



Rok założenia  
1951

# Elektroprojekt® S.A.

Oddział w Lublinie

20-445 Lublin, ul. Zemborzycka 53A

Centr. (081) 744 00 11, tel. 579 470 350

lublin@elektroprojekt.pl, www.elektroprojekt.pl,

**Egz. 1/3**

	Nr projektu:	<b>EP9 – 2368/2024</b>	Tom 4/5
--	--------------	------------------------	---------

Inwestycja:	<b>Remont i ocieplenie budynku warsztatów przy Zespole Szkół Transportowo-Komunikacyjnych w Lublinie</b>
Adres:	<b>Lublin, ul. Południowa 2a</b> dz. nr ewid. 37/9, obr. 0009 Dziesiąta II, ark. 17 Jednostka ewidencyjna: <b>066301_1</b> Lublin <b>Identyfikator działki: 066301_1.0009.AR_17.37/9</b>
Kategoria obiektu	Kategoria IX – budynki kultury, nauki i oświaty

## PROJEKT WYKONAWCZY

### TOM 4

### INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA

Inwestor: Zamawiający:	<b>Gmina Lublin</b> <b>Zespół Szkół Transportowo-Komunikacyjnych</b> <b>20-445 Lublin, ul. Zemborzycka 82</b>
---------------------------	---

	Imię nazwisko	Podpis
Instalacje sanitarne Projektant:	mgr inż. <b>Mieczysław Niedźwiecki</b> upr. spec. instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr LUB/0210/POOE/11	

ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	2. Spis treści	Str. 2/1 EP9 – 2361/2024
--	----------------	-----------------------------

1. Strona tytułowa	str. 1
2. Spis treści	str. 2
3. Oświadczenie projektanta	str. 3
4. Spis tomów	str. 4/1
5. Dane wejściowe do projektowania	str. 5/1 ÷ 3
6. Opis techniczny	str. 6/1 ÷ 12
7. Obliczenia techniczne	str. 7/1 ÷ 6
8. Zestawienie materiałów	str. 8/1
9. Spis rysunków	str. 9/1

ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	3. Oświadczenie projektanta	Str. 3 EP9 – 2361/2024
--	-----------------------------	---------------------------

Zgodnie z art. 34 ust. 3d pkt 3 Ustawy z dnia 7 lipca 1994r; Prawo Budowlane  
(tekst jednolity : Dz. U. 2023 r. poz. 682 z późn. zmianami)

**Oświadczam, że projekt wykonawczy**

**p.t.: Remont i ocieplenie budynku warsztatów  
przy Zespole Szkół Transportowo-Komunikacyjnych**

**TOM 4  
INSTALACJA FOTOWOLTAICZNA**

**Lublin; ul. Południowa 2a**  
dz. nr ewid. 37/9, obr. 0009 Dziesiąta II, ark. 17  
Jednostka ewidencyjna: **066301\_1** Lublin  
Identyfikator działki: 066301\_1.0009.AR\_17.37/9

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej,  
jest w swoim zakresie kompletny oraz spełnia wymagania dla celu, któremu ma służyć.

Zakres opracowania		Imię nazwisko	Data	Podpis
Instalacje elektryczne	Projektant:	mgr inż. <b>Mieczysław Niedźwiecki</b> upr. spec. instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych nr LUB/IE/0075/12 LUB/0210/POOE/11	Maj 2024	

ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	4. Spis tomów	Str. 4 EP9 – 2368/2024
--	---------------	---------------------------

**Remont i ocieplenie budynku warsztatów  
przy Zespole Szkół Transportowo-Komunikacyjnych**

**EP9-2361/2024**

**PROJEKT WYKONAWCZY**

Tom 1	Architektura
Tom 2	Instalacje sanitarne
Tom 3	Instalacje elektryczne i teletechniczne
<b>Tom 4</b>	<b>Instalacja fotowoltaiczna</b>
Tom 5	Instalacja hydrantowa

ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	5. Dane wejściowe do projektowania.	Str. 5/1 EP9 – 2368/2024
--	-------------------------------------	-----------------------------

### 5.1. Podstawa prawna opracowania

Podstawę prawną opracowania stanowi umowa nr EP9-2368/2024 zawarta pomiędzy Zespołem Szkół Transportowo-Komunikacyjnych, ul. Zemborzycka 82, 20-445 Lublin, a Elektroprojektem S.A., ul. Zemborzycka 53A, 20-445 Lublin.

### 5.2. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt instalacji fotowoltaicznej dla remontowanego budynku warsztatów zawodowych przy Zespole Szkół Transportowo- Komunikacyjnych ul. Zemborzycka 82 w Lublinie.

Budynek zlokalizowany na działce 37/9, obręb 9 - Dziesiąta II, arkusz mapy 17. Identyfikator działki: 066301\_1.0009.AR\_17.37/9.

### 5.3. Podstawa techniczna opracowania

Podstawę techniczną opracowania stanowią:

- szczegółowy opis przedmiotu zamówienia,
- wizja lokalna na terenie inwestycji,
- ustalenia z Inwestorem,
- akty prawne i normy obowiązujące w projektowaniu,
- wytyczne branży architektoniczno-budowlanej oraz sanitarnej,
- inwentaryzacja istniejącej instalacji elektrycznej.

### 5.4. Zakres opracowania

Opracowanie obejmuje:

- Instalację fotowoltaiczną.

### 5.5. Wskaźniki energetyczne (bilans mocy)

#### 1) Istniejąca moc przyłączeniowa (ZK2)

##### a) Złącze ZK1

- Istniejąca moc przyłączeniowa: **90 kW**
- zabezpieczenie w złączach zasilających: **gG 125 A**

##### b) Złącze ZK2

- Istniejąca moc przyłączeniowa: **80 kW**
- zabezpieczenie w złączach zasilających: **gG 160 A**

#### 2) Projektowana moc przyłączeniowa

Bez zmian.

#### 3) Istniejąca moc instalacji fotowoltaicznej

Na budynku bursy zainstalowano instalację fotowoltaiczną o mocy:

- 5,36kW.

#### 4) Projektowana moc instalacji fotowoltaicznej

- Moc instalacji fotowoltaicznej: **33,3kW**

ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	5. Dane wejściowe do projektowania.	Str. 5/2 EP9 – 2368/2024
--	-------------------------------------	-----------------------------

W opracowaniu nie przewiduje się zastosowania magazynów energii elektrycznej.

#### 5.6. Instalacja fotowoltaiczna

Przewidywaną instalację fotowoltaiczną o sumarycznej mocy 33,3 kW AC które należy wpiąć do listwy zaciskowej złącza kablowego ZK2:

#### 5.7. Bilans instalacji fotowoltaicznej na terenie ZSTiK

Instalacja PV	kW.	
Istniejąca instalacja PV	5,36	
Projektowana instalacja PV	33,3	
Sumaryczna moc	<b>38,66</b>	<b>&lt; 50</b>

Z uwagi na fakt że na terenie ZSTiK występuje instalacja fotowoltaiczna przyłączona do sieci energetycznej, projektowana moc instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku warsztatów nie powinna przekraczać mocy 44,36kW (przy uwzględnieniu już istniejącej instalacji PV).

#### 5.8. Normy

Całe wyposażenie i zastosowane materiały powinny być zgodne z wymaganiami ostatnich wersji odpowiednich norm. W szczególności zastosowane powinny być następujące normy:

Lp.	Norma	Opis
1.	PN-EN-60439-1	Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe.
2.	PN-EN 60529	Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (kod IP)
3.	PN-EN 12464-1	Światło i oświetlenie -- Oświetlenie miejsc pracy -- Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach
4.	PN-EN 50575	Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownice i telekomunikacyjne – Kable i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej.
5.	PN-EN 62305-1	Ochrona odgromowa -- Część 1: Wymagania ogólne
6.	PN-EN 62305-2	Ochrona odgromowa -- Część 2: Zarządzanie ryzykiem
7.	PN-EN 62305-3	Ochrona odgromowa -- Część 3: Uszkodzenia fizyczne obiektów budowlanych i zagrożenie życia
8.	PN-EN 62305-4	Ochrona odgromowa. Część 4: Urządzenia elektryczne i elektroniczne w obiektach budowlanych).
9.	PN-EN 61643-11	Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia -- Część 11: Urządzenia ograniczające przepięcia w sieciach elektroenergetycznych niskiego napięcia -- Wymagania i metody badań

ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	5. Dane wejściowe do projektowania.	Str. 5/3 EP9 – 2368/2024
--	-------------------------------------	-----------------------------

Lp.	Norma	Opis
10.	PN-EN 61643-21	Niskonapięciowe urządzenia ograniczające przepięcia -- Część 21: Urządzenia do ograniczania przepięć w sieciach telekomunikacyjnych i sygnalizacyjnych -- Wymagania eksploatacyjne i metody badań
11.	PN-EN 61773	Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej – Przewodnik
12.	PN-EN 62446-1:2016-08/A1	Systemy fotowoltaiczne (PV). Wymagania dotyczące badań, dokumentacji i utrzymania. Część 1: Systemy podłączone do sieci. Dokumentacja, odbiory i nadzór
13.	PN-EN IEC 61730-1	Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV), część 1: wymagania dotyczące konstrukcji
14.	PN-EN IEC 61730-2	Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV), część 2: Wymagania dotyczące badań
15.	N-EN 50583-1	Fotowoltaika w budownictwie, część 1: BIPV moduły
16.	PN-EN 50583-1	Fotowoltaika w budownictwie, część 2: BIPV systemy

ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	6. Opis techniczny	Str. 6/1 EP9 – 2368/2024
--	--------------------	-----------------------------

### 6.1. Budynek – stan istniejący

Budynek składa się z dwóch części o odrębnej konstrukcji- administracyjnej i hali warsztatów. Hala jest obiektem parterowym, dwunawowym. Nawy o rozpiętości 9,00m i 12,00m w osiach słupów. Konstrukcja hali z żelbetowych elementów prefabrykowanych.

Część administracyjna piętrowa, niepodpiwniczona. Ściany murowane, stropy z płyt kanałowych prefabrykowanych.

W budynku znajdują się instalacje: elektryczne, odgromowa, teletechniczna, co, wody, kanalizacji.

### 6.2. Szczegółowy zakres opracowania

- opis instalacji PV 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,
- charakterystykę zagrożenia pożarowego,
- schemat instalacji PV z opisanymi zabezpieczeniami, kablami oraz innymi podzespołami instalacji,
- rzut dachu oraz opis miejsca montowania falownika

### 6.3. Ochrona pożarowa

#### 6.3.1. Pożarowy wyłącznik prądu (PWP 1, PWP 2)

Pożarowe wyłączniki prądu projektuje się na zewnątrz budynku przy istniejących złączach kablowych. Pożarowe wyłączniki prądu wykonać w obudowie przyściennej np. o wymiarach 800x400x285 mm (W x S x G), które należy zamocować na fundamencie przy istniejących złączach.

Szczegóły w **tomie nr 3 Instalacje elektryczne i teletechniczne**.

*Uruchomienie pożarowych wyłączników prądu powoduje również odłączenie falownika od sieci energetycznej co spowoduje jego automatyczne odłączenie i zaprzestanie przesyłu energii elektrycznej.*

#### 6.3.2. Wpięcie instalacji fotowoltaicznej do sieci energetycznej

Instalacja fotowoltaiczna będzie pracować w systemie **on-grid**, tj. systemie w którym instalacja fotowoltaiczna połączona jest z siecią energetyczną.

Falownik projektuje się zlokalizować na niższej części dachu w kierunku zachodniej strony..

Wpięcie falownika do sieci energetycznej projektuje się wykonać w złączu kablowym ZK2 wyposażonym w ochronniki przepięć AC typu 1. Przewód zasilający układ: tablica elektryczna - falownik zabezpieczyć wyłącznikiem nadprądowym.

Od strony falownika, po stronie DC, projektuje się skrzynkę przyłączeniową z wyposażeniem w postaci ogranicznika przepięć DC oraz rozłącznika (serwisowego) generatora DC. Skrzynka wyposażona jest w zaciski umożliwiające podłączenie trzech łańcuchów PV o maksymalnym prądzie 15A oraz jednego falownika. Ogranicznik przepięć DC typu T2.

***Wpięcie falownika ma miejsce przed wyłącznikiem PWP.***

#### 6.3.3. Wpływ instalacji fotowoltaicznej na ochronę pożarową budynku

Projektowana instalacja fotowoltaiczna nie zmienia warunków ochrony pożarowej budynku w szczególności: klasyfikacji budynku, gęstości obciążenia ogniowego, oceny zagrożenia wybuchem pomieszczeń oraz przestrzeni zewnętrznych, podziału budynku na strefy pożarowe oraz strefy dymowe,



ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	6. Opis techniczny	Str. 6/2 EP9 – 2368/2024
--	--------------------	-----------------------------

usytuowania budynków z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe – w tym odległości od obiektów sąsiadujących, warunków i strategii ewakuacji ludzi lub ich uratowania w inny sposób, wyposażenia w gaśnice, zaopatrzeniu w wodę do zewnętrznego gaszenia oraz doprowadzenia dróg pożarowych

#### 6.4. Przygotowanie instalacji elektrycznej do wpięcia instalacji fotowoltaicznej

Miejsce wpięcia instalacji fotowoltaicznej w złączu kablowym ZK2 zostało przygotowane wg odrębnego opracowania: **tom nr 3 Instalacje elektryczne i teletechniczne**.

#### 6.5. Instalacja przepięciowa

Projektuje się ograniczniki przepięć:

AC klasy T1 **iskiernikowe** w:

- skrzynkach przyłączeniowych

DC klasy T2:

- modułach przyłączeniowych łańcuchów paneli fotowoltaicznych. Skrzynki montowane na dachu, przy falowniku.

#### 6.6. Ochrona przeciwporażeniowa

Dodatkową ochroną przed dotykiem pośrednim w sieci nn o układzie TNC-S jest samoczynne wyłączenie zasilania realizowane:

- wyłącznikami nadprądowymi

Ponadto:

- instalacje wewnętrzne wykonać w układzie TN-S
- połączenia wyrównawcze.

#### 6.7. Instalacja odgromowa

Projektowane panele fotowoltaiczne znajdują się w strefie ochrony odgromowej – szczegóły instalacji odgromowej w **tomie 3 - Instalacje elektryczne i teletechniczne**.

#### 6.8. Instalacja fotowoltaiczna

Instalacja fotowoltaiczna (PV) służy do produkcji energii elektrycznej przy wykorzystaniu energii promieniowania słonecznego. Instalacja PV składa się z paneli fotowoltaicznych, konstrukcji nośnej (w projektowanym przypadku na dachu), okablowania, inwertera (falownika), oraz zabezpieczeń po stronie prądu stałego i zmiennego.

W projektowanej instalacji fotowoltaicznej przewiduje się opcjonalne zastosowanie optymalizatorów mocy. Zastosowanie optymalizatorów mocy redukuje straty związane z:

- Zanieczyszczeniem
- Tolerancją produkcyjną modułów PV
- Potencjalnym zacienieniem w przyszłości
- Zastąpieniem części paneli pokrywą śnieżną
- Zanieczyszczeniem przez ptaki
- Zastąpieniem przez zalegające liście

dzięki czemu możliwe jest uzyskanie w każdych warunkach pogodowych maksymalnej mocy.

### 6.8.1. Elementy składowe instalacji fotowoltaicznej

	Moc urządzenia	
	szt.	kW
Panel PV	90	0,46
Falownik	1	33,3

Oprócz urządzeń czynnych w skład instalacji fotowoltaicznej wchodzi przewody i kable oraz skrzynki przyłączeniowe z rozłącznikami oraz ochronnikami przepięć.

### 6.8.2. Ograniczenia mocy dla projektowanej instalacji fotowoltaicznej

Projektuje się instalację fotowoltaiczną o mocy 33,3 kW tj. mocy nie przekraczającej mocy 50kW.

		Sumarycznie
Moc zainstalowana DC	90x0,46kWp =41,4 kWp	<b>41,4 kW</b>
Max moc osiągalna AC	33,3 kW	-
Moc falownika AC	33,3 kW	<b>33,3 kW</b>

### 6.8.3. Przewymiarowanie instalacji fotowoltaicznej

Z wielu względów instalację fotowoltaiczną projektuje się w taki sposób, aby zainstalowana moc części DC była większa niż moc nominalna falownika NPR (Nominal Power Ratio) < 1. Wielkość tego przewymiarowania zależy od lokalizacji instalacji oraz od czynników zmniejszających wydajność modułów (np. inna orientacji niż południe, inne nachylenie niż nominalne). Dla warunków polskich, nominalny współczynnik mocy (NPR – Nominal Power Ratio) powinien znajdować się w zakresie od 90%-70% (przewymiarowanie części DC od 110% do 130%) – wartości przybliżone.

$$NPR = \frac{P_{falownia}}{P_{paneli}}$$

NPR	$NPR = \frac{33,3kW}{41,4kW} = 0,8 < 1$
Prze-wymiarowanie	$110\% \leq \left(\frac{1}{0,8} * 100\% = 125\%\right) \leq 130\%$

Powodami przewymiarowania części DC instalacji są między innymi:

➤ **Rzadkie występowanie standardowych warunków (STC – Standard Test Condition)**

Warunki są to warunki laboratoryjne i w rzeczywistości zdarzają się bardzo rzadko. W Polsce liczba godzin słonecznych wynosi ~1600, z czego tylko 15% to godziny o pełnym nasłonecznieniu, jednocześnie w takich warunkach rośnie też temperatura samych modułów, powyżej standardowej temperatury. Dlatego też przez większość czasu moduły pracują w warunkach normalnych NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) tj. przy natężeniu promieniowania mniejszego niż 800W/m<sup>2</sup> (<1000W/m<sup>2</sup>), temperaturze otoczenie 20C, oraz przy udziale chłodzenia w postaci wiatru wiejącego z prędkością 1,5m/s

➤ **Degradacja modułów fotowoltaicznych wraz upływem czasu**

Moduły fotowoltaiczne degradują się z upływem czasu o współczynnik około 0,5% dla bardzo dobrych jakościowo modułów, a o około 0,8% dla modułów gorszych jakościowo.

➤ **Sprawność falownika (<100%)**

Nowoczesne falowniki fotowoltaiczne bez transformatora mają sprawności na poziomie od 96 do 99%. Oznacza to, że nie cała energia wygenerowana przez moduły fotowoltaiczne może być skutecznie zamieniona na prąd przemienny i oddana do sieci. Falownik traci część energii.

➤ **Koszty instalacji**

Przemysłane przewymiarowanie zainstalowanej mocy DC w stosunku to mocy inwertera sprzyja także redukcji kosztów samej instalacji, dzięki zastosowaniu mniejszej ilości przetwornic lub urządzeń o mniejszej mocy.

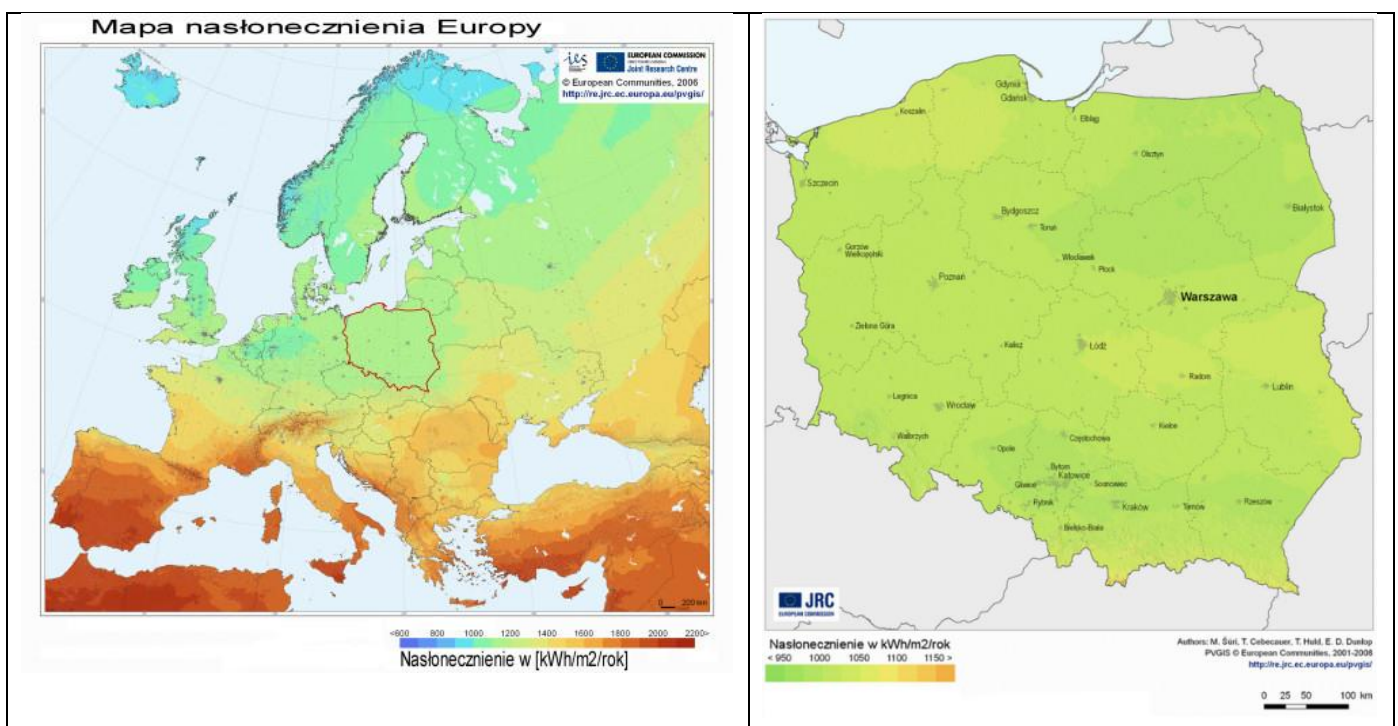
#### 6.8.4. Lokalizacja i przeszkody

Projektuje się zainstalowanie paneli fotowoltaicznych na dachu projektowanego budynku. Kąt nachylenia paneli ~28° ( 3° nachylenia dachu + 25° nachylenia konstrukcji mocującej panele).

W bezpośrednim sąsiedztwie oprócz elementów konstrukcyjnych budynku (w tym kominów wentylacji) nie występują istotne przeszkody powodujące zacienienie.

#### 6.8.5. Warunki nasłonecznienia

Zasoby słoneczne Polski są podobne do istniejących w środkowych Niemczech czy Republice Czeskiej, co wynika z położenia na takiej samej szerokości geograficznej. Roczna suma napromieniowania (energii promieniowania słonecznego padającej na płaszczyznę poziomą o powierzchni 1 m) wynosi w Polsce ok 1000 kWh/m/rok. Z poprawnie zaprojektowanego i zrealizowanego systemu PV o nominalnej mocy 1,0 kWp można uzyskać ok. 1030 kWh energii elektrycznej rocznie, przy optymalnym usytuowaniu systemu oraz typowych warunkach pogodowych.



ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	6. Opis techniczny	Str. 6/5 EP9 – 2368/2024
--	--------------------	-----------------------------

*Rysunek 1: Napromieniowanie w Europie i w Polsce w skali roku na płaszczyznę horyzontalną wraz z produkcją energii przez system 1kWp, źródło: JRC Komisja Europejska*

#### **6.8.6. Panele fotowoltaiczne**

Projektuje się monokrystaliczne panele fotowoltaiczne o następujących parametrach:

##### *Dane elektryczne (STC)*

- Maksymalna moc znamionowa: 460Wp
- Napięcie jałowe: 41,78V
- Prąd zwarcia: 13,63A
- Prąd pracy: 13,19A
- Maksymalne napięcie znamionowe: 34,89V
- Maksymalny prąd znamionowy: 8,73A
- Tolerancja: 0/+5%
- Efektywność modułu: 21,3%

##### *Dane mechaniczne*

- Typ ogniw: monokrystaliczne ogniwa krzemowe
- Ilość ogniw: 120 szt.
- Połączenie ogniw: szeregowo
- Długość modułu: 1903mm
- Szerokość modułu : 1134mm
- Grubość moduły: 30mm
- Waga modułu: 24kg
- Puszka połączeniowa: stopień ochrony  $\geq$  IP67
- Kabel: 2 x przewody solarne 4 mm<sup>2</sup>, 1200 mm
- Konektory: złącza MC4
- Diody: 3 diody by-pass
- Rama: anodowane aluminium

#### **6.8.7. Optymalizator mocy**

W celu ograniczenia strat w systemie fotowoltaicznym, projektuje się zastosowanie razem z panelami fotowoltaicznymi optymalizatorów mocy. Zastosowanie optymalizatorów mocy:

- Redukuje potencjalne problemy mogące wynikać z niedopasowania modułów lub ich częściowego zacienienia
- Zwiększa maksymalną powierzchnię dachu jaką możemy wykorzystać
- Możliwość odrębnego monitoringu dla każdego modułu ułatwia zarządzanie systemem
- Redukuje napięcia każdego modułu w przypadku montażu lub pożaru
- Niweluje zjawisko obniżania mocy całego łańcucha paneli do poziomu najsłabszego (zacienionego) panelu.

Projektuje się optymalizatory mocy (2 panele : 1 optymalizator) o następujących parametrach .

##### *Dane wejściowe:*

- Max. moc wejściowa DC: 850 W
- Max. Napięcie wejściowe: 125 V

- Max. Prąd zwarciový: 14,5 A
- Sprawność: 99,5%
- Max. napięcie systemu: 1000 V
- Zakres temperatury pracy: od -40 do +85°C

*Dane wyjściowe:*

- Max. Prąd wyjściowy: 18 A
- Bezpieczne napięcie wyjściowe: 1 V ± 0,1 V
- Stopień ochrony: IP 68

**6.8.8. Falownik**

Projektuje się falownik dedykowany dla instalacji wyposażonych w optymalizatory mocy. W przypadku rezygnacji z optymalizatorów mocy falownik powinien być wyposażony we własny tracker MPPT (Maximum Power Point Tracking). Falownik odpowiada za konwersję DC/AC, ponieważ pozostałymi funkcjami każdego z modułów sterują optymalizatory mocy.

Projektuje się lokalizację falowników wraz na ścianie zewnętrznej budynku. Falowniki osłonić przed bezpośrednim działaniem deszczu i promieni słonecznych.

Projektuje się trójfazowy falownik o parametrach:

Falownik	33,3 kW
➤ Max. moc DC:	58,275 kW
➤ Max. prąd wejście:	48,25 A
➤ Max. napięcie wejście DC:	1000 V
➤ Znamionowe napięcie wejście DC:	750 V
➤ Nominalne AC (cos $\phi$ =1):	33,3 kW
➤ Max. moc wyjście:	33,3 kVA
➤ Max. prąd wyjście:	48,25 A
➤ sprawność:	98,0 %
➤ Podłączenie:	3~NPE 230 / 400 V
➤ Częstotliwość:	50/60 Hz
➤ Nocne zużycie:	< 4 W
Dane ogólne	
➤ Stopień ochrony:	IP 65
➤ Chłodzenie:	wentylator
➤ Instalacja:	wewnątrz, na zewnątrz
➤ Temp otoczenia	Od -40°C do +60 °C

ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	6. Opis techniczny	Str. 6/7 EP9 – 2368/2024
--	--------------------	-----------------------------

#### **6.8.9. System mocowania paneli na dachu**

Panele fotowoltaiczne będą mocowane na dachu na konstrukcji systemowej przystosowanej do montażu na dachach krytych papą.

System montażu paneli wzdłuż krótkiego boku panelu.

#### **6.8.10. Rozdzielnica DC**

Rozdzielnica DC w postaci skrzynki przyłączeniowej na 3 łasuchy z rozłącznikiem i ochronnikiem przepięć DC typu 2.

Rozdzielnicę DC montować na dachu w pobliżu falownika.

#### **6.8.11. Rozdzielnica AC**

Nie przewiduje się dedykowanej rozdzielniczy AC w postaci skrzynki przyłączeniowej instalacji PV. Przyłączenia do instalacji wykonać przewidzianym w tomie 3 miejscu przyłączenia w złączu kablowym ZK2. Miejsce przyłączenia wyposażać w ochronniki przepięć typu 1.

### **6.9. Okablowanie instalacji**

Kable łączące poszczególne moduły fotowoltaiczne będą mocowane do konstrukcji wsporczej lub samych modułów, kable pomiędzy łączeniami modułów PV, a falownikami prowadzić na trasach kablowych, w rurach osłonowych lub korytkach kablowych.

Okablowanie AC oraz DC prowadzić zgodnie ze schematem. 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 powinny być układane w sposób wykluczający ich uszkodzenie przez zginanie, skręcanie, rozciąganie itp.

Temperatura otoczenia przy układaniu przewodów nie powinna być mniejsza niż 0° C. Przewody można zginać jedynie w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, jednak nie mniejszy niż 20-krotna zewnętrzna jego średnica. Przy skrzyżowaniu z innymi instalacjami przewód należy układać w przepustach kablowych. Przepusty powinny być zabezpieczone przed przedostawaniem się do ich wnętrza wody. Przewód na całej swej długości powinien posiadać oznaczniki identyfikacyjne oraz ostrzegawcze. Na oznacznikach należy umieścić trwałe napisy zawierające: opisy wejść i wyjść obwodów elektrycznych, sekcji stringów generatora fotowoltaicznego, oraz opisy zastosowanych aparatów i obwodów.

Trasy kablowe po stronie DC będą odpowiednio oznakowane „Niebezpieczeństwo – wysokie napięcie DC w ciągu dnia obecne po wyłączeniu instalacji”.

Przewody DC fotowoltaiczne zastosowane są do odprowadzenia energii elektrycznej wytworzonej w modułach fotowoltaicznych do falownika przeznaczone są do pracy z prądem stałym. Wykonanie przewodów w podwójnej izolacji oraz odporności na promieniowanie UV. Projektuje się przewody elektryczne o przekroju 1x6 mm<sup>2</sup>. Połączenia DC zaprojektowano za pomocą szybkozłączy typu MC4.

Przewód AC odpowiada za odprowadzenie energii elektrycznej z falownika do instalacji elektrycznej obiektu (nie przewiduje się eksportu nadwyżek energii do sieci elektroenergetycznej).

Zaprojektowano przewód o przekroju znamionowym żyły (z uwzględnieniem rezerwy dla większej mocy instalacji, w przypadku zmiany w konfiguracji instalacji PV):

- 5x35 mm<sup>2</sup>),

Odległość rozdzielni AC instalacji fotowoltaicznej od punktu przyłączenia do instalacji L = 80m.

#### 6.10. Zakres prac instalacyjnych

- dostawa wszystkich elementów instalacji fotowoltaicznej,
- doprowadzenie linii zasilającej do falownika,
- montaż modułów fotowoltaicznych,
- ułożenie przewodów łączących moduły fotowoltaiczne, oraz moduły z falownikiem
- montaż falownika i zabezpieczeń strony DC i AC,
- podłączenie instalacji do tablicy administracyjnej,
- sprawdzenie pracy układu
- wykonanie pomiarów instalacji,
- uporządkowanie terenu i przekazanie gotowego układu do eksploatacji inwestorowi,
- przeszkolenie wskazanych osób w zakresie obsługi oraz procedur w przypadkach nieprawidłowej pracy instalacji.

#### 6.11. Uwagi

- Falownik fotowoltaiczny powinien być montowany na podłożu niepalnym o klasie reakcji na ogień nie gorszej niż A2.
- Falownik powinien być w obudowie przystosowanej do montażu na zewnątrz
- Falownik należy osłonić przed bezpośrednim działaniem deszczu i promieni słonecznych
- Falownik musi mieć zapewnioną przestrzeń wentylacyjną zgodnie z wymogami danego producenta.
- Połączenia za pomocą szybkozłączy powinny być wykonane wyłącznie przy użyciu komponentów tego samego typu oraz producenta.
- Należy unikać mocnego gięcia kabli oraz zapewnić odciążenie przewodów.
- Przewody należy układać w sposób zabezpieczający je przed przetarciem lub przecięciem.
- Prowadząc instalacje odgromowa zachować bezpieczne odstępy izolacyjne s.
- Przewody prowadzone przez ściany oddzielenia przeciwpożarowego oraz przez ściany pomieszczenia zamkniętego o klasie odporności ogniowej nie mniejszej niż EI60 należy zabezpieczać przepustami o odporności równej odporności ogniowej przegrody.
- Przewody prowadzone nad ścianami oddzielenia przeciwpożarowego na połaci dachu, należy zabezpieczyć przed rozprzestrzenianiem się ognia do sąsiedniej strefy pożarowej.
- Panele fotowoltaiczne montowane na dachach w sąsiedztwie ścian oddzielenia przeciwpożarowego powinny być oddalone minimum 2,50 m od granicy strefy pożarowej lub górna krawędź modułu PV powinna być minimum 0,3 m poniżej górnej granicy ściany oddzielenia przeciwpożarowego.
- W przypadku budynków o kubaturze brutto ponad 1000 m<sup>3</sup>, wyposażonych w przeciwpożarowy wyłącznik prądu, układ rozłączający napięcie DC musi znajdować się poza wnętrzem budynku. Przewody prowadzone w obrębie dróg ewakuacyjnych powinny mieć klasę reakcji na ogień B2ca.
- Zabrania się umieszczenia inwertera na drogach ewakuacyjnych.
- W przypadku rezygnacji z optymalizatorów mocy stosować wyłącznik przeciwpożarowy typu ProJoy.

**Uwaga:**

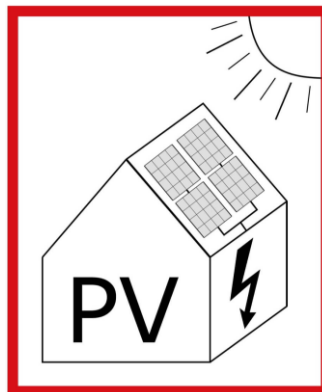
***Wymiary konstrukcji wsporczej czy paneli fotowoltaicznych mogą się różnić w zależności od wybranego producenta urządzeń i osprzętu. Tak samo w zależności od producenta inwertera mogą wynikać rozbieżności w podłączeniu paneli fotowoltaicznych – w takim przypadku zawsze należy przestrzegać zaleceń producenta zawartych w dokumentacji techniczno-ruchowej podczas podłączania oraz późniejszego uruchomienia inwertera.***

**6.11.1. Oznaczenie instalacji fotowoltaicznej**

Oznaczenie obiektu (instalacji) należy wykonać znakiem bezpieczeństwa, zgodnym z Polską Normą PN-HD 0364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 7-712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji – Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania, informującym o obecności w obiekcie instalacji fotowoltaicznej.

Instalacja zostanie oznakowana poniższym znakiem w następujących miejscach:

- w złączu pożarowego wyłącznika prądu
- w tablicy licznikowej obwodów administracyjnych instalacji elektrycznej,
- w tablicy administracyjnej do której wpięta jest instalacja fotowoltaiczna
- w pobliżu przycisków pożarowego wyłączenie prądu.



Oprócz powyższego oznaczenia, na poszczególnych elementach instalacji fotowoltaicznej, a w szczególności:

- na obudowie falownika,
- na obudowie wyłącznika izolacyjnego DC,
- na trasach kablowych DC,

zaleca się umieszczenie dodatkowych etykiet informujących o potencjalnym zagrożeniu w postaci:

- porażeniem prądem,
- łukiem elektrycznym,
- występującym wysokim napięciu.

Zastosowane etykiety powinny być samoprzylepne oraz odporne na:

- uszkodzenia mechaniczne,
- działanie promieni słonecznych,



- niskie i wysokie temperatury,
- odczynniki chemiczne,
- wilgoć i wodę.

Poniżej pokazano przykład etykiety informującej o zagrożeniu.



#### 6.11.2. Czynności po zakończeniu prac instalacyjnych

Po zakończeniu robót budowlanych polegających na instalowaniu urządzeń fotowoltaicznych o mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 6,5 kW, zgodnie z Art. 29 ust. 2 pkt 16b Ustawy Prawo budowlane Inwestor powiadomi właściwego dla miejsca lokalizacji inwestycji komendanta powiatowego (miejskiego) Państwowej Straży Pożarnej. Forma powiadomienia: pisemna lub w postaci elektronicznej. Celem zawiadomienia jest pozyskanie przez Państwową Straż Pożarną (PSP) informacji na potrzeby przygotowania do prowadzenia działań ratowniczych oraz realizacji zadań w obszarze kontrolno-rozpoznawczym. Zawiadomienie powinno zawierać szczegółowe informacje o lokalizacji urządzenia fotowoltaicznego i terminie rozpoczęcia jego użytkowania oraz z punktu widzenia potrzeb związanych z planowaniem i prowadzeniem działań ratowniczych w obiektach lub na terenach z urządzeniami fotowoltaicznymi co do zasady informacje w zakresie przygotowania obiektu budowlanego i terenu do prowadzenia działań ratowniczych, w szczególności:

- plan urządzenia fotowoltaicznego dla ekip ratowniczych,
- opis wyposażenia w przeciwpożarowy wyłącznik prądu lub innych rozwiązań przeznaczonych do wykorzystania przez ekipy ratownicze w celu odłączenia zasilania elektrycznego, np. rozłącznika DC
- informacje o oznaczeniu obiektu (instalacji) znakiem bezpieczeństwa.

#### 6.11.3. Ochrona przeciwporażeniowa podczas gaszenia pożaru

Straż pożarna po przyjeździe na miejsce pożaru zgodnie z procedurami wyłącza w budynku wielorodzinnym główne (pożarowe) wyłączniki prądu. Zarządca lub osoba przez niego wyznaczona powinna poinformować kierującego działaniami ratowniczymi (**KDR**) o wyposażeniu budynku w alternatywne źródła zasilania (instalacja fotowoltaiczna). Informacja ta jest kluczowa dla podjęcia decyzji o sposobie dalszego prowadzenia akcji gaśniczej oraz zastosowaniu środków gaśniczych (woda, piana, proszek gaśniczy, dwutlenek węgla). Jeśli na miejscu nie ma Zarządcy budynku, **KDR** powinien dokładnie przeprowadzić rozpoznanie wokół budynku, aby upewnić się czy jest on wyposażony w wyżej wymienione instalacje generujące napięcie. Z tego względu Wykonawca instalacji fotowoltaicznej powinien w widocznym miejscu umieścić podstawowe informacje na temat

ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	6. Opis techniczny	Str. 6/11 EP9 – 2368/2024
--	--------------------	------------------------------

systemu fotowoltaicznego - schemat połączeń, rozmieszczenie poszczególnych elementów i kabli. Powinny być one zawarte również w instrukcji bezpieczeństwa pożarowego, ulokowanej w miejscu dostępnym dla kierującego działaniem ratowniczym.

***W pobliżu przycisków wyłączenia pożarowego oraz aparatów wykonawczych umieścić naklejki informujące o alternatywnym źródle zasilania.***

#### **6.11.4. Wytyczne CPR**

Instalacje elektryczne i teletechniczne projektuje się wykonać za pomocą kabli bezhalogenowych i nierozprzestrzeniających płomienia:

- na drogach ewakuacyjnych klasy **B2Ca** typu N2XH-J,.
- w pozostałych pomieszczeniach klasy **DCa** typu. HDXpzo,.
- Niezależnie od powyższego należy stosować kable i przewody o poziomie izolacji min. 0,45/0,75 kV. Przejście przewodów przez ściany oddzielania przeciwpożarowego należy uszczelnić w sposób zapewniający utrzymanie klasy odporności ogniowej przegrody.
- Przekroje przewodów/kabli i wartości zabezpieczeń dobrano do obciążenia, spadków napięć i warunków zwarciovych w poszczególnych obwodach.

#### **6.11.5. Pozostałe uwagi**

- Opis techniczny wraz z częścią rysunkową stanowią całość i jako taka powinny być rozpatrywane razem, a w przypadku rozbieżności należy poinformować o tym autora projektu.
- Wszelkie uzasadnione zmiany, które wykonawca chciałby wprowadzić do projektu (na etapie wykonawstwa) muszą być uzgodnione z autorem projektu.
- Wszelkie prace budowlano-montażowe związane z realizacją niniejszego projektu należy wykonać zgodnie z obowiązującymi normami oraz wytycznymi technicznymi, a w szczególności przestrzegać przepisów BHP,
- Wszystkie wykonywane prace oraz proponowane materiały winny odpowiadać Polskim Normom i posiadać stosowną deklarację zgodności lub posiadać znak CE i deklarację zgodności z normami zharmonizowanymi oraz posiadać niezbędne atesty tak aby spełniać obowiązujące przepisy.
- Wykonawca jest obowiązany do wykonania wszystkich prac w załączonym opisie technicznym do projektu. Niezależnie od powyższego Wykonawca jest obowiązany do uzyskania dobrego rezultatu końcowego. Wszelkie niezgodności, ewentualne braki lub niezgodności interpretacyjne dokumentacji w zakresie instalacji słaboprądowych należy uzgadniać z Inwestorem oraz Projektantem.
- Podczas instalacji zakupionych urządzeń należy przestrzegać zaleceń producenta (DTR) a w przypadku wątpliwości konsultować z autorem projektu.
- Instalacja fotowoltaiczna przystosowana jest do montażu w późniejszym terminie blokera ograniczającego eksport energii elektrycznej do sieci elektroenergetycznej.

Opracował  
mgr inż. Mieczysław Niedźwiecki

7.1.Dobór ogranicznika przepięć DC

Napięcia ogranicznika przepięć:

Uc = 1,2 · Uoc

- Uc - max napięcia pracy trwałej
- 1,2 – współczynnik uwzględniający wzrost napięcia w funkcji spadku temperatury
- Uoc – napięcia na zaciskach nieobciążonego modułu PV

Uc = 1,2 · 30 · 41,78 = 1504

Ograniczniki przepięć stosowane po stronie DC powinny być przystosowane do pracy przy napięciu 1500V

7.2.Dobór zabezpieczeń w tablicy administracyjnej

Falownik		
	Moc zainstalowana na obwodzie:	Pi = 33,3 kW
	Napięcie:	UN = 400V
	Prąd obliczeniowy:	$IB = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot UN \cdot cos\varphi} = \frac{33300}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 51,2A$
	Zabezpieczenie obwodu:	B63A
Dobór kabla: (sprawdzenie istniejącego kabla)		
	Kabel:	YKY 5x35 mm <sup>2</sup>
	Sposób ułożenia	A2
	Obciążalność długotrwała Iz:	83 A
	Współczynniki korekcyjne ze względu na ułożenie kabla: kg/kt(30°C)	0,8/1
	Skorygowana obciążalność długotrwała Idd:	66,4 A
Warunki koordynacji z zabezpieczeniem:		
1)	IB < In < Idd	51,2A ≤ 63A ≤ 64,4A
2)	I2=1,45xIn < 1,45xId	91,4A ≤ 96,3A
		są spełnione
	Spadek napięcia:	$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U_N^2} = \frac{100 \cdot 33300 \cdot 80}{56 \cdot 25 \cdot 400^2} = 1,18\%$

ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	7. Obliczenia techniczne	Str. 7/2 EP9 – 2368/2024
--	--------------------------	-----------------------------

**7.3. Symulacja instalacji fotowoltaicznej**

**str. 8/3 ÷ 5**

Instalacje fotowoltaiczna

Lp.	Katalog	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość	Uwagi
1	2	3	4	5	6
<b>1.1 Generator fotowoltaiczny</b>					
1.		Panel fotowoltaiczny monokrystaliczny o mocy 460Wp	szt.	90	
2.		Optymalizator mocy (na dwa panele PV)	szt.	45	
3.		Inwerter 33,3 kW	szt.	1	
4.		Skrzynka przyłączeniowa 3 łańcuchów PV z rozłącznikiem DC generatora PV	kpl.	1	
5.		Kabel solarny 6 mm <sup>2</sup> /1800V DC (czerwony)	m	350	
6.		Kabel solarny 6 mm <sup>2</sup> /1800V DC (niebieski)	m	350	
7.		Kabel YKY 5x25 mm <sup>2</sup> /1kV	m	80	
8.		Wyłącznik nadprądowy 3-biegunowy B63A	szt.	1	Montaż w ZK2
<b>1.2 Konstrukcja wsporcza</b>					
1.		Klema końcowa Z35 RAL Czarny	szt.	100	
2.		Klema środkowa U24 RAL Czarny	szt.	130	
3.		Płytką uziemiająca 40x40mm	szt.	65	
4.		Śruba imbusowa A2 M8x25	szt.	230	
5.		Wpust Aluminiowy M8 z kulką	szt.	230	
6.		Konstrukcja tylko z profili montazowych 40x40x2200	szt.	25	
7.		Śruba sześciokątna M10x20	szt.	70	
8.		Nakrętka kołnierzowa ząbkowana A2 M10	szt.	70	
9.		Trójkąt duży 30 stopni	szt.	32	
10.		Płyta montowana pod membranę/papę	szt.	64	
11.		Zaślepka szyny czarna 40x40	szt.	100	

ELEKTROPROJEKT® S.A. Oddział w Lublinie	10. Spis rysunków	Str. 10/1 EP9 – 2368/2024
--	-------------------	------------------------------

Nr rysunku	Tytuł rysunku	Nr archiwalny	U w a g i
<b>E-1.</b>	Plan rozmieszczenia paneli fotowoltaicznych	8-07 708	
<b>E-2.</b>	Schemat strukturalny zasilania budynku z uwzględnieniem instalacji fotowoltaicznej	8-07 709	
<b>E-3.</b>	Widok konstrukcji systemowej pod panele fotowoltaiczne. Przykład rozwiązania systemowego.	3-08 859	