

## PROJEKT WYKONAWCZY

*„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 7,20 kW na budynku Szkoły Podstawowej w Zarzeczcu”*

OBIEKT:	Instalacja fotowoltaiczna
ADRES INWESTYCJI:	Szkoła Podstawowa w Zarzeczcu Zarzeczce 106 33-390 Łącko dz. nr ewid. 504, obręb ewid. nr 0015 Zarzeczce jednostka ewid. 121009_2
KATEGORIA OBIEKTU:	VIII
INWESTOR:	Gmina Łącko Łącko 445 33-390 Łącko

JEDNOSTKA PROJEKTOWA:	Skorut Systemy Solarne Sp. z o. o. 32-400 Myślenice, ul. Wybickiego 71	
--------------------------	---	---

BRANŻA	PROJEKTANT	DATA	PODPIS
INSTALACJE ELEKTRYCZNE	mgr inż. Jerzy Halek nr upr. 217/2002 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi b.o. w spec. instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektr. i elektroenerg.	30.01. 2023r.	mgr inż. Jerzy Halek Upr. bud. Nr ewid. 217/2002 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

Styczeń 2023 r.



## Spis treści

<b>I. OŚWIADCZENIA I UPRAWNIENIA PROJEKTANTA .....</b>	<b>4</b>
<b>II. OPIS TECHNICZNY .....</b>	<b>8</b>
1. Przedmiot opracowania.....	9
2. Zakres i podstawa opracowania .....	9
3. Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty .....	9
4. Obszar oddziaływania inwestycji .....	10
5. Ocena wpływu na środowisko .....	10
6. Stan istniejący budynku.....	10
7. Opis projektowanej instalacji.....	11
8. Konstrukcja wsporcza modułów fotowoltaicznych .....	12
9. Dobór urządzeń.....	13
10. Umieszczenie urządzeń instalacji PV.....	15
11. Przyłączenie instalacji PV do sieci elektroenergetycznej .....	15
12. Prowadzenie kabli po stronie DC .....	15
13. Prowadzenie kabli po stronie AC.....	16
14. Instalacja wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej.....	18
15. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej .....	19
16. Ochrona przeciwprzepięciowa, przeciążeniowa i zwarciova instalacji fotowoltaicznej .....	19
17. Dobór zabezpieczeń .....	20
18. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej .....	21
19. Monitoring parametrów .....	21
20. Planowane uzyski energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej .....	21
21. Charakterystyka zagrożenia pożarowego .....	22
21.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV .....	23
21.2. Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych .....	23
21.3. Informacja o klasie odporności pożarowej oraz odporności ogniowej i stopniu rozprzestrzeniania ognia przez elementy budowlane .....	23
21.4. Informacja o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących.....	24
21.5. Informacja o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób, uwzględniające liczbę i stan sprawności osób przebywających w obiekcie .....	24
21.6. Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru .....	24
21.7. Wyposażenie w gaśnice .....	24
21.8. Uwagi końcowe.....	24
22. Informacja o możliwym wpływie instalacji PV na urządzenia przeciwpożarowe i inne urządzenia służące bezpieczeństwu pożarowemu, dostosowanemu do wymagań wynikających z przepisów dotyczących ochrony przeciwpożarowej i przyjętych scenariuszy pożarowych, z podstawową charakterystyką tych urządzeń .....	25
22.1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu .....	25



22.2.	Przygotowanie obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych .....	25
22.3.	Oznakowanie budynku .....	26
22.4.	Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe .....	26
<b>23.</b>	<b>Oznakowanie elementów instalacji fotowoltaicznej .....</b>	<b>26</b>
<b>24.</b>	<b>Wytyczne instalacyjno – budowlane .....</b>	<b>26</b>
<b>25.</b>	<b>Uwagi końcowe.....</b>	<b>27</b>
<b>26.</b>	<b>Zestawienie głównych urządzeń i materiałów .....</b>	<b>28</b>
<b>III.</b>	<b>INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA .....</b>	<b>29</b>
<b>IV.</b>	<b>CZĘŚĆ GRAFICZNA .....</b>	<b>31</b>
	Rys. E01 – Schemat rozmieszczenia modułów fotowoltaicznych – rzut dachu .....	32
	Rys. E02 – Podział instalacji fotowoltaicznej na stringi - rzut dachu .....	33
	Rys. E03 – Schemat rozmieszczenia urządzeń instalacji fotowoltaicznej – rzut przyziemia.....	34
	Rys. E04 – Schemat prowadzenia przewodów AC, lokalizacja tablicy licznikowej – rzut parteru.	35
	Rys. E05 – Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej.....	36
	Rys. E06 – Widok układu urządzeń w rozdzielnicach RPV, RI, RP .....	37
<b>V.</b>	<b>OPINIA TECHNICZNA.....</b>	<b>38</b>



# **I. OŚWIADCZENIA I UPRAWNIENIA PROJEKTANTA**





## OŚWIADCZENIE

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002r. nr 75 poz. 690 z późn. zm.), oraz zgodnie z Ustawą Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. 2021r. poz. 2351 z późn. zm.) oświadczam, że:

### PROJEKT WYKONAWCZY

#### ***„Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 7,20 kW na budynku Szkoły Podstawowej w Zarzeczcu”***

Adres inwestycji: Szkoła Podstawowa w Zarzeczcu  
Zarzeczce 106, 33-390 Łącko

Dz. nr ewid.: 504;

Obręb nr ewid.: 0015 Zarzeczce;

Inwestor: Gmina Łącko, Łącko 445, 33-390 Łącko

sporządzony został zgodnie z obowiązującymi wymaganiami ustawy, ustaleniami określonymi w decyzjach administracyjnych dotyczących zamierzenia budowlanego, przepisami, oraz zasadami wiedzy technicznej oraz jest kompletny z punktu widzenia celu, któremu ma służyć.

Jakiegokolwiek odstępstwa od rozwiązań przyjętych w dokumentacji projektowej dokonane bez zgody projektanta zwalniają go od wszelkiej odpowiedzialności za skutki wynikłe z dokonanej zmiany.

PROJEKTANT:

Projektant	mgr inż. Jerzy Halek
Specjalność uprawnień	b.o. w spec. instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektr. i elektroenerg.
Numer uprawnień	217/2002
Data	30.01.2023 r.
Podpis	mgr inż. Jerzy Halek Upr. bud. Nr ewid. 217/2002 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych





# WOJEWODA MAŁOPOLSKI

RR.XIII.7131/109/02

Kraków, dnia 16 grudnia 2002 r.

## DECYZJA O NADANTU UPRAWNIENÍ BUDOWLANÝCH Nr ewid. 217/2002

Na podstawie art. 13 ust. 1 pkt 1 i 2, art. 14 ust. 1 pkt 5 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (tekst jednolity Dz. U. z 2000 r. Nr 106 poz. 1126 z późn. zm.), w związku z art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. - Kodeks postępowania administracyjnego (tekst jednolity Dz. U. z 2000 r. Nr 98 poz. 1071 z późn. zm.), po rozpatrzeniu wniosku Pana mgr inż. Jerzego Halek - na podstawie dokumentów stwierdzających wymagane wykształcenie i praktykę zawodową oraz na podstawie pozytywnej oceny z egzaminu na uprawnienia budowlane złożonego przed Komisją Egzaminacyjną,

n a d a j ę

Panu mgr inż. Jerzemu HALEK  
kierunek studiów: „elektrotechnika”  
urodzonemu dnia 1 sierpnia 1971 r. w Dąbrowie Tarnowskiej

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji  
i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

Od decyzji niniejszej służy Panu prawo wniesienia odwołania do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w Warszawie, ul. Krucza 38/42, za pośrednictwem Wojewody Małopolskiego w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji.



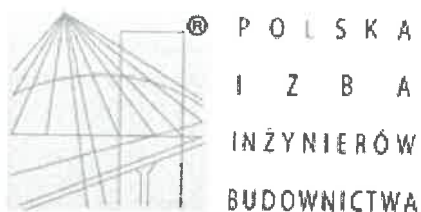
Otrzymują:

1. Pan mgr inż. Jerzy Halek, ul. Miłczy 4/25, 30-505 Kraków
2. Główny Urząd Nadzoru Budowlanego, ul. Krucza 38/42, 00-926 Warszawa
3. .....

Z up. Wojew. Małopolskiego  
mgr inż. Jerzy Halek  
Załącznik: Wydział Regionalny

**mgr inż. Jerzy Halek**  
Upr. bud. Nr ewid. 217/2002  
do projektowania i kierowania robotami  
budowlanymi bez ograniczeń w zakresie  
sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych  
i elektroenergetycznych





## Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAP-PUU-LKU-6BG \*

Pan Jerzy Halek o numerze ewidencyjnym MAP/IE/0236/03  
adres zamieszkania ul. Pachorńskiego 18/176, 31-223 Kraków  
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2022-03-01 do 2023-02-28.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2022-02-15 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci  
elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są  
równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

\* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na  
stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa [www.piib.org.pl](http://www.piib.org.pl) lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów  
Budownictwa.

**mgr inż. Jerzy Halek**  
Upr. bud. Nr ewid. 217/2002  
do projektowania i kierowania robotami  
budowlanymi bez ograniczeń w zakresie  
sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych  
i elektroenergetycznych





## **II. OPIS TECHNICZNY**





## **1. Przedmiot opracowania**

Przedmiotem opracowania jest projekt wykonawczy sieciowej instalacji fotowoltaicznej(PV) zlokalizowanej na dachu budynku Szkoły Podstawowej w Zarzeczcu, Zarzecze 106 w gminie Łącko. Instalacja systemu fotowoltaicznego obejmuje montaż układu modułów fotowoltaicznych na konstrukcji dachu wraz z infrastrukturą towarzyszącą. Wyprodukowana energia elektryczna będzie wykorzystywana na potrzeby własne obiektu. Obecnie zapotrzebowanie energetyczne budynku pokrywane jest w całości z zewnętrznej sieci energetycznej.

## **2. Zakres i podstawa opracowania**

Niniejsze opracowanie obejmuje:

- opis projektowanych rozwiązań dla przedmiotowego obiektu,
- opis mocy instalacji fotowoltaicznej oraz obliczenia elektryczne,
- opis przyłączenia instalacji PV do sieci elektroenergetycznej,
- zakres prac instalacyjnych oraz wytycznych w zakresie wykonania instalacji,
- schemat instalacji PV z opisanymi zabezpieczeniami, kablami oraz innymi podzespołami instalacji,
- rzut dachu oraz opis miejsca montażu inwertera.

Podstawę opracowania stanowią:

- umowa z Inwestorem,
- ustalenia i uzgodnienia z Inwestorem,
- opracowania i inwentaryzacje znajdujące się w posiadaniu Inwestora,
- wizja lokalna,
- wytyczne projektowania instalacji fotowoltaicznych,
- normy i przepisy obowiązujące w kraju.

## **3. Podstawy prawne oraz inne przepisy i dokumenty**

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2021 r. poz. 2351 ze zm.);
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 2022r. poz. 1385);
- Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o Odnawialnych Źródłach Energii (Dz. U. 2022r. poz. 1378);
- Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2019 r. poz. 1372 ze zm.);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U 2022 r. poz. 1225);
- PN-HD 60364-5-52: 2011 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych — Część 5-52: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego — Przewodowanie;
- Norma PN-HD 60364-4-41: 2009 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 4 — 41. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa. Ochrona przed porażeniem elektrycznym;
- Norma PN-HD 60364 — 5 —54: 2010 Instalacje elektryczne niskiego napięcia. Część 5 — 54. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego. Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych;

- PN-HD 60364-5-534: 2016-04 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 5-534: Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Odłączanie izolacyjne, łączenie i sterowanie;
- PN-EN 62305-2: 2012 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia;
- N-SEP-E-004 „Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”
- Katalogi urządzeń, materiały i opracowania udostępnione przez producentów

#### **4. Obszar oddziaływania inwestycji**

W związku z wymogiem określenia obszaru oddziaływania obiektu na sąsiednie działki wynikającym z ustawy Prawo budowlane stwierdza się, że inwestycja spełnia wymogi wynikające z przepisów rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, przepisów z zakresu ochrony środowiska, ochrony zabytków, ochrony przyrody, prawa wodnego oraz przepisów z zakresu planowania przestrzennego, wobec czego nie wprowadza żadnych ograniczeń w zagospodarowaniu sąsiednich nieruchomości. Obszar oddziaływania obiektu jakim jest instalacja fotowoltaiczna mieści się w całości na działce, na której instalacja będzie posadowiona.

Obiekt nie znajduje się w gminnej ewidencji zabytków oraz nie jest wpisany do rejestru zabytków. Działka, na której projektuje się instalację fotowoltaiczną nie jest narażona na wpływ eksploatacji górniczej. Projektowana instalacja nie będzie rodziła zagrożeń dla środowiska oraz higieny i zdrowia użytkowników.

#### **5. Ocena wpływu na środowisko**

Projektowana instalacja zlokalizowana będzie na dachu przedmiotowego budynku, powierzchnia przeznaczona do przekształcenia w wyniku realizacji przedsięwzięcia jest mniejsza niż 0,5 ha. Urządzenia instalacji będą zlokalizowane w pomieszczeniach nieprzeznaczonych do stałego przebywania ludzi.

Instalacja i eksploatacja modułów fotowoltaicznych nie będzie powodowała przekroczeń dopuszczalnych standardów środowiska (praca instalacji jest bezgłośna, bezwiburacyjna, nie generuje żadnych skutków ubocznych) oraz nie będzie negatywnie oddziaływać na występującą w sąsiedztwie przedsięwzięcia zabudowę mieszkalną. Szata roślinna w wyniku prowadzenia prac budowlanych, a także eksploatacji na przedmiotowych działkach pozostanie nienaruszona.

#### **6. Stan istniejący budynku**

Projektowana instalacja fotowoltaiczna zlokalizowana będzie na dachu budynku szkoły podstawowej w Zarzeczcu w gminie Łącko. Przedmiotowy obiekt stanowi jedną, wolnostojącą bryłę wybudowaną w technologii tradycyjnej. Jest to budynek jednokondygnacyjny, częściowo podpiwniczony, z poddaszem użytkowym.

Obiekt posiada dach wielospadowy o konstrukcji drewnianej z poszyciem z blachodachówki. Kąt nachylenia połaci dachowych przeznaczonych po zabudowę modułami fotowoltaicznymi wynosi ok. 20-25°.

Budynek szkoły wyposażony jest w instalację odgromową wykonaną z drutu (zwody pionowe, przewody odprowadzające). Jako naturalne zwody poziome zastosowane zostało metalowe pokrycie dachowe.

Szkoła zasilana jest przez sieć niskiego napięcia. Miejscem przyłączenia instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej przedmiotowego obiektu będzie istniejąca tablica licznikowa wbudowana w północną ścianę zewnętrzną.

Instalacja elektryczna zabezpieczona jest przeciwpożarowym wyłącznikiem prądu z przyciskiem sterującym przy głównym wejściu do budynku.

Projekt nie ingeruje w istniejący układ zasilania i opomiarowania obiektu.

## **7. Opis projektowanej instalacji**

Specyfikacja działania sieciowego systemu fotowoltaicznego polega na produkcji energii elektrycznej z generatorów fotowoltaicznych w postaci prądu stałego, a następnie przekształceniu go na prąd przemienny o napięciu 400V przez inwerter trójfazowy. Wyprodukowana energia będzie zużywana na bieżące potrzeby przedmiotowego obiektu. Moc zainstalowana projektowanej instalacji PV nie będzie przekraczać mocy przyłączeniowej obiektu.

Projektuje się instalację fotowoltaiczną, jako mikroinstalację PV w rozumieniu Ustawy z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2021 r. poz. 610, 1093, 1873, 2376, z 2022r. poz. 467.), to jest instalację o mocy generatora do 50 kW. Przyłączenie mikroinstalacji nie wymaga uprzedniego uzyskania od odpowiedniego Operatora Systemu Dystrybucji warunków technicznych przyłączenia źródła wytwórczego. Mikroinstalacja PV jest zwolniona również z obowiązku uzyskania pozwolenia na budowę.

Projektuje się wykonanie instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 7,20 kWp złożonej 16 sztuk monokrystalicznych modułów PV zlokalizowanych na południowej oraz zachodniej połaci dachowej obiektu.

W skład projektowanego układu będą wchodziły następujące urządzenia elektryczne:

- moduły fotowoltaiczne,
- inwerter,
- wyłączniki ppoż. obwodów elektrycznych prądu stałego DC,
- skrzynka przyłączeniowa z zabezpieczeniami po stronie prądu stałego DC,
- skrzynki przyłączeniowe z zabezpieczeniami po stronie prądu zmiennego AC.

Dla potrzeb ww. urządzeń wykonane zostaną:

- trasy kablowe DC,
- trasy kablowe AC,
- instalacja połączeń wyrównawczych.

Urządzenia instalacji fotowoltaicznej przyłączone zostaną do sieci elektroenergetycznej obiektu w istniejącej tablicy licznikowej.

Moduły fotowoltaiczne należy mocować równolegle z powierzchnią dachu w układzie poziomym na południowej oraz zachodniej połaci dachowej zgodnie z Rys. E01. Kąt nachylenia połaci przeznaczonych pod zabudowę instalacją fotowoltaiczną wynosi ok. 20°. Przy montażu należy zwrócić uwagę na istniejące wystające elementy na dachu i w miarę możliwości odsunąć od nich moduły w celu uniknięcia zacienienia.

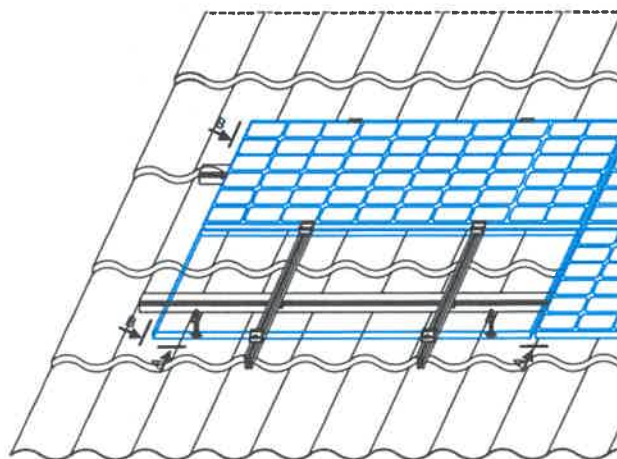
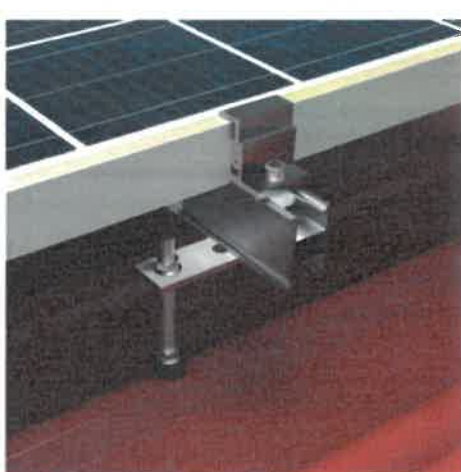
Instalacja fotowoltaiczna zostanie podłączona do inwertera zlokalizowanego wewnątrz budynku. Dokładną lokalizację urządzeń instalacji fotowoltaicznej przedstawiają Rys. E02-E04.

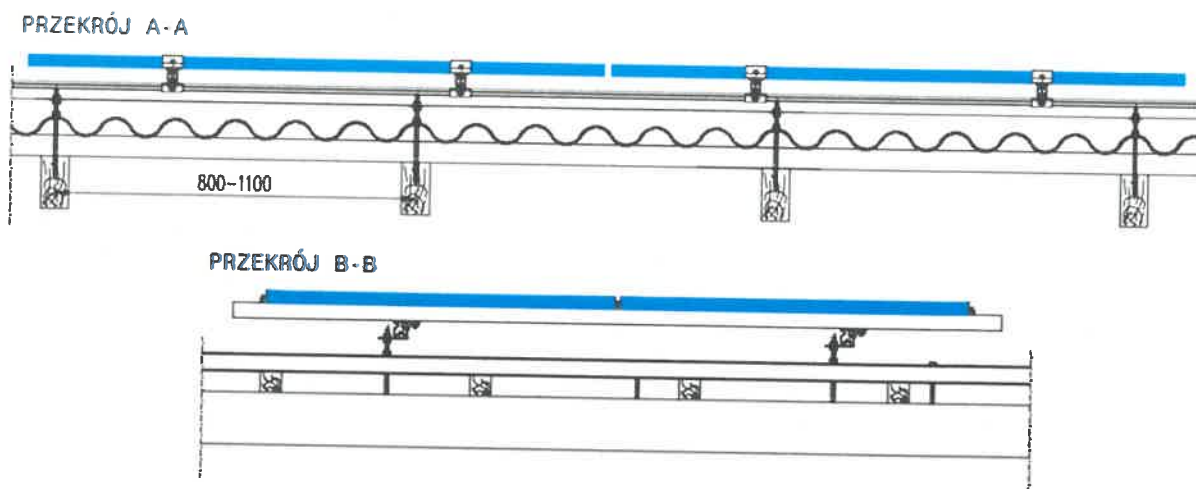
Z uwagi na konstrukcję dachu oraz istnienie instalacji odgromowej w obwodach DC zastosowane zostaną zabezpieczenia przeciwprzepięciowe. Ze względu na kubaturę budynku, moc projektowanej instalacji fotowoltaicznej oraz istnienie głównego wyłącznika prądu obwody DC wyposażone zostaną w przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa. Projektuje się zastosowanie jednego układu pomiaru ilości wytworzonej energii elektrycznej w postaci dwukierunkowego licznika trójfazowego. Instalacja włączona zostanie w wewnętrzną sieć elektryczną za układem pomiarowo rozliczeniowym.

## 8. Konstrukcja wsporcza modułów fotowoltaicznych

Instalacja fotowoltaiczna zostanie zamontowana na połaciach dachowych za pomocą systemowej konstrukcji montażowej do zastosowań na dachach w poszyciu z blachodachówki opartej na śrubach dwugwintowych. W systemie tym, przewiduje się mocowanie profili głównych nośnych bezpośrednio do konstrukcji dachu. Profil należy mocować za pomocą śrub dwugwintowych przewiercając się przez blachę i wkręcając do drewnianych elementów konstrukcji dachowej. Śruby należy montować w taki sposób, aby nie powodować ugięć pokrycia dachowego. Szyny montażowe należy mocować do wkrętów za pośrednictwem płytek montażowych. Montaż modułów fotowoltaicznych do szyn należy wykonać za pomocą dedykowanych zacisków – końcowego i środkowego z wykorzystaniem śrub imbusowych o wysokości dostosowanej do szerokości ramy modułu PV. Po wykonaniu całości konstrukcji należy zadbać o naprawienie ewentualnych uszkodzeń warstw izolacyjnych dachu. System montażowy powinien zapewnić stabilność mocowania oraz odporność na obciążenia śniegiem i wiatrem (zgodnie z normami PN-EN 1991-1-3: 2005 – Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływania ogólne - Obciążenie śniegiem. oraz PN-EN 1991-1-4:2008 - Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-4: Oddziaływania ogólne – Obciążenie wiatrem.).

Dodatkowe obciążenie modułami fotowoltaicznymi wraz z systemem montażowym nie spowoduje przekroczenia stanu granicznego nośności i nie wpłynie na bezpieczeństwo konstrukcji.





**Rys. 1** System montażowy dla dachów w poszyciu z blachodachówki oparty na śrubach dwugwintowych.

## 9. Dobór urządzeń

Do wykonania instalacji fotowoltaicznej projektuje się zastosowanie modułów fotowoltaicznych połączonych w łańcuchy przyłączone do wejść DC inwertera przekształcającego energię prądu stałego na prąd przemienny. Projekt nie przewiduje stosowania optymalizatorów mocy.

### – Generatory

Moduł fotowoltaiczny to układ połączonych szeregowo lub szeregowo-równolegle ogniw słonecznych, które wykorzystują efekt fotowoltaiczny do konwersji energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną.

Projektowana instalacja składać się będzie z 16 sztuk modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy znamionowej 450 Wp każdy.

Schemat podziału instalacji fotowoltaicznej na stringi (łańcuchy) przedstawia Rys. E02.

Minimalne parametry projektowanych modułów fotowoltaicznych w Standardowych Warunkach Testowania (STC):

NAZWAPARAMETRU	WARTOŚĆ
Typ ogniwa	KRZEMOWE – MONOKRYSTALICZNE
Moc maksymalna $P_{max}$	Nie mniejsza niż 450 Wp
Sprawność	Nie mniejsza niż 20,50%
Tolerancja mocy	0~ +5 Wp
Minimalny temperaturowy zakres pracy	-40°C do +80°C
Współczynnik temperaturowy $I_{sc}$	Nie gorszy niż +0,05 %/°C
Współczynnik temperaturowy $V_{oc}$	Nie gorszy niż -0,28 %/°C
Współczynnik temperaturowy $P_{max}$	Nie gorszy niż -0,37 %/°C
Odporność na obciążenia mechaniczne	Nie mniejsza niż 5400 Pa
Wytrzymałość na parcie wiatru	Nie mniejsza niż 2400 Pa
Szkoło przednie z powłoką antyrefleksyjną	TAK

Stopień ochrony	Minimum IP65
Gwarancja na produkt	Nie mniej niż 12 lat
Gwarancja mocy	Nie mniej niż 25 lat
Maksymalny spadek mocy po pierwszym roku pracy	Nie większy niż 3%
Minimalna sprawność modułu po 25 latach	Nie mniejsza niż 83%
Wymagane normy (lub równoważne)	- IEC 61730-1 - IEC 61730-2 - IEC 61215

Wszystkie zamontowane moduły muszą być identyczne, tego samego producenta i posiadać jednakowe parametry. Parametry modułów muszą być potwierdzone przez Wykonawcę aktualną kartą katalogową produktu.

– Inwerter sieciowy

Urządzeniem odpowiedzialnym za współpracę z generatorami będzie beztransformatorowy inwerter trójfazowy służący do konwersji prądu stałego wytworzonego w generatorze PV na prąd zmienny. Przekształtniki tego typu automatycznie synchronizują się z siecią elektroenergetyczną. Inwertery posiadają własne układy regulacji i zabezpieczeń mające na celu utrzymanie właściwych parametrów energii elektrycznej oraz zabezpieczenia uniemożliwiające podanie napięcia na wyłączoną sieć. Oprócz sterowania urządzenia posiadają wbudowaną funkcję monitorowania generatorów fotowoltaicznych z komunikacją przez sieć Ethernet, bezprzewodową lub komórkową w celu zapewnienia pełnej widoczności systemu oraz podglądu ilości energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną. Dla projektowanej instalacji projektuje się zastosować jeden inwerter o mocy znamionowej 7 kW.

Schemat połączenia poszczególnych łańcuchów modułów PV do inwertera przedstawia Rys. E05.

Minimalne parametry projektowanego inwertera:

NAZWA PARAMETRU	WARTOŚĆ
	INWERTER 7 kW
Typ	Beztransformatorowy
Napięcie startowe	Max. 200 V
Ilość MPPT/ ilość ciągów modułów dla 1 MPPT	Min. 2/1
Moc wyjściowa	Od 85% do 105% mocy generatora PV
Maksymalna sprawność	Min. 98,1%
Ważona sprawność europejska	Min. 97,3%
Ochrona przed odwróconą polaryzacją	
Rozłącznik DC	
Ochrona przeciwprzepięciowa DC i AC	
Zabezpieczenie przed pracą wyspową	
Zabezpieczenie przed łukiem elektrycznym	
Monitorowanie prądu różnicowego	
Współczynnik zakłóceń harmoniczných	Max. 3%
Minimalny temperaturowy zakres pracy	-25°C do +60°C

Stopień ochrony	Min. IP65
Sposób chłodzenia	Konwekcja naturalna lub wymuszona wewnętrznie
Wyświetlacz, sygnalizacja LED	TAK
Gwarancja	Min. 5 lat
Komunikacja	RS485; USB, WiFi lub Bluetooth

#### 10. Umieszczenie urządzeń instalacji PV.

Tablica licznikowa, która stanowić będzie miejsce wpięcia instalacji fotowoltaicznej do sieci wewnętrznej budynku szkoły wbudowana jest w północną ścianę zewnętrzną.

Inwerter wraz z rozdzielnicami RPV oraz RI zostanie zamontowany na ścianie wewnętrznej w pomieszczeniu gospodarczym na poziomie przyziemia (Rys. E03).

**Wszystkie urządzenia instalacji PV należy montować na stabilnym, niepalnym podłożu w miejscach bezpośrednio niedostępnych dla osób nieuprawnionych.**

**Podczas montażu urządzeń instalacji PV należy zachować przewidziane przez producenta odstępy od innych przedmiotów i urządzeń oraz palnych elementów wykończenia i wyposażenia wnętrza.**

#### 11. Przyłączenie instalacji PV do sieci elektroenergetycznej

Miejscem przyłączenia instalacji fotowoltaicznej do sieci wewnętrznej budynku będzie tablica licznikowa. Moc z instalacji PV zostanie odprowadzona do wewnętrznej instalacji zasilającej obiekt w energię elektryczną za pomocą kabla typu YKY 5x4mm<sup>2</sup>. System fotowoltaiczny zostanie podłączony do sieci dystrybucji energii elektrycznej niskiego napięcia trójfazowego prądu przemiennego o napięciu 400 V, której Operatorem jest Tauron Dystrybucja S. A.

godnie z obowiązującymi przepisami instalacje OZE o mocy nominalnej do 50 kW podlegają zgłoszeniu przyłączenia mikroinstalacji do sieci dystrybutora energii elektrycznej. Istniejące liczniki służące do pomiaru energii elektrycznej pobieranej z sieci OSD na potrzeby obiektu należy wymienić na nowe liczniki dwukierunkowe. Wymiany licznika dokona Zakład Energetyczny na podstawie zgłoszenia.

Po zakończeniu robót montażowych źródła wytwórczego Wykonawca przed jego uruchomieniem zobowiązany jest do zgłoszenia przyłączenia wykonanej mikroinstalacji do sieci elektroenergetycznej lokalnego OSD.

#### 12. Prowadzenie kabli po stronie DC

Połączenie pomiędzy poszczególnymi sąsiadującymi modułami w rzędzie zostanie wykonane za pomocą kabla DC dołączonego do skrzynki przyłączeniowej dla każdego modułu PV. Połączenia pomiędzy oddalonymi od siebie modułami oraz skrajnymi końcami łańcuchów (stringów), a odpowiednim inwerterem zostanie zrealizowane za pomocą kabli dedykowanych dla instalacji stałoprądowych fotowoltaicznych o przekroju żył roboczych 6mm<sup>2</sup> o napięciu znamionowym 1,5kV (DC). Ze względu na to, że łańcuchy nie będą łączone równolegle, lecz wprowadzone zostaną bezpośrednio na wejście DC inwertera ich obciążalność prądowa jest wystarczająca. Wszystkie połączenia po stronie prądu stałego będą realizowane z wykorzystaniem przeznaczonych do tego celu konektorów w standardzie MC4. Pracując ze złączkami należy używać wskazanych przez

producenta narzędzi odpowiednich do prawidłowego montażu. Przy dokręcaniu śrub w aparatach elektrycznych lub klemach modułów fotowoltaicznych należy stosować odpowiednie momenty, wskazane przez producenta. Do określania siły, z jaką dokręcono dany element należy zastosować wkręta i klucze dynamometryczne. Wszystkie błędy związane z niewłaściwym momentem dokręcenia mogą przełożyć się na nadmierne nagrzewanie się połączeń, co może skutkować pożarem.

Moduły będą łączone szeregowo. Na dachach skośnych przewody należy prowadzić pionowo. Kable na zewnątrz, poza obszarem ogniw fotowoltaicznych jak również na elewacji, należy prowadzić w osłonach mechanicznych np. w rurkach instalacyjnych przystosowanych do pracy w przestrzeniach otwartych i odpornych na promieniowanie UV trwale przymocowanych do dachu/elewacji. Z dachu przewody należy prowadzić przez przepusty do rur lub listew elektroinstalacyjnych wewnątrz budynku. Przewody muszą być luźno ułożone, nie mogą być układane pod obciążeniem mechanicznym, muszą być odciążone i w wystarczającym stopniu uwolnione od naprężeń. Wszystkie miejsca przekłuć przez przegrody budowlane, po wprowadzeniu instalacji uszczelnić gazo, wodo i pyłoszczelnie, oraz zabezpieczyć przed gryzoniami i uszkodzeniami mechanicznymi. Ewentualne przepusty instalacyjne przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego należy zabezpieczyć w tej samej klasie odporności ogniowej co przegroda.

Przewody solarne z dachu budynku należy doprowadzić do wyłącznika ppoż., dalej układać na elewacji południowej i na poziomie przyziemia wprowadzić przebiegiem przez ścianę zewnętrzną bezpośrednio do pomieszczenia gospodarczego w piwnicy gdzie zamontowany zostanie inwerter IN wraz z zabezpieczeniami strony DC i AC. Na tych samych trasach należy ułożyć przewód OMY 3x0,75mm<sup>2</sup> od rozłącznika ppoż. do rozdzielnic inwerterowej RI.

Trasy kablowe przewodów DC oznakować poprzez umieszczenie na nich następującej informacji: „NIEBEZPIECZEŃSTWO. WYSOKIE NAPIĘCIE DC, W CIĄGU DNIA OBECNE PO WYŁĄCZENIU INSTALACJI”.

Łącząc panele fotowoltaiczne w łańcuchy należy unikać tworzenia pętli przewodów, w których mogłyby się indukować napięcia. W celu minimalizacji wewnętrznej indukcji magnetycznej należy prowadzić przewód dodatni blisko ujemnego. Przewody solarne należy zamocować do konstrukcji opaskami zaciskowymi odpornymi na promieniowanie UV w sposób uniemożliwiający kontakt z powierzchnią pod panelami.

### **13. Prowadzenie kabli po stronie AC**

Inwerter zostanie połączony z istniejącą tablicą licznikową stanowiącą punkt wpięcia instalacji PV do sieci wewnętrznej budynku. Linie zasilania pomiędzy poszczególnymi urządzeniami należy wykonać za pomocą przewodów typu YKYżo 5x4mm<sup>2</sup>.

Kable energetyczne z wyjścia z inwertera połączone zostaną z aparatami zabezpieczającymi zabudowanymi w rozdzielnic RI. Przewód YKYżo 5x4mm<sup>2</sup> od RI należy wyprowadzić z piwnicy przepustem przez ścianę zewnętrzną i dalej prowadzić podtynkowo w rurze grubościenną do tablicy licznikowej w północnej części obiektu (Rys. E04).

**Trasy kablowe wewnątrz budynków należy prowadzić w kanałach instalacyjnych, na zewnątrz kabel należy układać w rurze grubościenną na ścianie pod tynkiem.**

Wszystkie miejsca przekłuć przez przegrody budowlane, po wprowadzeniu instalacji uszczelnić gazo, wodo i pyłoszczelnie, oraz zabezpieczyć przed gryzoniami i uszkodzeniami



mechanicznymi. Przepusty instalacyjne przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego należy zabezpieczyć w tej samej klasie odporności ogniowej co przegroda.

**Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN= 7 kW z rozdzielnicą RI ze względu na obciążalność prądową długotrwałą**

$$I_z > I_B$$

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}$$

gdzie:

$I_z$  – dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa dla wybranego typu i przekroju przewodu, [A].

$I_B$  – obliczeniowy prąd obciążenia przewodu, [A]

P – moc czynna obciążenia przewodu, [W]

$U_n$  – napięcie międzyfazowe, [V]

$\cos \varphi$  – współczynnik mocy, przyjmuje się 0,90

$$I_B = \frac{7000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 11,22 A$$

Dobrano przewód typu YKYżo 5x4mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej 27 [A].

$$27 A > 11,22 A - \text{warunek spełniony}$$

**Dobór przekroju przewodu łączącego inwerter IN=7 kW z rozdzielnicą RI ze względu na straty napięcia**

**Obliczenia dla wybranego przewodu typu YKYżo 5x4mm<sup>2</sup>**

$$\text{straty napięcia} = (P \cdot l) / (U^2 \cdot k \cdot A) \cdot 100\% \leq 1\%$$

gdzie:

P – moc instalacji [W]

l – sumaryczna długość obwodu [m]

U – napięcie wyjściowe instalacji [V]

k – przewodność właściwa dla miedzi 48-55, dla aluminium 0,9-33 m/ohm · mm<sup>2</sup>

A – przekrój poprzeczny przewodu [mm<sup>2</sup>]

$$\text{straty napięcia} = \frac{7200 \cdot 0,5 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 4} = 0,01\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

**Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI z rozdzielnicą RP ze względu na obciążalność prądową długotrwałą**

$$I_B = \frac{7000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 11,22 A$$

Dobrano przewód typu YKYżo 5x4mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej 27 [A].

$$27 A > 11,22 A - \text{warunek spełniony}$$

## Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RI z rozdzielnicą RP ze względu na straty napięcia

Obliczenia dla wybranego przewodu typu YKYżo 5x4mm<sup>2</sup>

$$\text{straty napięcia} = (P \cdot l) / (U^2 \cdot k \cdot A) \cdot 100\% \leq 1\%$$

gdzie:

P – moc instalacji [W]

l – sumaryczna długość obwodu [m]

U – napięcie wyjściowe instalacji [V]

k – przewodność właściwa dla miedzi 48-55, dla aluminium 0,9-33 m/ohm · mm<sup>2</sup>

A – przekrój poprzeczny przewodu [mm<sup>2</sup>]

$$\text{straty napięcia} = \frac{7200 \cdot 18 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 4} = 0,37\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

## Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RP z tablicą licznikową ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

$$I_B = \frac{7000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,90} = 11,22 \text{ A}$$

Dobrano przewód typu YKYżo 5x4mm<sup>2</sup> o obciążalności prądowej 27 [A].

$$27 \text{ A} > 11,22 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

## Dobór przekroju przewodu łączącego rozdzielnicę RP z tablicą licznikową ze względu na straty napięcia

Obliczenia dla wybranego przewodu typu YKYżo 5x4mm<sup>2</sup>

$$\text{straty napięcia} = (P \cdot l) / (U^2 \cdot k \cdot A) \cdot 100\% \leq 1\%$$

gdzie:

P – moc instalacji [W]

l – sumaryczna długość obwodu [m]

U – napięcie wyjściowe instalacji [V]

k – przewodność właściwa dla miedzi 48-55, dla aluminium 0,9-33 m/ohm · mm<sup>2</sup>

A – przekrój poprzeczny przewodu [mm<sup>2</sup>]

$$\text{straty napięcia} = \frac{7200 \cdot 0,5 \cdot 100\%}{400^2 \cdot 55 \cdot 4} = 0,01\% \leq 1,0\% \quad \text{warunek spełniony}$$

## 14. Instalacja wyrównawcza instalacji fotowoltaicznej

Metalowe ramy modułów PV zostaną objęte połączeniem wyrównawczym. Przewód ochronny o przekroju min. 10 mm<sup>2</sup> należy przyłączyć do uziemienia o rezystancji  $R \leq 10 \Omega$ .

Połączeniem wyrównawczym, celem zapewnienia bezpieczeństwa przeciwporażeniowego należy objąć również inne metalowe części instalacji i urządzeń fotowoltaicznych to jest na przykład: aluminiowy radiator inwertera i stalowe płyty montażowe oraz inne metalowe elementy konstrukcji rozdzielnic elektrycznych.

## **15. Instalacja odgromowa instalacji fotowoltaicznej**

Budynek szkoły jest objęty ochroną odgromową wykonaną z drutu (zwody pionowe, przewody odprowadzające). Jako naturalne zwody poziome zastosowane zostało metalowe pokrycie dachowe. Projekt nie przewiduje dodatkowej instalacji odgromowej dla instalacji fotowoltaicznej.

Właściwe funkcjonowanie oraz bezpieczeństwo instalacji PV zapewnione będzie poprzez uziemienie modułów i systemu mocowania oraz zastosowanie ochrony przeciwprzepięciowej. Każdą z instalacji należy wyposażyć w ograniczniki przepięć typu T1+T2 po stronie stałoprądowej DC (na każdym stringu) oraz ograniczniki przepięć typu T1+T2 po stronie zmiennoprądowej AC. Uziemienie zostanie wykonane za pomocą przewodu LgYżo 16 mm<sup>2</sup>.

Przewody ochronne należy prowadzić równolegle możliwie blisko trasy kablowej DC i AC, aby uniknąć tworzenia pętli indukcyjnych.

Rezystancja uziemienia powinna wynosić  $R \leq 10\Omega$ .

## **16. Ochrona przeciwprzepięciowa, przeciążeniowa i zwarceniowa instalacji fotowoltaicznej**

Ochronę przed przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi stanowić będzie uniwersalny, modułowy ogranicznik przepięć typu T1+T2 dla ochrony instalacji PV (po stronie DC) zainstalowany na każdym stringu w rozdzielnicy RPV. Ponadto instalacja zostanie zabezpieczona nadprądowo za pomocą rozłącznika bezpiecznikowego z wkładkami dedykowanymi do prądu stałego DC gPV 20A. Zabezpieczenie urządzeń po stronie DC od zwarcia i przeciążenia realizowane będzie przez zabezpieczenia wbudowane w inwerterze, który wyposażony jest w odpowiednią aparaturę dla każdego łańcucha elektrycznego DC wprowadzonego indywidualnie na wejścia DC dla każdego wejścia MPPT.

Projektuje się rozdzielnicę z zabezpieczeniami po stronie prądu stałego DC:

- RPV – natynkowa rozdzielnica modułowa 1x12 IP65.

Po stronie AC inwerter zostanie zabezpieczony wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym o charakterystyce czasowo-prądowej typu „B” i wartości 16A. Ochronę przed przepięciami po stronie zmiennoprądowej stanowić będzie ogranicznik przepięć typu T1+T2. Zabezpieczenia inwertera zainstalowane zostaną w rozdzielnicy RI. Jako dodatkowe zabezpieczenie przed porażeniem prądem elektrycznym oraz w celu ograniczenia skutków uszkodzenia urządzeń projektuje się wyłącznik różnicowoprądowy o działaniu bezpośrednim o prądzie różnicowym 30mA.

Projektuje się:

- Rozdzielnicę inwerterową RI – natynkowa rozdzielnica modułowa 1x18 IP65

Ograniczniki przepięć po stronie DC i AC należy podłączyć przewodem ochronnym do szyny wyrównawczej o przekroju min. 16 mm<sup>2</sup>.

Ponadto w projektowanej rozdzielnicy RP należy zainstalować rozłącznik bezpiecznikowy z wkładką gG20A stanowiący zabezpieczenie kabla odpływowego do sieci wewnętrznej na odcinku między rozdzielnicą RI a punktem wpięcia. Rozdzielnicę RP należy zamontować obok tablicy licznikowej na zewnątrz budynku.

Projektuje się:

- Rozdzielnicę RP – rozdzielnica modułowa 1x4 IP65.

## 17. Dobór zabezpieczeń

### Zabezpieczenia po stronie DC

Dobór prądu znamionowego bezpiecznika:

$$I_n \geq \frac{I_{SC\ STC}}{K} \cdot 1,375 [A]$$

gdzie:

$I_n$  – prąd znamionowy bezpiecznika, [A]

$I_{SC\ STC}$  – prąd zwarcia łańcucha modułów, [A]

$K$  – współczynnik korygujący w zależności od temperatury, dla temperatury 20°C=1

Dobrano bezpieczniki o charakterystyce gPV 20A

$$I_n \geq \frac{13,27}{1} \cdot 1,375 = 18,58 [A]$$

$$20 [A] \geq 18,58 [A] - \text{warunek spełniony}$$

### Zabezpieczenia po stronie AC

#### Obciążenie znamionowe inwertera 7 kW

Moc znamionowa falownika: 7 [kW]

Napięcie zasilania: 0,4 [kV]

Prąd obciążenia: 11,22 [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:

$I_B$  – maksymalny prąd wyjściowy po stronie AC inwertera, [A]

$I_Z$  – długotrwała obciążalność prądowa przewodu, [A]

$I_n$  – prąd znamionowy lub prąd nastawienia urządzenia zabezpieczającego, [A]

$I_2$  – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego

Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo prądowy B16A.

$$I_B(7\text{ kW}) = 11,22 [A]$$

$$I_N = 16 [A]$$

$$I_Z = 27 [A]$$

$$I_2 = 1,45 \times 16 [A] = 23,2 [A]$$

$$1,45 \times I_Z = 1,45 \times 27 [A] = 39,15 [A]$$

$$11,22 [A] \leq 16 [A] \leq 27 [A] - \text{warunek [1] spełniony}$$

$$23,2 [A] \leq 39,15 [A] - \text{warunek [2] spełniony}$$

## **18. Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej**

Ochrona przeciwpożarowa instalacji fotowoltaicznej zapewniona zostanie poprzez zastosowanie w obwodach DC przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa sterowanego automatycznie poprzez sieć prądu zmiennego. W chwili zaniku napięcia zasilającego po stronie AC nastąpi odłączenie (przerwanie) obwodów DC między modułami PV a inwerterem, dzięki czemu wysokie napięcie po stronie stałoprądowej mogące wynosić do 1000V dochodzić będzie jedynie do skrzynki ppoż. Przywrócenie zasilania AC spowoduje automatyczne załączenie obwodów prądu stałego.

W rozdzielniczy RI zabudowany zostanie jednopolowy wyłącznik nadprądowy zasilający obwód sterownia wyłącznika ppoż.

Projektuje się:

- Wyłącznik ppoż. 2 stringi: 1 szt.

Wyłącznik przeciwpożarowy należy zamontować w pobliżu generatorów PV (Rys. E02) i połączyć z rozdzielnicą RI przewodem OMY 3x0,75mm<sup>2</sup>.

Ponadto budynek, na którym zlokalizowane będą moduły fotowoltaiczne wyposażony jest w główny przeciwpożarowy wyłącznik prądu. Jego zadziałanie będzie skutkowało desynchronizacją inwertera PV z siecią elektroenergetyczną, rozłączeniem obwodów DC, a następnie wyłączeniem urządzenia. W tym stanie nie ma możliwości zasilania obwodów ze strony generatora PV.

Dodatkowo zastosowane inwertery powinny być wyposażone w system wykrywania i gaszenia łuków elektrycznych, a także pomiar rezystancji izolacji oraz zabezpieczenie przed pracą wyspową. Inwertery zostaną zamontowane na podłożu niepalnym, w odległości minimum 0,5 m od innych materiałów i konstrukcji palnych.

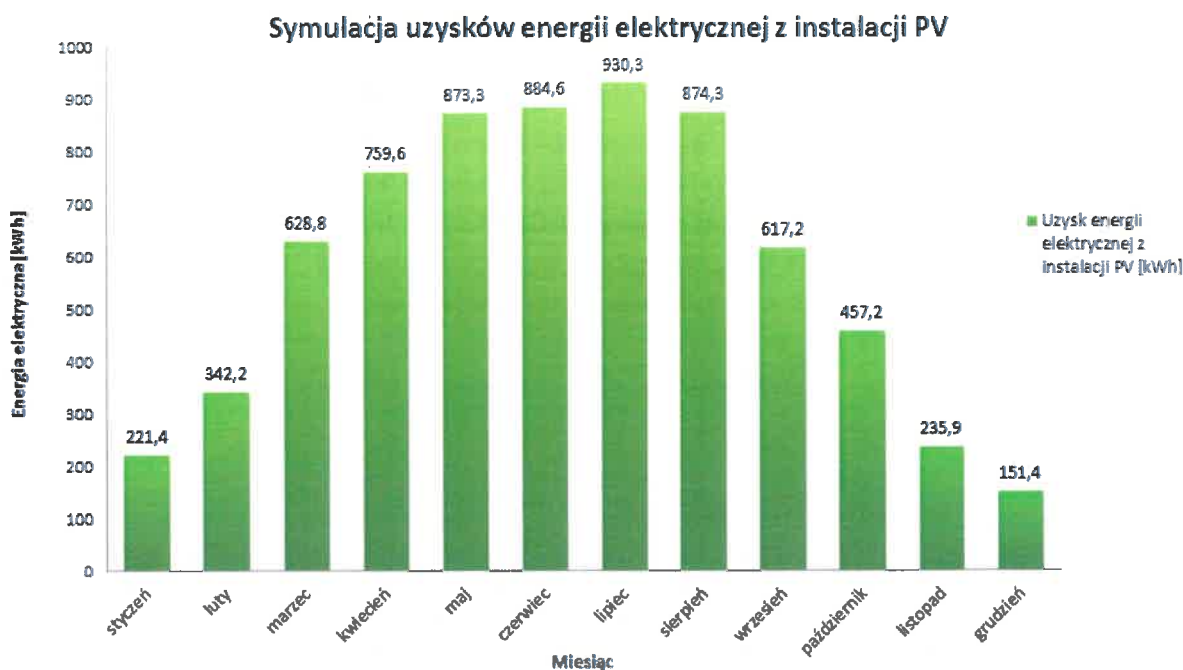
W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV (zgodnie z normą PN-EN 60364-7-712). Piktogramy z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku zostaną umieszczone w miejscu przyłączenia instalacji PV, przy liczniku oraz przy głównym wyłączniku zasilania. Okablowanie DC należy oznakować tablicą bezpieczeństwa informującą o obecności napięcia do 1kV.

## **19. Monitoring parametrów**

Do zarządzania i wizualizacji pracy układu ogniw fotowoltaicznych posłuży moduł komunikacyjny podłączony bezpośrednio do inwertera. Moduł komunikacyjny, poprzez dedykowane oprogramowanie wykorzystujące technologię informacyjno-komunikacyjną umożliwi użytkownikowi, jak również instalatorowi zdalny dostęp do bieżących i archiwalnych parametrów pracy instalacji PV. Łączy wszystkie porty, konwertuje protokoły, gromadzi i przechowuje dane oraz centralnie monitoruje i konserwuje urządzenia w instalacji PV (posiada technologię wykrywania błędów). Urządzenie monitoruje podstawowe parametry pracy instalacji takie jak: moc chwilowa i wyprodukowana energia elektryczna. Komunikację między urządzeniami należy zrealizować za pomocą sieci WiFi, portu Ethernet lub portu szeregowego RS485.

## **20. Planowane uzyski energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej**

- moc zainstalowana: 7,20 kWp
- jednostkowy uzysk roczny: 964 kWh/kWp
- roczna produkcja energii elektrycznej: 6 976 kWh



Należy pamiętać, że z uwagi na wahania wydajności modułów w zależności od zmienności warunków atmosferycznych oraz czynniki zewnętrzne, takie jak ich zabrudzenie czy okresowe zacinienie obliczony uzysk energetyczny w ujęciu rocznym, w poszczególnych latach może różnić się od wartości przedstawionych powyżej.

## 21. Charakterystyka zagrożenia pożarowego

Celem rozdziału opracowania jest wskazanie warunków ochrony przeciwpożarowej dla nowoprojektowanej instalacji fotowoltaicznej. Zakres opracowania obejmuje wybrane elementy istotne w kontekście projektowanej instalacji.

Z uwagi na projektowaną moc wynoszącą 7,20 kWp niniejszy projekt wymaga obowiązkowemu uzgodnieniu pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej z uwagi na Art. 29 ust. 2.6 pkt. 16. (Dz. U. 2019 poz. 1186 z późn. zm.).

Akty prawne i normy stanowiące podstawę opracowania:

- 1) Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2016 r., poz. 191 tekst jednolity);
- 2) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U 2022 r. poz. 1225);
- 3) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 września 2021 roku w sprawie uzgadniania projektu zagospodarowania działki lub terenu, projektu architektoniczno-budowlanego, projektu technicznego oraz projektu urządzenia przeciwpożarowego pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. z 2021 r., poz. 1722);
- 4) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 r. nr 109, poz. 719 z późn. zm.);
- 5) Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (Dz. U. z 2021 r. poz. 2351);
- 6) PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7 –712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji–Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;

- 7) PN-EN IEC 61730-1:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) –Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji;
- 8) PN-EN IEC 61730-2:2018-06 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV) –Część 2: Wymagania dotyczące badań;
- 9) PN-EN 62446-1:2016-08 oraz PN-EN 62446-1:2016-08/A1:2019-01 Systemy fotowoltaiczne (PV)– Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania – Część 1: Systemy podłączone do sieci – Dokumentacja, odbiory i nadzór.

#### **21.1. Charakterystyka zagrożenia pożarowego projektowanej instalacji PV**

Obiekt na dachu, którego projektowana jest instalacja fotowoltaiczna to budynek szkoły podstawowej. Zgodnie z danymi opublikowanymi przez BRE National Solar Centre, niezależny instytut badawczy z Wielkiej Brytanii w publikacji „Fire and Solar PV Systems – Investigations and Evidence in July 2017” - prawidłowo zaprojektowana oraz eksploatowana instalacja nie stwarza zwiększonego ryzyka powstania pożaru w budynku. Podobne wnioski płyną również z innych raportów opublikowanych m.in. przez TÜVRheinland we współpracy z Instytutem Systemów Energetyki Słonecznej im. Fraunhofera gdzie wskazuje się, że pożary wywołane przez system PV stanowią zaledwie 0,016% w odniesieniu do wszystkich instalacji fotowoltaicznych powstałych w Niemczech. Charakterystyka zagrożenia pożarowego wynika przede wszystkim z możliwości powstania łuku elektrycznego, do którego może dojść w wyniku uszkodzenia izolacji okablowania solarne. Zatem w niniejszym projekcie stwierdza się, że projektowana instalacja fotowoltaiczna nie stwarza dodatkowego zagrożenia pożarowego dla przedmiotowego budynku.

#### **21.2. Ocena zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych**

Przyjęta funkcja budynku nie przewiduje występowania substancji mogących powodować występowanie stref zagrożenia wybuchem – w tym również na dachu tj. brak zlokalizowanych kanałów wentylacji bezpieczeństwa pracującej w strefach lub pomieszczeniach zagrożonych wybuchem.

Dla projektowanego budynku nie przyjmuje się dodatkowych obostrzeń z uwagi na lokalizację komponentów instalacji fotowoltaicznej.

#### **21.3. Informacja o klasie odporności pożarowej oraz odporności ogniowej i stopniu rozprzestrzeniania ognia przez elementy budowlane**

Dla instalacji fotowoltaicznej nie określa się klasy odporności pożarowej oraz odporności ogniowej. Wymagana klasa odporności pożarowej dla budynków, nad którymi znajdować się będzie instalacja fotowoltaiczna to C.

W budynku zaprojektowano instalację, która nie stanowi przekrycia dachu, o których mowa w § 216, § 218 §219 §235 §271 §274 §287 w Warunkach Technicznych. Zatem nie określa się w tym przypadku konieczności stosowania paneli odpowiedniej klasyfikacji w zakresie odporności dachów na ogień. Projektowany system należy traktować, jako instalację posadowioną na dachu, który spełnia kryteria projektowe dla danego budynku np. dach NRO/Broof. Warunkiem stosowania komponentów PV w przedmiotowym budynku jest zaprojektowanie instalacji w oparciu o urządzenia dopuszczone do stosowania z odpowiednimi normami i zawartymi w nich wymaganiami bezpieczeństwa w tym palności.

#### **21.4. Informacja o usytuowaniu z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe, w tym o odległości od obiektów sąsiadujących**

Zgodnie z obowiązującymi przepisami, w tym rozporządzeniem [1], dla instalacji fotowoltaicznej nie określa się minimalnych odległości od budynków i/lub innych obiektów budowlanych, granicy działki, granicy lasu. Instalacja fotowoltaiczna projektowana w przedmiotowym obiekcie pozostaje bez wpływu na wymagania w zakresie usytuowania budynku względem sąsiednich obiektów, granicy działki, dróg stanowiących dojazd dla ekip ratowniczych oraz dróg pożarowych.

#### **21.5. Informacja o warunkach i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób, uwzględniające liczbę i stan sprawności osób przebywających w obiekcie**

Projektowana instalacja PV nie ingeruje w parametry dotyczące dojścia i przejścia ewakuacyjnego. Te dla przedmiotowego obiektu pozostają bez zmian.

Obręb instalacji fotowoltaicznej nie jest przewidziany do przebywania ludzi. Ewentualne przebywanie osób na dachu będzie mieć charakter krótkotrwały i będzie związany z konserwacją techniczną instalacji.

#### **21.6. Informacje o sposobie zabezpieczenia przeciwpożarowego instalacji PV, a także rozwiązania zmniejszające ryzyko powstania pożaru**

W przedmiotowym projekcie instalacji fotowoltaicznej trzymano się następujących zasad wiedzy technicznej mających na względzie zminimalizowanie ryzyka powstania pożaru:

- połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączy tego samego typu i producenta;
- zminimalizowano w instalacji ilość połączeń DC;
- trasy przewodów DC prowadzono w rurkach instalacyjnych (bez narażenia przewodów na ostre krawędzie);
- kable instalacji PV nie będą prowadzone w obrębie istniejących szachtów wentylacyjnych;
- trasy kablowe DC będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.
- przepusty instalacyjne przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego zostaną zabezpieczone do klasy odpowiadającej klasie oddzielenia ppoż;
- zapewniono ochronę odgromową/przebieciową urządzeń fotowoltaicznych
- zapewniono ochronę przeciwpożarową instalacji fotowoltaicznej poprzez zastosowanie przeciwpożarowego wyłącznika bezpieczeństwa sterowanego automatycznie poprzez sieć prądu zmiennego.

#### **21.7. Wyposażenie w gaśnice**

Należy zapewnić wyposażenie instalacji fotowoltaicznej w gaśnice proszkowe 4 kg ABC (GP-4x) zlokalizowane w pobliżu inwertera PV. Do gaśnic winien być zapewniony dostęp o szerokości nie mniejszej niż 1 m.

#### **21.8. Uwagi końcowe**

Po zakończeniu prac instalacyjnych należy wykonać:



- protokoły z pomiaru skuteczności ochrony przeciwporażeniowej,
- protokoły z badań odbiorczych instalacji elektrycznych,
- protokoły z pomiarów rezystancji uziemienia,
- protokoły z pomiarów impedancji pętli zwarcia.

Zakres prób odbiorczych (zgodnie z normą PN-HD 60364-6:2008):

- próba ciągłości przewodów ochronnych,
- pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej,
- próba ochrony za pomocą samoczynnego wyłączenia zasilania,
- pomiar rezystancji uziomów,
- sprawdzenie kolejności faz,
- próba działania.

Po zakończeniu instalacji wykonawca robót zobowiązany jest do wykonania wszystkich prac związanych ze zgłoszeniem instalacji OZE do określonego operatora energii elektrycznej i jej uruchomieniem do eksploatacji.

## **22. Informacja o możliwym wpływie instalacji PV na urządzenia przeciwpożarowe i inne urządzenia służące bezpieczeństwu pożarowemu, dostosowanemu do wymagań wynikających z przepisów dotyczących ochrony przeciwpożarowej i przyjętych scenariuszy pożarowych, z podstawową charakterystyką tych urządzeń**

### **22.1. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu**

W budynku istnieje przeciwpożarowy wyłącznik prądu.

### **22.2. Przygotowanie obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych**

Z uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa ekip ratowniczych podczas działań, należy wykonać oznaczenia następujących składowych instalacji fotowoltaicznej w ramach uaktualnienia instrukcji bezpieczeństwa pożarowego lub wykonania planu urządzenia fotowoltaicznego.

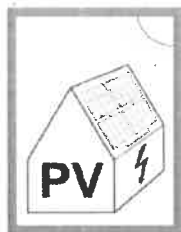
Plan instalacji fotowoltaicznej umieszcza się w skrzynce z głównym wyłącznikiem prądu całej instalacji elektrycznej obiektu (lub w widocznym miejscu na zewnątrz) na trwałym materiale wykonanym metodą druku i o formacie nie mniejszym niż A4.

Część graficzna powinna zawierać:

- obszar lokalizacji modułów PV,
- lokalizację inwertera/ów PV,
- miejsce usytuowania elementu (np. rozłącznika) zapewniającego odłączenie napięcia po stronie DC falownika (nawet jeśli stanowi wyposażenie falownika PV),
- przebieg tras przewodów prądu stałego (po stronie DC) pozostających pod napięciem,
- opcjonalnie przebieg tras kablowych prądu przemiennego,
- legendę zastosowanych oznaczeń graficznych i literowych,
- wskazanie osób lub podmiotów opracowujących plan oraz datę jego opracowania.

### 22.3. Oznakowanie budynku

W celu zapewnienia odpowiedniego bezpieczeństwa dla ekip ratowniczo gaśniczych należy odpowiednio oznakować obiekt wyposażony w PV wg normy PN-EN 60364-7-712:



Piktogram z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku, powinien być umieszczony:

- w miejscu przyłączenia instalacji PV,
- przy liczniku oraz
- przy głównym wyłączniku zasilania.

### 22.4. Woda do zewnętrznego gaszenia pożaru oraz drogi pożarowe

Projektowana instalacja PV nie powoduje dodatkowych obostrzeń w zakresie ilości wody potrzebnej do zewnętrznego gaszenia pożaru, a także nie ingeruje w zasady prowadzenia dróg pożarowych do obiektu.

## 23. Oznakowanie elementów instalacji fotowoltaicznej

Celem ułatwienia eksploatacji urządzeń i zapewnieniu bezpieczeństwa personelowi technicznemu instalację fotowoltaiczną należy oznaczyć:

- Inwertery PV – „Nie dotykać urządzenia elektryczne – inwerter fotowoltaiczny”,
- Rozdzielnice RPV – „Rozdzielnica fotowoltaiki – RPV”,
- Rozdzielnice RI – „Rozdzielnica fotowoltaiki – RI”,
- Trasy przewodów DC – „Niebezpieczeństwo. Wysokie napięcie DC, w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”,
- Przycisk ppoż. – „Przeciwpogorowy wyłącznik prądu”.

## 24. Wytyczne instalacyjno – budowlane

Należy wykonać lub zamontować:

- wykonać montaż konstrukcji montażowej modułów fotowoltaicznych na dachu, montaż wykonać ściśle według instrukcji producenta systemu montażowego oraz producenta modułów PV,
- zamontować inwerter,
- zamontować rozdzielnice RPV,
- zamontować rozdzielnice RI,
- zamontować rozdzielnice RP z zabezpieczeniem obwodów PV,
- wykonać linię zasilania między RI a tablicą licznikową,
- zapewnić zdalny monitoring parametrów pracy instalacji PV,
- wykonać pomocnicze prace budowlane (przebicie, otwory montażowe, przejścia instalacyjne przez przegrody budowlane itp.),
- wykonać prace porządkowe mające na celu doprowadzenie obiektów do stanu pierwotnego,
- przeprowadzić rozruch instalacji,
- wykonać próby, kontrole i pomiary instalacji.

Wszystkie prace związane z mocowaniem konstrukcji modułów fotowoltaicznych, należy bezwzględnie wykonywać pod kierunkiem i w obecności uprawnionego kierownika robót budowlanych posiadającego uprawnienia wykonawcze w specjalności konstrukcyjno-budowlanej bez ograniczeń lub projektanta konstrukcji budowlanych.

Wszystkie miejsca przekuć przez przegrody budowlane należy po wprowadzeniu instalacji zamurować. Przewody przy przejściach przez przegrody budowlane należy prowadzić w tulejach ochronnych. Należy przygotować powierzchnię pod malowanie po przebicjach poprzez szpachlowanie nierówności, następnie wykonać malowanie. Instalację i urządzenia należy mocować w sposób trwały i pewny, w zależności od warunków lokalnych i zgodnie z wytycznymi producenta. Przewody należy prowadzić w rurach ochronnych. Urządzenia należy rozmieszczać w pomieszczeniach zgodnie z wytycznymi producenta z zastosowaniem się do wymaganych odległości od przeszkód. Wszystkie prace porządkowe należy wykonać tak, aby obiekt doprowadzić do stanu pierwotnego.

## **25. Uwagi końcowe**

1. Instalacje wykonać zgodnie z „Warunkami technicznymi wykonywania i odbioru robót budowlano-montażowych” tom V, Instalacje elektryczne.
2. Wszelkie konieczne do wprowadzenia na budowie zmiany w stosunku do treści projektu powinny być uzgodnione z projektantem.
3. Montaż urządzeń: ogniw fotowoltaicznych, inwerterów, rozdzielnic elektrycznych wraz z wyposażeniem należy przeprowadzić po zapoznaniu się z instrukcjami montażu dostarczonymi przez producenta lub dystrybutora.
4. Instalacje wykonać w ścisłej koordynacji z wystrojem wnętrz i robotami budowlanymi.
5. Przed przekazaniem robót do eksploatacji wykonać pomiary i testy elektryczne określone wymogami obowiązujących norm, wymaganych przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego. W szczególności należy wykonać pomiary i testy określone w normie PN-EN 62446:2016 tj.:
  - Kontrola systemu DC,
  - Kontrola ochrony przeciwprzepięciowej i porażeniem elektrycznym,
  - Kontrola systemu AC,
  - Test polaryzacji,
  - Pomiar prądu obwodu otwartego,
  - Test ciągłości uziemienia ochronnego,
  - Stan izolacji kabli zasilających,
  - Pomiar rezystancji uziemienia,
  - Inne wymagane przepisami badania i pomiary.

Z przeprowadzonych badań i pomiarów należy sporządzić odpowiednie protokoły stanowiące podstawę do uruchomienia i oddania do eksploatacji objętych projektem instalacji.

Wszystkie prace i pomiary muszą zostać wykonane przez osoby posiadające odpowiednie przeszkolenie potwierdzone stosownymi uprawnieniami – SEP E, SEP D.

6. Do odbioru dostarczyć protokoły badań, atesty i certyfikaty na aparaty i osprzęt oraz dokumentację powykonawczą.

## 26. Zestawienie głównych urządzeń i materiałów

Lp.	Pozycja	Ilość	J.m.
1.	Moduł fotowoltaiczny o mocy 450Wp	16	szt.
2.	Inwerter 7kW	1	szt.
3.	Rozdzielnica modułowa 1x4 IP65	1	szt.
4.	Rozdzielnica modułowa natynkowa 1x12 IP65	1	szt.
5.	Rozdzielnica modułowa natynkowa 1x18 IP65	1	szt.
6.	Rozłącznik z wkładką bezpiecznikową $I_N = 32 \text{ A}$ $U_N = 1000\text{V DC}$ 2P	2	szt.
7.	Wkładka bezpiecznikowa gPV 20A	4	szt.
8.	Wyłącznik nadprądowy B16A 3P	1	szt.
9.	Wyłącznik nadprądowy B6A 1P	1	szt.
10.	Rozłącznik bezpiecznikowy z wkładką gG 3x20A	1	szt.
11.	Wkładka bezpiecznikowa 20A gG	3	szt.
12.	Ogranicznik przepięć typ T1+T2 U/CPV = 1000V 3P	2	szt.
13.	Ogranicznik przepięć typ T1+T2 4P	1	szt.
14.	Wyłącznik różnicowoprądowy $I_{\Delta} = 30\text{mA}$	1	szt.
15.	Wyłącznik ppoż. 2 stringi	1	szt.
16.	Przewód solarny 1x6mm <sup>2</sup>	110	m
17.	Przewód YKYżo 5x4mm <sup>2</sup>	20	m
18.	Przewód OMY 3x0,75mm <sup>2</sup>	15	m
19.	Systemowa konstrukcja montażowa dla dachów w poszyciu z blachodachówki na śrubach dwugwintowych	1	kpl.

Opracowanie chronione Ustawą o Prawie Autorskim i Prawach Pokrewnych  
(Dz.U. Nr 24/94 poz. 83 z dnia 4 lutego 1994 r.).

### **III. INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA**

Do projektu wykonawczego „Budowa instalacji fotowoltaicznej o mocy 7,20 kW na budynku  
Szkoły Podstawowej w Zarzeczcu”

**Adres inwestycji:** Szkoła Podstawowa w Zarzeczcu  
Zarzeczce 106, 33-390 Łącko

**Dz. nr ewid.:** 504

**Obręb nr ewid.:** 0015 Zarzeczce

**Inwestor:** Gmina Łącko, Łącko 445, 33-390 Łącko

**Projektant:** mgr inż. Jerzy Halek, nr. upr. 217/2022

#### **1. Zakres robót**

- montaż instalacji fotowoltaicznej wraz z konstrukcją mocującą,
- ułożenie tras kablowych prądu stałego DC i zmiennego AC,
- montaż rozdzielnic prądu stałego i przemiennego,
- wpięcie instalacji PV do istniejącej instalacji elektrycznej.

#### **2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych**

Na działce nr 504 położonej Zarzeczcu w gminie Łącko znajduje się istniejący budynek Szkoły Podstawowej.

#### **3. Elementy zagospodarowania terenu mogące stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi**

- instalacje elektryczne,
- rozdzielnie elektryczne DC, AC,
- urządzenia przekształtnikowe.

#### **4. Przewidywanie zagrożenia występujące podczas realizacji robót budowlanych**

- ryzyko upadku z wysokości podczas prac montażowych paneli fotowoltaicznych na dachu oraz przy budowie instalacji elektrycznych wewnątrz budynku,
- ryzyko porażenia prądem elektrycznym podczas montażu projektowanych instalacji elektrycznych,
- ryzyko porażenia prądem elektrycznym przy podłączaniu kabli i przewodów i wykonywaniu prac pomiarowych,

- ryzyko uszkodzenia przez ruchome elementy sprzętu transportowego i elektronarzędzi - w całym zakresie prowadzonych prac.

#### **5. Instruktaż pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych**

Bezpośrednio przed przystąpieniem do prac szczególnie niebezpiecznych należy zapoznać pracowników z wszystkimi zagrożeniami oraz udzielić instruktażu z zakresu prowadzonych prac.

Każdy zatrudniony powinien znać zasady postępowania w przypadku występowania zagrożeń, tzn.:

- pracy na wysokościach,
- robót w pobliżu uzbrojenia energetycznego,
- stosowania środków ochrony osobistej,
- udzielania pierwszej pomocy w razie wypadku.

Instruktaż pracowników powinien obejmować:

- zapoznanie z zakresem robót i kolejnością ich realizacji,
- przeprowadzenie szkolenia stanowiskowego BHP,
- zapoznanie pracowników ze skalą zagrożeń i oceną ryzyka zawodowego na stanowiska pracy,
- określenie ścisłych procedur postępowania oraz ściśle ich przestrzeganie podczas pracy w pobliżu urządzeń elektrycznych pod napięciem w zakresie przygotowania miejsca pracy, sposobu dopuszczenia do pracy i bezpiecznego jej wykonania,
- określenie środków ochrony osobistej koniecznej do stosowania podczas pracy
- podanie jednoznacznych sposobów komunikowania się.

W przypadku pojawienia się jakiegokolwiek zagrożenia, pracownicy przebywający w niebezpiecznej strefie, powinni się z niej wycofać, powiadamiając osobę dozoru o powstałej sytuacji. Na terenie prowadzenia prac każdy pracownik winien posiadać niezbędny sprzęt ochrony osobistej.

Prowadzenie robót powinno się odbywać pod bezpośrednim nadzorem brygadzysty lub mistrza budowy, zaś dopuszczenie do prac niebezpiecznych winno być prowadzone na podstawie szczegółowych przepisów.

#### **6. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegając niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych.**

Należy organizować stanowiska pracy zgodnie z przepisami i zasadami bezpieczeństwa i higieny pracy. Należy pracownikom zapewnić odzież ochronną oraz sprzęt ochrony osobistej oraz przestrzegać ich stosowania zgodnie z przeznaczeniem. Prace na wysokości wykonywać przy użyciu drabin lub rusztowań wraz z odpowiednimi zabezpieczeniami. Zaleca się wykonywanie prac przy urządzeniach wyłączonych spod napięcia oraz stosować odpowiednie zabezpieczenia przed załączeniem napięcia.

**mgr inż. Jerzy Halek**  
 Upr. bud. Nr ewid. 217/2002  
 do projektowania i kierowania robotami  
 budowlanymi bez ograniczeń w zakresie  
 sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych  
 i elektroenergetycznych

**PROJEKTANT:**

**mgr inż. Jerzy Halek**  
 nr upr. 217/2022