



KOLPROJEKT” Biuro Projektowe

25-516 Kielce, ul. Nowy Świat 52

tel. (0) 600-350-583; (41) 249-54-25

NIP 658-173-63-25

e-mail: kolprojekt.pracownia@interia.pl

PROJEKT BUDOWLANY INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Nazwa inwestycji: **INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA O MOCY 27.36 kWp
I WYMIANA OŚWIETLENIA NA ENERGOOSZCZĘDNE TYPU
LED W BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ W STAREJ
BŁOTNICY**

Adres inwestycji : **Stara Błotnica, działka nr 137/2
obręb ewidencyjny: 0001 Stara Błotnica,
jednostka ewidencyjna: Stara Błotnica**

Inwestor: **Gmina Stara Błotnica
26-806 Stara Błotnica**

Zespół autorski :

Stanowisko	Imię i nazwisko	uprawnienia	podpis	Data
Projektował :	tech. Jarosław Fąfara	KI 189/90		07.2020

uprawnienia do projektowania sieci i instalacji elektrycznych o powszechnie znanych rozwiązaniach konstrukcyjnych i schematach technicznych

SPIS TREŚCI:

1 OPIS TECHNICZNY –Branża instalacje elektryczne

- 1.1 Zakres i podstawa opracowania
- 1.2 Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty
- 1.3. Opis projektowanej instalacji
- 1.4. Dobór urządzeń
 - 1.4.1. Generatory (panele fotowoltaiczne)
 - 1.4.2. Inwerter sieciowy
 - 1.4.3. Oprawy oświetleniowe
 - 1.4.4. Instalacja fotowoltaiczna
 - 1.4.5. Konstrukcja wsporcza paneli fotowoltaicznych
- 1.5. Ochrona odgromowa
- 1.6. Ochrona przeciwporażeniowa
- 1.7. Uziemienie ochronne i zbiorcze
- 1.8. Pomiary
- 1.9. Prace montażowe

2. OBLICZENIA TECHNICZNE

- 2.1. Obciążalność długotrwała przewodów
- 2.2. Uzysk energii elektrycznej z generatora

3. UWAGI KOŃCOWE

4.SPIS RYSUNKÓW

1. OPIS TECHNICZNY – Branża instalacje elektryczne- oświetleniowe

1.1 Zakres i podstawa opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany wymiany instalacji oświetlenia wewnętrznego oraz zewnętrznego i montażu instalacji jednostki wytwórczej w postaci paneli fotowoltaicznych.

Niniejsze opracowanie obejmuje:

- Projekt instalacji fotowoltaicznej
- Usytuowanie paneli fotowoltaicznych
- Zabudowa zespołu zabezpieczającego jednostkę wytwórczą
- Dobór opraw oświetlenia wewnętrznego
- Projekt instalacji oświetlenia wewnętrznego

Podstawę opracowania stanowią:

- Udostępnione rysunki architektoniczno – budowlane
- Umowa z Inwestorem,
- Uzgodnienia z Inwestorem,
- Wizja lokalna przeprowadzona na obiekcie,
- Wytyczne projektowania wykonywanych instalacji,
- Normy i przepisy

1.2 Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty

- **PN-IEC 60364-5-523:2001** – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Dobór montaż wyposażenie elektryczne – obciążalność prądowa długotrwała przewodów,
- **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-EN 62305 (cz.1-4)** - Ochrona odgromowa
- **Seria norm PN-EN 62561 (cz. 1-7)** Elementy urządzenia piorunochronnego (**LPSC**)
- **Karty katalogowe zastosowanych urządzeń**

1.3 Opis projektowanej instalacji

Specyfikacja działania sieciowego systemu fotowoltaicznego polega na produkcji energii elektrycznej z generatorów fotowoltaicznych w postaci prądu stałego, a następnie przekształceniu na prąd przemienny o napięciu sieciowym 400V poprzez inwertery trójfazowe. Wytworzona w ten sposób energia będzie wykorzystywana na potrzeby własne oświetlenia wewnętrznego i zewnętrznego szkoły oraz podgrzewanie ciepłej wody użytkowej. W tym celu na dachu szkoły zostaną zainstalowane panele fotowoltaiczne o łącznej mocy 27.360 kWp. Moduły należy zainstalować na dedykowanej konstrukcji wsporczej (stelaż aluminiowo-stalowy przytwierdzony do konstrukcji dachu), o nachyleniu 15° oraz na połaci dachowej nachylonej 18°. W celu zmniejszenia zużycia energii elektrycznej oraz dostosowania jakości oświetlenia miejsca pracy o wymogów obowiązujących norm zostaną wymienione oprawy na energooszczędne źródła światła typu LED.

W celu rozliczenia energii elektrycznej wykonawca wraz z Inwestorem dostarczy do OSD (Operatora sieci Dystrybucyjnej) kompletnego zgłoszenia wykonanej mikroinstalacji PV.

Uwaga:

Przed rozpoczęciem prac Inwestor wystąpi do Operatora Sieci Dystrybucyjnej o zwiększenie przydziału mocy elektrycznej dla budynku Szkoły z Pp-15,0 kW do Pp-28,0kW.

1.4 Dobór urządzeń

1.4.1 Generatory (panele fotowoltaiczne)

Instalacja składać się będzie z modułów PV produkcji o mocy szczytowej 360Wp.
Szczegółowe parametry generatora w warunkach STC przedstawia poniższa tabela:

Ogniwa 120 (6x20)

Moc maksymalna (P_{\max}) 360Wp

Napięcie w punkcie maksymalnej mocy (V_{mp}) 33,7 V

Napięcie obwodu otwartego (V_{oc}) 40,9 V

Maksymalne natężenie prądu (I_{mp}) 10,69 A

Natężenie prąd w punkcie maksymalnej mocy (I_{mp}/A) 10,69 A

Prąd obwodu zamkniętego (I_{sc}) 11,20 A

Wydajność modułu 19,30 %

Wymiary 1776 x 1052 x 35 mm

Wytrzymałość mechaniczna 5400Pa na obciążenie śniegiem oraz 2400Pa na podmuchy wiatru

Masa 20,0 kg

Przewiduje się montaż 76 szt. paneli fotowoltaicznych.

Powierzchnia generatora 141,994m²,

Orientacja paneli strona południowo-zachodnia,

1.4.2 Inwertery sieciowe

Projektuje się montaż 2 szt. trójfazowych inwertów sieciowego o mocy 15,0kW, AC szt. 1 i 12,5kW, AC szt.1 przekształcających wygenerowaną w panelach fotowoltaicznych energię na prąd o napięciu sieciowym 400VAC i częstotliwości 50Hz.

Parametry charakteryzujące inwerter:

Podstawowe dane proponowanego inwertera o mocy znamionowej 15,0 kW

Beztransformatorowy

Maksymalna moc generatora PV ($P_{dc\ max}$): 22500W

Zakres napięcie wejściowego: 200-1000V

Napięcie rozpoczęcia pracy DC: 200V

Maksymalny prąd wejściowy $I_{dc\ max1}/I_{dc\ max2}$ 33,0A/27,0A

Maksymalny prąd zwarcia dla pola modułów (MPP1/MPP2) 49,5A/40,5A

Liczba łańcuchów na tracker MPP 3+3

Użyteczny zakres napięcia MPP 200-800V

Moc znamionowa AC: 15.000W

Maksymalna moc wyjściowa: 15 000VA

Maksymalny prąd na wyjściu : ($I_{ac\ max}$) - 21,7A

Przyłącze sieciowe (zakres napięcia): 3/N/PE 400/230V

Częstotliwość zasilania sieci AC: 50Hz/60Hz

zużycie prądu nocą < 1W

klasa obudowy : IP 66

waga: 43,4 kg

Maksymalna sprawność: 98,0%

Sprawność europejska: 97,4%

Współczynnik zawartości harmoniczných 1,8%%

Podstawowe dane proponowanego inwertera o mocy znamionowej 12,5 kW

Beztransformatorowy

Maksymalna moc generatora PV ($P_{dc\ max}$): 18800W

Zakres napięcie wejściowego: 200-1000V

Napięcie rozpoczęcia pracy robocze DC: 200V

Maksymalny prąd wejściowy $I_{dc\ max1}/I_{dc\ max2}$ 27,0A/16,5A

Maksymalny prąd zwarciový dla pola modułów (MPP1/MPP2) 40,5A/24,8A
Liczba łańcuchów na tracker MPP 3+3
Użyteczny zakres napięcia MPP 200-800V

Moc znamionowa AC: 12.500W
Maksymalna moc wyjściowa: 12.500VA
Maksymalny prąd na wyjściu : ($I_{ac\ max}$) - 18,0A
Przyłącze sieciowe (zakres napięcia): 3/N/PE 400/230V
Częstotliwość zasilania sieci AC: 50Hz/60Hz
zużycie prądu nocą < 1W
klasa obudowy : IP 66
waga: 34,8 kg
Maksymalna sprawność: 98,0%
Sprawność europejska: 97,4%
Współczynnik zawartości harmoniczných 1,8%%

Inwerter 12,5 kW dla modułów zabudowaných na dachu Sali gimnastycznej należy zabudować pod schodami wejście na antresolę. Pomieszczenie pod schodami zabezpieczyć przed osobami postronnymi wykonując zabudowę z siatki i drzwiami dla obsługi. Inwerter 10.0kW dla modułów zabudowaných na dachu szkoły zabudować w archiwum na piętrze. Projektowane inwertery posiadają wbudowane zabezpieczenia: zerowo-napięciowe, zabezpieczenie od ochrony przed: obniżeniem napięcia, wzrostem napięcia oraz zabezpieczające przed pracą niepełno fazową. Dodatkowo inwerter wyposażony jest w automatykę uniemożliwiającą pracę wyspową.

1.4.3 Oprawy oświetleniowe

Ze względu na zły stan istniejących opraw i niespełnianie norm w zakresie oświetlenia miejsc pracy projektuje się wymianę istniejących opraw oświetleniowych (światłómkowych, żarowych i metalohalogenkowych) na nowoczesne oprawy ze źródłem światła typu LED. Oprawy zostały dobrane do pomieszczeń z wykorzystaniem narzędzia (programu) Dialux. Parametry techniczne projektowaných opraw oświetleniowych i średnie wartości obliczeniowe natężenie oświetlenia opisano na załączonych rysunkach. W przypadku zmiany lokalizacji opraw dodatkowe okablowanie wykonać przewodem YDYp 3-4 x 1,5mm² -750V pod tynkiem.

1.4.4 Instalacja fotowoltaiczna

Moduły PV zostaną podzielone na sekcje(stryngi) które z kolei zostaną podłączone do inwertera. Połączenia pomiędzy inwerterem a poszczególnymi sekcjami zostanie wykonane za pomocą kabli dedykowaných do instalacji fotowoltaicznych o przekroju min 6mm². Kable łączące poszczególne moduły zostaną przymocowane do konstrukcji wsporczych modułów fotowoltaicznych. Kable pomiędzy łączeniami modułów PV, a inwerterami będą prowadzone na trasach kablowych osłoniętych za pomocą rur osłonowych lub koryt kablowych przy czym rury i koryta będą przystosowane do pracy w przestrzeniach otwartých i będą odporne na promieniowanie UV. Inwerter zostanie podłączony do zespołu zabezpieczeniowego instalacji fotowoltaicznej za pomocą przewodu YDY 0,6/1kV 5x6 mm².

Zespół zabezpieczeniowy instalacji fotowoltaicznej należy zainstalować podobnie jak inwertery od wewnętrznej strony konstrukcji wsporczej modułów PV. Zespół należy wyposażyć w zabezpieczenie stałoprądowe o wartości dobranej do ilości modułów PV zabezpieczenie zmiennoprądowe strony AC inwertera oraz ograniczniki przepięć. Linie z zespołu należy wyprowadzić do rozdzielni TE1 Szkoły przewodem YDY5x10mm², oraz do tablicy TE2 przewodem YDY 5x6mm².

1.4.5 Konstrukcja wsporcza paneli fotowoltaicznych

Moduły zostaną zainstalowane na dedykowanej do tego celu aluminiowo-stalowej konstrukcji wsporczej o nachyleniu 15° przytwierdzonej bezpośrednio do konstrukcji dachu.

Miejsce połączenia konstrukcji z dachem zostanie dodatkowo zabezpieczone przed przedostawaniem się wód deszczowych.

1.5.Ochrona odgromowa

W celu zabezpieczenia instalacji fotowoltaicznej przed zdarzeniami losowymi, a w szczególności wyładowaniami piorunowymi, należy ją wykonać zgodnie z obowiązującymi normami:

PN-EN 61173:2002

PN-EN 62305-1:2008

PN-EN 62305-2:2008

PN-EN 62305-3:2009

PN-EN 62305-4:2009

Konstrukcje paneli na dachu połączyć do zwodów instalacji odgromowej budynku. Ponadto w celu zabezpieczenia instalacji elektrycznej wychodzącej z paneli PV należy zastosować ograniczniki przepięć, które powinny zabezpieczyć każdy MPPT inwertera. Powinny się one znajdować przed falownikiem po stronie prądu stałego DC. Inwerter posiada wewnętrzne zabezpieczenia warystorowe, które pełnią ogranicznika przepięć po stronie prądu przemiennego AC.

1.6.Ochrona przeciwporażeniowa

System sieci w instalacji TN-S. Instalacje siłowe należy wykonać zgodnie z normą PN-IEC 60364-4-41. Układ objęto ochroną przeciwporażeniową przed dotykiem bezpośrednim oraz ochronę dodatkową przed dotykiem pośrednim.

Ochroną przed dotykiem bezpośrednim zapewniają osłony, pokrywy, izolacja urządzeń elektrycznych, przewodów i kabli.

Ochronę przed dotykiem pośrednim zrealizowano poprzez zastosowanie samoczynnego wyłączenia zasilania w przypadku przekroczenia wartości napięcia dotykowego bezpiecznego (wyłączenie przy awarii) $Z_s \times I_a < U_o$.

Zastosowano aparaty typu bezpieczniki, wyłączniki instalacyjne umożliwiające spełnienie powyższego warunku. Dodatkowo instalację zabezpieczono wyłącznikami różnicowo-prądowymi o $\Delta I=30\text{mA}$.

Przewód neutralny N i przewód ochronny PE w żadnym wypadku nie może być połączony ze sobą. Wszystkie części przewodzące dostępne do dotyku są połączone przewodami wyrównawczymi do przewodu ochronnego.

Przeglądy i pomiary kontrolne instalacji elektrycznych służby eksploatacyjne Inwestora muszą przeprowadzać w odpowiednich terminach, zgodnie z przepisami eksploatacji urządzeń elektrycznych.

Po wykonaniu instalacji należy wykonać komplet niezbędnych pomiarów potwierdzających skuteczność ochrony przeciwporażeniowej oraz rezystancję izolacji przewodów i kabli.

1.7. Uziemienia ochronne i zbiorcze

Metalowe części które mogą stanowić niebezpieczeństwo porażenia w razie pojawienia się na nich napięcia podlegają uziemieniu ochronnemu.

Metalowe części konstrukcji wsporczych, modułu fotowoltaicznego oraz inwerter z zabezpieczeniami DC i AC zostaną podłączone do istniejącej instalacji odgromowej szkoły po uprzednim upewnieniu iż oporność rezystancji uziemienia jest $R \leq 10\Omega$.

1.8. Pomiary

Po wykonaniu prac montażowych przed uruchomieniem urządzeń należy wykonać pomiary:

- Stanu izolacji kabli,
- Rezystancji uziemienia,
- Inne wymagane przepisami badania i pomiary.

1.9. Prace montażowe

Budowa instalacji fotowoltaicznej składać się będzie z dwóch etapów, etap pierwszy obejmuje montaż konstrukcji i paneli fotowoltaicznych, natomiast etap drugi to wykonanie przyłącza generatora PV do sieci.

- Montaż modułów

Montaż jest dokonywany na konstrukcji (dobrej indywidualnie w zależności od rodzaju instalacji) w zależności od sposobu ułożenia paneli w pionie lub poziomie

- Wykonanie części elektrycznej

Ten etap obejmuje wykonanie instalacji prądu stałego i zmiennego, czyli podłączenia modułów do inwertera oraz inwertera do sieci elektroenergetycznej.

2. Obliczenia

2.1. Obciążalność długotrwała przewodów

Wyprowadzenie mocy z zespołu zabezpieczeniowego instalacji fotowoltaicznej:

42 szt. paneli

Łączna moc szczytowa jednostki wytwórczej: 15.120 [kW]

Napięcie zasilania: 0,4 [kV]

Maksymalny prąd obciążenia 23,47 [A]

Wyprowadzenie mocy z zespołu zostanie zrealizowane przewodem YKY 06/1kV 5x10mm².

Obciążalność długotrwała przewodu układanego na powietrzu wynosi

$I_z = 64$ [A].

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń

$$[1] \quad I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$[2] \quad I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

gdzie:

- I_B – obliczeniowy prąd obciążenia długotrwałego
- I_N – Prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem
- I_z – obciążalność długotrwała przewodu
- I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem.

$I_B = 23,47$ [A]

$I_N = 25$ [A]

$I_z = 64$ [A]

$I_2 = 1,45 \times 25A = 36,25$ [A]

$I_B = 23,47$ [A] $\leq I_N = 25$ [A] $\leq I_z = 64$ [A]

- warunek spełniony

$I_2 = 1,45 \times 25$ [A] $= 36,25$ [A] $\leq 1,45 \times 64$ [A] $= 92,80$ [A]

- warunek spełniony

Wyprowadzenie mocy z zespołu zabezpieczeniowego instalacji fotowoltaicznej:

34 szt. paneli

Łączna moc szczytowa jednostki wytwórczej: 12.240 [kW]

Napięcie zasilania: 0,4 [kV]

Maksymalny prąd obciążenia 19,00 [A]

Wyprowadzenie mocy z zespołu zostanie zrealizowane przewodem YDY 06/1kV 5x6mm².

Obciążalność długotrwała przewodu układanego na powietrzu wynosi

$I_z = 43$ [A].

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczeń

$$[1] \quad I_B \leq I_N \leq I_z$$

$$[2] \quad I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

gdzie:

- I_B – obliczeniowy prąd obciążenia długotrwałego
- I_N – Prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem
- I_z – obciążalność długotrwała przewodu
- I_2 – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem.

$I_B = 13,80$ [A]

$I_N = 20$ [A]

$I_z = 43$ [A]

$$I_2 = 1,45 \times 20A = 29 [A]$$

$$I_B = 13,80 [A] \leq I_N = 25 [A] \leq I_Z = 43 [A]$$

$$I_2 = 1,45 \times 20 [A] = 29,00 [A] \leq 1,45 \times 43 [A] = 62,35[A]$$

- warunek spełniony

- warunek spełniony

UZYSK ENERGII ELEKTRYCZNEJ Z INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Ilość montowanych paneli fotowoltaicznych - 76 szt.

Moc panela fotowoltaicznego – 360W = 0,36kW

Moc instalacji fotowoltaicznej j 103 szt. x 0,36kW = 27,360kW

$$\text{Erzeczywista (kWh)} = \frac{\text{Nasłonecznienie } \left(\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right) \times \text{wsp Kor} \times \text{moc paneli(kWh)} \times \text{WW}}{\text{Nat prom. (STC)} \times \left(\frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right)}$$

$$\text{Erzeczywista (kWh)} = \frac{1050 \times 1,09 \times 27.360\text{kW} \times 0,83}{1} = \text{E}_{pv} - 25,990 \text{ kWh}$$

Energia wyprodukowana przez instalację fotowoltaiczną w ciągu roku **E_{pv}- 25.990kWh**

Roczne zużycie energii wg faktur za 2019 rok **ΣE_z- 26.112kWh**

Stopień pokrycia ilości energii elektrycznej przez instalację fotowoltaiczną PV

$$\underline{\underline{E_{pv} - 25.990 \text{ kWh} / \Sigma E_z - 26 \text{ 112kWh} \times 100\% = 99,53\%}}$$

3. Uwagi końcowe

- Całość prac należy wykonywać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami.
- Wszelkie zmiany lub niezgodności z projektem należy uzgodnić z Inwestorem.
- Stosować się do przepisów BHP, roboty elektryczne wykonać pod nadzorem osób uprawnionych.
- Prace wykonawcze realizować zgodnie z Prawem Budowlanym, z obowiązującymi i zalecanymi normami, przepisami i opracowaniami SEP.
- Prace wykonywać pod nadzorem osób uprawnionych.
- Wszelkie odstępstwa od projektu zgłaszać Inwestorowi, a uzgodnione zmiany wprowadzać wpisem do dokumentacji technicznej i dziennika budowy.
- W trakcie wykonywania instalacji wykonywać na bieżąco pomiary, a po wykonaniu przeprowadzić szczegółowe pomiary. Wyniki pomiarów wpisać do protokołu pomiarowego.
- Wykonawca w trakcie robót powinien nanosić zmiany i poprawki na dokumentacji technicznej, a po zakończeniu prac powinien opracować projekt powykonawczy, do którego powinny zostać dołączone protokoły pomiarów.
- Prace wykonawcze skoordynować z pozostałymi branżami.

- Stosować elementy instalacji elektrycznych (kable, przewody oraz pozostały osprzęt elektroinstalacyjny) posiadające certyfikaty zgodności w szczegółowej specyfikacji technicznej wykonania robót.
- Wszystkie wyroby budowlane zakupione przez Wykonawcę robót, powinny posiadać znak CE i certyfikaty lub deklaracje zgodności. Wszystkie dokumenty badania jakości u producenta i instrukcje techniczne należy zachować.

Klauzula

Jeżeli zadaniem zamawiającego lub wykonawcy w dostarczonej dokumentacji projektowej nie ujęto wszystkich koniecznych elementów zarówno w zakresie podstawowego zagadnienia jak i branż związanych to przed przystąpieniem do robót zgłosić listę uwag, do których ustosunkuje się projektant. W innym przypadku uważa się, że dokumentacja została zaakceptowana przez wykonawcę i przyjęcie do realizacji bez uwag.

Projektował:
Jarosław Fąfara
upr. KL 189/90

4.SPIS RYSUNKÓW

Z1. Plan sytuacyjny terenu

Rys. IE/1 Rzut piwnic- Plan instalacji oświetlenia

Rys. IE/2 Rzut parteru- Plan instalacji oświetlenia

Rys. IE/3 Rzut Antresola- Plan instalacji oświetlenia

Rys. IE/4 Rzut piętra – Plan instalacji oświetleniowej

Rys. IE/5 Rzut piwnic- Plan instalacji oświetlenia- Inwentaryzacja

Rys. IE/6 Rzut parteru- Plan instalacji oświetlenia- Inwentaryzacja

Rys. IE/7 Rzut Antresola- Plan instalacji oświetlenia- Inwentaryzacja

Rys. IE/8 Rzut piętra – Plan instalacji oświetleniowej - Inwentaryzacja

Rys. E/1PV Schemat elektryczny instalacji PV

Rys. E/2PV Schemat elektryczny instalacji PV

Rys. E/3PV Rzut parteru -Plan instalacji potrzeb instalacji PV

Rys. E/4PV Rzut parteru -Plan instalacji potrzeb instalacji PV

Rys. E/5PV Rzut dachu – rozmieszczenie paneli PV