwy w dostawie energii, konserwacji linii energetycznej lub awarii sieci), **wylacznik bezpieczenstwa PEFS** wykryje „awarie” sieci, i - po 5 sekundach - **automatycznie odlaczy** kable DC. Niebezpieczne napiecie pozostanie na kablach DC na dachu budynku.

Dla sprawdzenia dzialania wylacznika **PEFS** – bez koniecznosci wylaczania zasilania budynku, w rozdzielnicy **T-AC** przewidziano wylacznik nadpradowy 6 A, o charakterystyce C.

Wylacznik nadpradowy z wylacznikiem **PEFS** nalezy polaczyc przewodem **ogniodpornym HDGs 2x1,5 mm²**.

5.4 Zabezpieczenia obwodow pradu stalego DC – ograniczniki przepiec DC

Przewidziany w dokumentacji inwerter posiada wbudowane zabezpieczenie DC, jednak w celu dodatkowego zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej, projektuje sie zabudowe dodatkowych zabezpieczen chroniacych instalacje PV przed przepieciami.

Na scianie obok inwertera, projektuje sie zabudowe rozdzielnicy **T-DC**. Schemat rozdzielnicy przedstawia **Rys. E4**. Wyglad rozdzielnicy - **Zal. 3**.

W rozdzielnicy projektuje się montaż ograniczników przepięć DC typu 1+2. Parametry techniczne projektowanych ograniczników zawiera karta katalogowa – **Zał. 4**.

Oprócz ochronników przepięciowych, w rozdzielnicy należy zamontować również podstawy bezpiecznikowe (**Zał. 6**) z wkładkami topikowymi cylindrycznymi **CH 10 gPV, 13A, 1000 V DC (Zał. 6A)**.

5.5 Zabezpieczenia prądu zmiennego AC

Obowiązujące przepisy dot. instalacji PV, wymagają stosowania **dodatkowego** zewnętrznego zabezpieczenia przepięciowego po stronie AC.

Projektuje się instalację rozdzielnicy **T-AC**, którą należy zabudować obok inwertera. W rozdzielnicy zostaną wbudowane ochronniki przepięciowe AC typu 1+2 (**Zał. 4A**).

W rozdzielnicy **T-AC** oprócz ochronnika, dodatkowo należy zabudować;

- wyłącznik różnicowo-prądowy – 40 / 0,1 A, typu B
- wyłącznik nadprądowy (6 A) dla testowania działania wyłącznika **PEFS**

Schemat rozdzielnicy przedstawiono na **Rys. E4**.

5.6 Okablowanie DC

Moduły fotowoltaiczne zostaną połączone ze sobą szeregowo w 2 łańcuchy (stringi) za pomocą - będących częścią każdego modułu - fabrycznych przewodów łączących, miedzianych, „+” i „-” - o długości 1,2 m każdy. Przekrój przewodów - **4 mm²**.

Wszystkie połączenia między modułami należy wykonać za pomocą złącza typu **MC4**. Jedną z głównych przyczyn powstania zagrożenia pożarowego instalacji PV jest nieprawidłowe wykonanie połączeń szybkozłączkami po stronie DC. Nie zawsze wtyki MC4 różnych producentów są ze sobą w pełni kompatybilne i w przypadku ich połączenia mogą prowadzić nawet do powstania łuku elektrycznego. Dlatego w instalacji należy stosować szybkozłączki MC4 **jednego producenta**.

W przypadku gdy odległość pomiędzy modułami jest większa niż długość przewodów modułowych, a także do połączenia wyłącznika PEFS z inwerterem, należy zastosować przewody miedziane typu **H1Z2Z2-K** o przekroju **6 mm²**.

W instalacji projektuje się zastosowanie przewodów f-my Emitter - **Zał. 7**. Projektowane przewody przeznaczone są dla instalacji fotowoltaicznych. Są jednożyłowe, z żyłą z drutów miedzianych, cynowanych, miękkich, kl. 5 (wg PN-EN 60228), elastyczne, odporne na UV, ozon, warunki atmosferyczne, zgodne z EN 50618.

Są bezhalogenowe - podczas palenia nie wydzielają agresywnych dymów. Reakcja na ogień - klasa **Dca**. Posiadają certyfikat **CPR**. Ze względu na ich właściwości nadają się do stosowania na zewnątrz i wewnątrz budynku. Przewidywany okres eksploatacji 25 lat.

Przewody „+” i „-” instalacji DC powinny być układane **obok siebie, aby nie tworzyć pętli** i zminimalizować możliwość powstawania napięć indukowanych podczas wyładowania atmosferycznego. Przewody należy mocować do konstrukcji wsporczej modułów fotowoltaicznych za pomocą opasek **odpornych na promieniowanie UV** oraz temperaturę.

Wiązki przewodów na dachach, należy prowadzić w korytkach metalowych wraz z pokrywkami, wykonanych ze stali cynkowanej met. Sendzimira (PN-EN 10346:2015-09).

Wygląd i dane techniczne zawiera **Zał. 11** oraz **Zał. 11A**. Korytka kablowe stalowe, ocynkowane, kryte, winny być odporne na warunki atmosferyczne przez cały okres eksploatacji instalacji.

W budynku - kable DC i kabel do wyłącznika PEFS należy układać w korytkach kablowych białych, wykonanych z PVC, bezhalogenowych - **Zał. 7A**.

5.7 Okablowanie AC

Dla połączenia inwertera z punktem odbioru wyprodukowanej energii elektrycznej, należy ułożyć kabel: YKY-żo 5x4. Kabel należy ułożyć na ścianie w rurze osłonowej lub w korytku instalacyjnym.

5.8 Magazyn energii elektrycznej LUNA2000-21-S1

W planowanej instalacji PV projektuje się zabudowę **magazynu energii**. Przewidziano zabudowę magazynu typu **LUNA2000-21-S1**, który przez producenta inwertera hybrydowego jest wskazany jako dedykowany element układu magazynowania energii. Przyjęcie tego rozwiązania wraz z pozostałymi proponowanymi elementami układu:

- inteligentny miernik mocy - **Zał. 9**
- element systemu komunikacji (WLAN lub FE) Smart Dongle - **Zał. 10**
- oprogramowanie (aplikacja) FUSIONSOLAR

gwarantują, że system magazynowania energii będzie działał poprawnie.

Instalacja magazynu energii jest procedurą skomplikowaną wymagającą eksperckiej wiedzy i doświadczenia. Tylko specjaliści są w stanie wykonać instalację zgodnie ze standardami jakości i wymogami dotyczącymi bezpieczeństwa.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna i magazyn energii będą działać w trybie „on-grid” (połączenie z siecią 0,4 kV), więc instalacja **musi zostać zgłoszona** do Operatora sieci. Po wypełnieniu i złożeniu wniosku, konieczna będzie m.in. wymiana licznika kWh na licznik „dwukierunkowy”.

Projektowany magazyn ma całkowitą pojemność energetyczną - **21 kWh**. Magazyn tworzą 3 identyczne bloki akumulatorów litowo-żelazowo-fosforanowych (LiFePo) o pojemności po 7 kWh każdy. Wygląd i dane techniczne magazynu przedstawia karta katalogowa - **Zał. 8**. Miejsce zabudowy wskazano na **Rys. E3**.

6. Ochrona odgromowa

Ogniwa fotowoltaiczne chronić za pomocą iglic z prętów stalowych o wys. 1,5 m wykonanych z drutu stalowego ocynkowanego $\varnothing 8$, **podłączonego do zwodów instalacji odgromowej**. Połączenia zabezpieczyć przed korozją.

UWAGA! Nie należy podłączać konstrukcji wsporczych paneli fotowoltaicznych do instalacji odgromowej.

7. Ochrona od porażen

Jako system dodatkowej ochrony od porażen prądem elektrycznym przyjęto zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41 „Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa - Ochrona przeciwporażeniowa” , dostateczne szybkie odłączenie zasilania, które realizowane będzie przez otwarcie wyłącznika różnicowo-prądowego przy przepływie prądu różnicowego. Konstrukcje wsporcze oraz same moduły fotowoltaiczne połączyć ze sobą przewodami LgY 6 mm².

Dodatkowo moduły połączyć przewodem LgY 16 mm² z zaciskami PE inwertera, z zaciskami PE w tablicy T-DC oraz T-AC. Wykonać połączenie zacisków PE z inwerterem oraz z GSzW budynku i z szyną PE w rozdzielnicy głównej RG.

Przewód ochronny koloru żółto-zielony winien zapewnić niezawodną ciągłość połączeń metalicznych. Jeśli oporność uziomu złącza i głównej szyny uziemiającej budynku nie spełnia warunku $R < 10 \Omega$, na zewnątrz budynku należy wykonać dodatkowe uziomy prętowe.

Po zakończeniu robót należy wykonać pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej, oporności izolacji ułożonych przewodów i oporności uziemienia. Wyniki potwierdzić protokołami.

8. Ochrona przepięciowa

W rozdzielnicy T-DC, po stronie DC, będą zastosowane kombinowane ograniczniki przepięciowe typu 1+2, zawierające układ przełączający prądu stałego (SCI) do bezpiecznego gaszenia łuku bez ryzyka pożaru.

W celu ochrony budynku od przepięć atmosferycznych i łączeniowych w rozdzielni głównej **TG** należy zastosować czterobiegunowy ochronnik przepięciowy typu T 1+2 dla układu TN-S.

Zastosowane ochronniki przepięciowe dobrano z uwagi na warunki występujące na obiekcie

9. Pomiary elektryczne pomontażowe

Po zakończeniu robót należy wykonać pomiary elektryczne – i w formie protokołów - przedstawić przy odbiorze. Pomiary i protokół winna opracować osoba posiadająca wymagane uprawnienia pomiarowe.

Zgodnie z obowiązującymi przepisami należy wykonać:

- pomiary ciągłości żył,
- pomiary oporności izolacji,
- pomiary skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
- próby poprawności działania poszczególnych sekcji instalacji,
- próby poprawności działania aparatury przekaźnikowej i stycznikowej,
- próby poprawności działania urządzeń pomiarowych.
- oraz wszystkie wymagane normą PN-EN 62446-1

Zakres, sposób wykonania i dokumentację określa norma **PN-EN 62446-1** Systemy fotowoltaiczne (PV). Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania.





Część 1: Systemy podłączone do sieci. Dokumentacja, odbiory i nadzór.

10. Oznaczenia instalacji PV

Oznaczenie instalacji pozwala na identyfikację elementów instalacji fotowoltaicznych oraz umożliwia ich bezpieczną eksploatację oraz serwis. W przypadku prowadzonej akcji gaśniczej informuje o charakterze obiektu, o jego sposobie jego zasilania a zatem pozwala zastosować odpowiednią i bezpieczną akcję ratunkową.

Wygląd oznaczeń przedstawiono w Tabeli 1.

Tab. 1

Naklejka	Miejsce umieszczenia
	Naklejka ta powinna być umieszczona w punkcie przyłączenia instalacji PV, przy liczniku, w złączu kablowym, oraz jeżeli budynek posiada główny wyłącznik prądu – to także w tym miejscu
Główny wyłącznik AC	Naklejka powinna być umieszczona wewnątrz rozdzielni R AC pod wyłącznikiem nadprądowym
GLÓWNY WYŁĄCZNIK AC INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie rozdzielni R AC
GLÓWNY WYŁĄCZNIK DC INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ	Naklejka powinna być umieszczona na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik
 UWAGA! URZĄDZENIE ELEKTRYCZNE POD NAPIĘCIEM!	Naklejki powinny być umieszczone na bocznej bądź frontowej obudowie falownika w górnej części
 UWAGA! URZĄDZENIE MOŻE BYĆ POD NAPIĘCIEM NAWET PO ROZŁĄCZENIU	Naklejka powinna znaleźć się na obudowie rozdzielni R DC
 PRZEWODY INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ. UWAGI! WYSOKIE NAPIĘCIE DC W GAŁU DNIA	Naklejka powinna być umieszczona w pobliżu trasy kablowej DC przy falowniku
Rozdzielnica PV - AC	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielni R AC zaraz nad drzwiczkami
Rozdzielnica PV - DC	Naklejka powinna znajdować się na obudowie rozdzielni R DC zaraz nad drzwiczkami.

Leon Zuń

mgr inż. Tomasz Tkaczenko

UPR.DO PROJEKTOWANIA

UPR.DO PROJEKTOWANIA

Nr 299/Sz/83

Nr ZAP/0210/PWBE/21