

# PROJEKT WYKONAWCZY

## Nazwa inwestycji

**Przebudowa budynku Szkoły Podstawowej im. Bolesława Prusa w Sadurkach polegająca na termomodernizacji.**

## Nazwa projektu

**Projekt instalacji fotowoltaicznej dla budynku Szkoły Podstawowej im. Bolesława Prusa w Sadurkach.**

## Inwestor

**Gmina Nałęczów, Powiat Puławski  
ul. Lipowa 3 ; 24-150 Nałęczów**

## adres inwestycji

**Szkoła Podstawowa im. Bolesława Prusa w Sadurkach  
Sadurki 106, 106A; 24-150 Nałęczów, powiat puławski,  
dz. nr ew. 691/1, obręb 0012\_Sadurki, identyfikator działki 061408\_5.0012.691/**

## Branża

**Elektryczna  
kat. obiektu budowlanego: IX**

Data opracowania	Grudzień 2023			
Spis zawartości	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Strona tytułowa i oświadczenie</li><li>2. Uprawnienia oraz zaświadczenie o przynależności do Izby Inżynierów Budownictwa</li><li>3. Opis techniczny</li><li>4. Rysunki</li><li>5. Załączniki</li></ol>			
Zespół autorski	Imię i nazwisko	Specjalność i numer uprawnień budowlanych	Zakres opracowania	Podpis
Projektant	mgr inż. Magda Winiarek - Skoneczna	upr. nr MAZ/0568/PBE/16 do projektowania w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych bez ograniczeń	Instalacje elektryczne	
Opracował				
Sprawdzający	mgr inż. Zbigniew Winiarek	upr. nr Wa-379/01 do projektowania i kierowania robotami bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych	Instalacje elektryczne	

# SPIS TREŚCI

<b>1. Oświadczenia projektanta i sprawdzającego</b>	<b>3</b>
<b>2. Opis techniczny</b>	<b>7</b>
2.1. Przedmiot opracowania	7
2.2. Podstawa opracowania	8
2.3. Zakres opracowania	8
2.4. Elementy instalacji	8
2.5. Opis zamierzenia	9
2.6. Moduły fotowoltaiczne	10
2.7. Inwerter	10
2.8. Okablowanie DC i złącza solarne	10
2.9. Okablowanie AC	11
2.10. Wyłączenie pożarowe i awaryjne	11
2.11. Zabezpieczenia	12
2.12. Instalacja odgromowa	13
2.13. Uziemienie elementów przewodzących	13
2.14. Znak bezpieczeństwa	13
<b>3. Obliczenia techniczne</b>	<b>15</b>
3.1. Sprawdzenie napięcia MPPT	14
3.2. Sprawdzenie prądu MPPT	16
3.3. Sprawdzenie spadków napięć po stronie AC	17
3.4. Dobór wyłączników nadprądowych	18
3.5. Dobór wkładki topikowej DC	18
3.6. Dobór ograniczników przepięć DC	18
3.7. Dobór ograniczników przepięć AC	18
<b>4. Wytyczne dotyczące przeglądów i konserwacji instalacji PV oraz wykaz pomiarów koniecznych do uruchomienia instalacji</b>	<b>20</b>
4.1. Przegląd instalacji PV	19
4.2. Konserwacja instalacji PV:	20
4.3. Wykaz pomiarów koniecznych do uruchomienia instalacji	20
<b>5. Uwagi ogólne</b>	<b>22</b>
<b>6. Spis rysunków</b>	<b>24</b>
<b>7. Załączniki</b>	<b>25</b>

# 1. Oświadczenia projektanta i sprawdzającego

Ja niżej podpisany na podstawie art.20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994r. – Prawo Budowlane( z późniejszymi zmianami) oświadczam, że niniejszy projekt budowlany:

## **PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ DLA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM. BOLESŁAWA PRUSA W SADURKACH**

został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

Inst. elektryczne: mgr inż. Magda Winiarek-Skoneczna upr. nr MAZ/0568/PBE16  
(projektujący)

Inst. elektryczne: mgr inż. Zbigniew Winiarek upr. nr Wa-379/01  
(sprawdzający)



Mazowiecka Okręgowa Izba Inżynierów Budownictwa  
Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna  
sygn. akt. MAZ/7131/183/16/E

Warszawa, dnia 28 grudnia 2016 r.

### DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust.1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (Dz.U. z 2014 r. poz. 1946) i art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, ust. 2, 3 i 4c pkt 1, art. 13 ust. 1 i 4, art. 14 ust. 1 pkt 4 lit. c ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (tekst jedn.: Dz.U. z 2016 r., poz. 290) oraz § 10 i 14 ust. 5 rozporządzenia Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 11 września 2014 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. poz. 1278), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

**Pani mgr inż. Magda Winiarek - Skoneczna**  
ur. dnia 15 lipca 1986 roku w Warszawie  
otrzymuje

**UPRAWNIENIA BUDOWLANE**  
**numer ewidencyjny MAZ/0568/PBE/16**  
**do projektowania**  
**w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń**  
**elektrycznych i elektroenergetycznych**  
**bez ograniczeń**

### UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 K.p.a. odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

### Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

### Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

dr hab. inż. Eugeniusz Koda, prof. nadzw. ....

mgr inż. Irena Churska .....

mgr inż. Krzysztof Karol Booss .....





### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

MAZ-LSL-T7Y-RGX \*

Pani MAGDA WINIAREK-SKONECZNA o numerze ewidencyjnym MAZ/IE/0159/17  
adres zamieszkania ul. JANA OLBRACHTA 5/46, 01-111 WARSZAWA  
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2023-04-01 do 2024-03-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-03-20 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go  
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

\* 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.



WOJEWODA MAZOWIECKI

Warszawa, dnia 21.12.2001 r.

Nr ewid. uprawnień: Wa-379/01

## DECYZJA NR 551/01

Na podstawie art. 13 i 14 ustawy z dnia 07 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.Nr 89 z 1994 r. poz. 414) z późn. zm. oraz § 9 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U.Nr 8 z 1995 r. poz. 38), w związku z art. 104 § 1 i 2 Kpa, po rozpatrzeniu wniosku Pana mgr inż. Zbigniewa Krzysztofa Winiarka, 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 E

**Panu Zbigniewowi Krzysztofi Winiarkowi**  
magistrowi inżynierowi elektrykowi  
ur. dnia 12 czerwca 1954 r. w Warszawie

### UPRAWNIENIA BUDOWLANE DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA ROBOTAMI BEZ OGRANICZEŃ W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNEJ W ZAKRESIE SIECI, INSTALACJI I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH I ELEKTROENERGETYCZNYCH

Zgodnie z § 4 ust. 2 rozporządzenia Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 30 grudnia 1994 r. uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń stanowią również podstawę do sprawdzania projektów budowlanych w specjalności objętej tymi uprawnieniami.

### UZASADNIENIE

W związku z potwierdzeniem przez Komisję egzaminacyjną, powołaną przez Wojewodę Mazowieckiego, Zarządzeniem Nr 128 z dnia 12 czerwca 2001 r., posiadania przez Pana mgr inż. Zbigniewa Krzysztofa Winiarka, wymaganego prawem wykształcenia oraz praktyki zawodowej koniecznej do uzyskania uprawnień budowlanych w powyższej specjalności i po uzyskaniu pozytywnego wyniku z egzaminu na uprawnienia budowlane - orzeczono jak w sentencji.

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji za pośrednictwem Wojewody Mazowieckiego.



Z up. Wojewody Mazowieckiego  
ARCHITEKT WOJEWÓDZKI  
*Barbara Łasinska*  
mgr inż. arch. Barbara Łasinska



### Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:  
MAZ-KLE-W62-DE4 \*

Pan ZBIGNIEW WINIAREK o numerze ewidencyjnym MAZ/IE/2094/02  
adres zamieszkania ul. JANA OLBRACHTA 5 m 46, 01-111 WARSZAWA  
jest członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane  
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.  
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2024-01-01 do 2024-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym  
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2023-12-18 roku przez:

Roman Lulis, Przewodniczący Rady Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

Zgodnie z art. 78<sup>1</sup> K.c.

§ 1. Do zachowania elektronicznej formy czynności prawnej wystarczy złożenie oświadczenia woli w postaci elektronicznej i opatrzenie go  
kwalifikowanym podpisem elektronicznym.

§ 2. Oświadczenie woli złożone w formie elektronicznej jest równoważne z oświadczeniem woli złożonym w formie pisemnej.

\* 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.



Weryfikacja poprawności danych  
w niniejszym zaświadczeniu  
można sprawdzić za pomocą  
numeru weryfikacyjnego  
zaświadczenia na stronie  
Polskiej Izby Inżynierów  
Budownictwa

## 2. Opis techniczny

### 2.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt małej instalacji fotowoltaicznej o łącznej mocy 14,72 kWp, składającej się z 32 szt. modułów o mocy znamionowej 460Wp. Urządzenia przekształcające wyprodukowaną energię z prądu stałego na przemienny stanowi dobrany odpowiednio do mocy znamionowej generatora, inwerter o mocy 15kW, spełniający warunki przyłączenia do sieci. Lokalizację inwertera przewiduje się wewnątrz obiektu, możliwie jak najbliżej rozdzielnic głównej niskiego napięcia. Od inwertera do rozdzielnic RAC, oraz od rozdzielnic RAC do rozdzielnic głównej należy poprowadzić przewód YDY 5x16mm<sup>2</sup> do rezerwy w istniejącej rozdzielnic. Jako zabezpieczenie strony AC należy w RAC zamontować rozłączniki izolacyjne 3 polowe 40A oraz ograniczniki przepięć typ I+II AC. Dodatkowo projektuje się rozdzielnicę RWPP zabezpieczającą wyłączniki przeciwpożarowe ProJoy za pomocą wyłączników nadprądowych FAZ-B6/1P. W istniejącej rozdzielnic zabezpieczenie nadprądowe AZ-3P-B40A dla falownika oraz AZ-3P-B16A dla rozdzielnic RWPP. Napięcie zasilania 230/400V, 50Hz w układzie zasilania TN-S. System ochrony od porażeń prądem elektrycznym wg PN-IEC 60364 - 4 - Ochrona przed dotykiem pośrednim. Ochrona dodatkowa realizowana będzie poprzez szybkie samoczynne odłączenie zasilania w wymaganym czasie. Obudowę na zabezpieczenia elektryczne należy zastosować w II klasie ochronności na napięcie min. 1000V(rozdzielnia DC) oraz min. 750V (rozdzielnia AC).

Instalacja fotowoltaiczna służy do produkcji energii elektrycznej z promieniowania słonecznego. Moduły fotowoltaiczne zostaną rozmieszczone na dachu budynku SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM. BOLESŁAWA PRUSA W SADURKACH.

Projektowana instalacja fotowoltaiczna będzie typu „on-grid” tj. będzie przyłączona na stałe do sieci elektroenergetycznej. Energia elektryczna produkowana przez instalację fotowoltaiczną wykorzystywana będzie na potrzeby własne obiektu, a nadwyżki produkowanej energii zostaną przesłane do sieci.

Wyprodukowana energia elektryczna prądu stałego zostaje zamieniona w falownikach na energię trójfazowego prądu przemiennego o napięciu 400V.

## 2.2. Podstawa opracowania

Projekt został sporządzony w oparciu o:

- PN-HD 60364-7-712:2016 Instalacje elektryczne niskiego napięcia - część 7-712:

Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV)

układy zasilania

- obowiązujące normy i przepisy
- uzgodnienia z inwestorem
- zasady sztuki budowlanej

## 2.3. Zakres opracowania

- Dobór inwertera,
- Połączenie i optymalizacja łańcuchów paneli PV,
- Dobór zabezpieczeń paneli i inwerterów,
- Schemat elektryczny,

## 2.4. Elementy instalacji

L. p.	Komponent	Ilość [szt.]
1	Moduł fotowoltaiczny o mocy 460Wp	32
2	Inwerter 15 kW	1
4	Urządzenie monitorujące stan pracy inwertera Data Logger COM100E	1
5	Rozdzielnica RAC strony AC	1
6	Rozdzielnica RWPP strony AC	1
7	Rozdzielnice RDC strony DC	1
8	Wyłącznik przeciwpożarowy ProJoy strony DC	1
9	Zabezpieczenie AZ-3P-B40A Eaton	1
10	Zabezpieczenie AZ-3P-B16A Eaton	1
11	Zabezpieczenie AC typ I+II 275V 4P	1
12	Zabezpieczenie DC typ I+II 1000V	2
13	Podstawa bezpiecznikowa 2P 25A 1000vdc 10X38mm DC	2
14	Wkładka bezpiecznikowa cylindryczna PV 10x38mm 20A 1000V DC	2

15	Rozłącznik izolacyjny Eaton IS-40/3 40A	1
16	Przewody solarne o przekroju 6mm <sup>2</sup> na napięcie znamionowe 1000V	wg. potrzeb
17	Przewód YDY 5X16	wg. potrzeb
18	Konektor MC4 do kabli PV 4-6mm <sup>2</sup>	wg. potrzeb

Tabela 1.4.1 Zestawienie elementów projektowanej instalacji.

## 2.5. Opis zamierzenia

Zaprojektowane zostały moduły fotowoltaiczne o nominalnej mocy 460Wp. Zamontowane zostaną one na konstrukcjach wsporczej montowanej na dachu. Panele należy zamontować zgodnie planem ułożenia paneli PV zaznaczonym na rys. PV-01 "PLAN PANELI FOTOWOLTAICZNYCH"

Energia z paneli będzie odprowadzana poprzez kable solarne o przekroju 6mm<sup>2</sup> do dwóch inwerterów o mocy 15kW. Ciągi paneli PV będą tworzyły łańcuchy które zostaną podłączone poprzez rozdzielnice RDC do inwertera. Projektuje się 2 łańcuchy o łącznej ilości paneli 32 sztuk. Połączenia łańcuchów zostały zaznaczone na rys. PV-02 "SCHEMAT ELEKTRYCZNY PV"). Prąd stały wyprodukowany przez generator PV, za pomocą inwertera będzie „przekształcany” na prąd przemienny o napięciu 400V/230V i przesyłany do instalacji elektrycznej w budynku. Zaprojektowano inwerter fotowoltaiczny o mocy 15 kW wyposażony w interfejs komunikacyjny RS485. W przypadku zaniku napięcia zasilania sieciowego inwerter zostaje automatycznie wyłączony. Zabezpieczenia AC i DC zostaną zamontowane w skrzynkach elektrycznych. Zaprojektowano system w instalacji fotowoltaicznej, polegający na połączeniu wszystkich konstrukcji paneli PV z przewodem uziemiającym żółto-zielonym LgY16mm<sup>2</sup>. Przewód uziemiający należy sprowadzić do punktu przyłączenia instalacji fotowoltaicznej po stronie DC i AC. Przewód uziemiający należy połączyć z GSU budynku. Należy dokonać połączeń pomiędzy GSU i ochronnikami przepięciowymi po stronie DC i AC. Należy zmierzyć wartość rezystancji uziemienia GSU, wartość ta nie może przekraczać  $R < 10\Omega$ .

W celu możliwości rozliczania za energię elektryczną niezbędna jest wymiana przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego licznika energii elektrycznej na dwukierunkowy. Wymiana jest całkowicie bezpłatna i należy do obowiązków Operatora Systemu Dystrybucyjnego.

## 2.6. Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne składają się z ogniw półprzewodnikowych, wykorzystujących zjawisko fotowoltaiczne do zamiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny. Ogniwa połączone

między sobą tworzą moduły fotowoltaiczne, z których energia elektryczna przekazywana jest za pomocą połączeń kablowych DC. Moduły fotowoltaiczne umieszczone na systemie mocowań będą łączone w łańcuchy kablami DC. Lokalizację modułów fotowoltaicznych przedstawiono na planie paneli fotowoltaicznych (rys. PV-01 "PLAN PANELI FOTOWOLTAICZNYCH") Szczegóły parametrów dotyczących paneli PV przedstawia karta katalogowa stanowiąca załącznik nr. 1.

## 2.7. Inwerter

Zadaniem inwertera jest przekształcenie energii elektrycznej wygenerowanej przez moduły na prąd przemienny oraz przekazanie jej do instalacji elektrycznej. W projektowanej instalacji fotowoltaicznej zastosowano falownik o mocy 15kW. Inwertery po wykryciu obecności napięcia strony AC automatycznie synchronizują się z siecią elektroenergetyczną Operatora Systemu Dystrybucyjnego (OSD). Po zaniku napięcia OSD (AC) inwerter przejdzie automatycznie w stan oczekiwania aż do momentu jego powrotu. Stan oczekiwania z ang. „standby” tj. stan w którym falownik jest wzbudzony przez stronę DC ale nie przesyła prądu do sieci. Następnie falownik czeka na powrót napięcia sieci do określonego zakresu przed próbą ponownej synchronizacji z siecią. Inwerter posiada własne układy regulacji i zabezpieczeń, mające na celu utrzymanie właściwych parametrów energii elektrycznej oraz zabezpieczenia przed pracą wyspą. Projektowany inwerter posiadają niezależne wejścia DC i układy MPPT. Inwerter jest w stanie generować napięcie opóźnione lub wyprzedzające składową prądową w zakresie od 0,8 poj. do 0,8 ind. Zaleca się, żeby w pierwszym etapie po uruchomieniu instalacji PV składowa napięcia nie była przesunięta względem składowej prądu, czyli aby napięcie inwertera miało charakter czysto rezystancyjny ( $\cos\phi=1$ ). Zmianę w/w ustawień falownika można dokonać dopiero po przeprowadzeniu analizy obiektu pod względem występowania mocy biernej. Szczegóły parametrów dotyczących inwertera przedstawia karta katalogowa stanowiąca załącznik nr. 2.

## 2.8. Okablowanie DC i złącza solarne

Do połączenia paneli PV między sobą, oraz między panelami, a inwerterem zaprojektowano kable fotowoltaiczne o przekroju 6mm<sup>2</sup> odporne na promieniowanie UV i warunki atmosferyczne, bezhalogenowe, ognioodporne, spełniające normy PN-EN50395, PN-EN60332-1, PN-EN61034-2. Każdy moduł jest standardowo wyposażony w okablowanie (biegun dodatni i biegun ujemny) o przekroju 4mm<sup>2</sup> zakończone złączkami fabrycznymi złączkami solarnymi (końcówka męska + końcówka żeńska). Skrajne moduły są połączone z wejściami DC falownika za pomocą dodatkowych przewodów DC o przekroju 6mm<sup>2</sup> także zakończonych złączkami solarnymi. Z uwagi na stałą polaryzację napięcia oprzewodowanie dodatkowe przyjmuje się w kolorze czerwonym (biegun



dodatni) i kolorze czarnym (biegun ujemny). Zaprojektowane dodatkowe przewody solarne posiadają odporność na promieniowanie UV. Łącuchy przyporządkowano do odpowiednich wejść DC falowników. Nadmiary indywidualnych przewodów DC należy przypiąć do systemu mocowań modułów za pomocą opasek tworzywowych lub/i klipsów metalowych odpornych na promieniowanie UV oraz szkodliwe czynniki atmosferyczne. Zgrupowane okablowania DC prowadzone bezpośrednio pod modułami PV należy wykonać w rurkach tworzywowych karbowanych odpornych na promieniowanie UV. Zewnętrzne trasy oprzewodowania DC prowadzi się w rurkach tworzywowych karbowanych odpornych na promieniowanie UV. Należy zwrócić szczególną uwagę na rodzaj złącz solarnych zastosowanych w modułach. Złącza solarne używane w projekcie powinny być kompatybilne. Zaleca się aby pochodziły od tego samego producenta.

## **2.9. Okablowanie AC**

Pomiędzy polem odpływowym rozdzielniczy głównej budynku, a rozdzielnicami RAC przewiduje się połączenie wykonane kablami miedzianych prowadzonymi w korycie metalowym perforowanym. Przekroje okablowania odpowiednio dobrano do mocy falowników. Parametry elektryczne zastosowanych kabli dobrano do warunków obciążenia długotrwałego, skuteczności ochrony przeciwporażeniowej oraz spadków napięć.

## **2.10. Wyłączenie pożarowe i awaryjne**

Wyłączenie przeciwpożarowe oraz awaryjne stanowi wyłącznik przeciwpożarowy ProJoy. Przeznaczony jest do bezpiecznego i nagłego odcięcia zasilania w instalacjach fotowoltaicznych w przypadku awarii i/lub pożaru. W przypadku pożaru ekipy gaśnicze mogą być narażone na poważne zagrożenia w związku z prądem płynącym w instalacji fotowoltaicznej (nawet po wyłączeniu przełącznika prądu stałego między falownikiem, a panelami). Jeżeli strażacy wyłączyli prąd przemienny (AC) przed gaszeniem pożaru, wyłącznik bezpieczeństwa ProJoy wykryje awarię sieci, a po 5 sekundach automatycznie wyłączy przełącznik izolacji. Wyłącznik powinien być zamontowany blisko panelu fotowoltaicznego, co stwarza bezpieczne środowisko dla strażaków - zmniejsza potencjalne uszkodzenia i zapewnia bezpieczeństwo systemu fotowoltaicznego. Wyłączniki przeciwpożarowe ProJoy resetują się automatycznie po przywróceniu zasilania AC - wyłącznik łączy obwód bez konieczności ingerencji użytkownika. Przewody zasilające wyłącznik przeciwpożarowy należy prowadzić w oddzielnych korytach metalowych perforowanych w systemie E90. W sytuacjach wyłączenia pożarowego następuje odłączenie obiektu od napięcia sieciowego, co również powoduje wyłączenie falownika po stronie AC, oraz zadziałaniem wyłącznika przeciwpożarowego. W trakcie trwania akcji gaśniczej/testów należy spodziewać się napięcia DC w obszarze paneli fotowoltaicznych i złącz WPP. Wszystkie trasy kablowe projektowanej instalacji przyjmuje się jako pozbawione napięcia niebezpiecznego DC. Należy regularnie kontrolować stan i

poprawność działania wszystkich WPP. Warunkiem całkowitego wyłączenia inwerterów łańcuchowych i ograniczenia występowania napięcia DC do obszaru paneli fotowoltaicznych i złącz WPP jest poprawne rozłączenie wszystkich rozłączników we wszystkich WPP. Szczegóły parametrów dotyczących wyłączników pożarowych przedstawia karta katalogowa stanowiąca załącznik nr. 3.

## 2.11. Zabezpieczenia

Zastosowano zabezpieczenia po stronie DC w postaci bezpieczników topikowych cylindrycznych gPV 10x38, 20A/1000V-DC oraz ograniczników przepięć typ I+II DC-1000V zamontowanych w skrzynce RDC. Ponadto inwerter fotowoltaiczny posiada wbudowaną wewnętrzną ochronę przepięciową DC oraz ochronę przeciwzwarciovą AC. Zabezpieczenia prądu stałego (DC) należy zainstalować między panelami PV i inwerterem. Natomiast zabezpieczenia prądu przemiennego (AC) należy zamontować między inwerterem, a rozdzielnią RAC do której przyłączana jest instalacja fotowoltaiczna. Jako zabezpieczenia po stronie AC przewidziano jako wyłącznik główny PV rozłączniki izolacyjne 3 polowe 40A oraz ogranicznik przepięć typ I+II AC dla falownika. Projektuje się rozdzielnicę RWPP zabezpieczającą wyłączniki przeciwpożarowe ProjJoy za pomocą wyłączników nadprądowych FAZ-B6/1P. W istniejącej rozdzielnicy należy zamontować wyłącznik nadprądowy AZ-3P-B40A dla falownika oraz AZ-3P-B16A dla rozdzielnicy RWPP. Zabezpieczeniem przeciwpożarowym instalacji fotowoltaicznej jest wyłącznik główny po stronie AC, po wyłączeniu zasilania od strony prądu przemiennego inwerter przestaje przetwarzać energię co skutkuje, że wszystkie obwody po stronie DC w tym samym momencie zostają odcięte od przepływu prądu. Po zaniku napięcia AC, wyłączniki przeciwpożarowe ProJoy automatycznie tworzą przerwę w obwodzie DC, dzięki czemu niebezpieczny prąd stały zostaje tylko w obrębie generatora PV oraz przewodach łączących generator z WPP. Po wznowieniu zasilania, wyłącznik przeciwpożarowy po upływie ok. 5 sekund automatycznie przełącza się w tryb pracy, zezwalając na przepływ prądu z generatora do inwertera. Wszystkie prace wykonać zgodnie z PN-EN 62305-1, PN-EN 62305-2, PN-EN 62305-4. Połączenie instalacji przedstawiono na rys PV-02 "SCHEMAT ELEKTRYCZNY".

## 2.12. Instalacja odgromowa

Dla potrzeb ochrony elementów instalacji PV przed bezpośrednimi wyładowaniami atmosferycznymi należy rozbudować istniejącą instalację odgromową budynku.

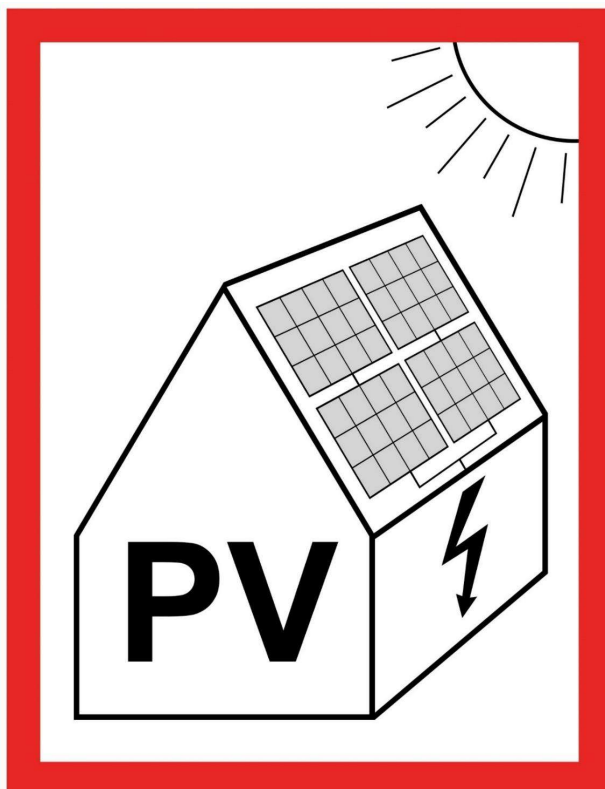
Celem ochrony instalacji PV w wybranych miejscach należy zainstalować zwody pionowe/poziome w postaci iglic, które przy założeniu III klasy ochrony odgromowej i metody toczącej się kuli o promieniu 45 m obejmą swoim zasięgiem wszystkie elementy instalacji PV instalowane na dachu hali. Należy zachować odstęp izolacyjny min. 0,5 m od elementów projektowanej instalacji fotowoltaicznej.

## 2.13. Uziemienie elementów przewodzących

Wszystkie elementy przewodzące instalacji PV należy uziemić zgodnie z zaleceniami producentów jakie zawarto w kartach katalogowych i instrukcjach montażu. Typ i przekrój przewodu do wykonania połączeń wyrównawczych przyjmuje się jako LgYżo 1x16mm<sup>2</sup>

## 2.14. Znak bezpieczeństwa

Obecność instalacji fotowoltaicznej w obiekcie wymaga oznakowania informującego ekipy strażackiej. Wzór znaku bezpieczeństwa przedstawiono poniżej. Należy umieścić go przy wyłączniku PWP oraz w pomieszczeniu RGnn.



Rys. 1.13.1 Znak bezpieczeństwa „Instalacja PV w obiekcie”.

### 3. Obliczenia techniczne

#### 3.1. Sprawdzenie napięcia MPPT

Projektuje się połączenie modułów fotowoltaicznych w układ szeregowy tworząc w ten sposób łańcuchy fotowoltaiczne. W konsekwencji wypadkowa napięcia utworzonego łańcucha będzie sumą napięć wszystkich połączonych szeregowo modułów. Z uwagi na tendencje modułów do zmiany napięć wyjściowych w różnych temperaturach otoczenia należy potwierdzić stosownymi obliczeniami czy wypadkowa napięć mieści się w dopuszczalnym zakresie napięć układu MPPT falownika.

Zgodnie z charakterystyką modułów fotowoltaicznych należy się spodziewać najwyższych napięć na zaciskach łańcuchów otwartych w niskich temperaturach. Z kolei najniższych napięć należy się spodziewać w łańcuchach pracujących w wysokich temperaturach otoczenia i pracujących przy pełnej ich mocy.

Rozpatruje się warunki brzegowe tj. najwyższe napięcie obliczeniowe w warunkach STC i najniższe napięcie obliczeniowe w warunkach NOCT.

##### Założenia:

- a) Maksymalna liczba modułów fotowoltaicznych połączonych szeregowo w jeden łańcuch: **16szt.**
- b) Minimalna liczba modułów fotowoltaicznych połączonych szeregowo w jeden łańcuch: **16szt.**
- c) Zakres napięć pojedynczego MPPT falownika: **160 ÷ 1000VDC**
- d) Standardową temperaturę obliczeniową modułu: **25°C**
- e) Napięcie modułu fotowoltaicznego 480Wp w obwodzie DC otwartym ( $U_{OC}$ ): **42,05V**
- f) Napięcie modułu fotowoltaicznego 480Wp pracującego z maksymalną mocą ( $U_{MPP}$ ): **34,72V**
- g) Temperaturowy współczynnik napięcia modułu fotowoltaicznego: **-0,25%/°C**
- h) Minimalną obliczeniową temperaturę modułu wg. PN-EN 12831: **-20°C**
- i) Maksymalną obliczeniową temperaturę modułu wg. PN-EN 12831: **70°C**

##### Wyznaczenie napięcia modułu w obwodzie otwartym:

$$U_{OC}(T_r) = U_{OC} \left[ 1 + (T_r - 25) \frac{\beta_T}{100} \right] [V]$$

$$U_{OC}(T_r) = 42,05 \left[ 1 + (-20 - 25) \frac{-0,25}{100} \right] [V]$$

$$U_{OC(T_r)} = 46,85[V]$$

Sprawdzenie kryterium napięcia MPPT dla obwodu otwartego:

$$U_{OC\ LA\acute{N}CUCHA} < U_{MPPT\ MAX.}$$

$$16 \cdot 46,85 < 1000$$

$$749,6 < 1000$$

**Warunek spełniony**

Wyznaczenie napięcia modułu pracującego z maksymalną mocą:

$$U_{MPP(T_r)} = U_{MPP} \left[ 1 + (T_r - 25) \frac{\beta_T}{100} \right] [V]$$

$$U_{MPP(T_r)} = 34,72 \left[ 1 + (70 - 25) \frac{-0,25}{100} \right] [V]$$

$$U_{MPP(T_r)} = 30,76[V]$$

Sprawdzenie kryterium napięcia MPPT dla obwodu pracującego z maksymalną mocą:

$$U_{MPP\ LA\acute{N}CUCHA} > U_{MIN.\ MPPT}$$

$$16 \cdot 30,76 > 160$$

$$492,16 > 160$$

**Warunek spełniony**

### 3.2. Sprawdzenie prądu MPPT

Projektuje się połączenie równoległe dwóch łańcuchów fotowoltaicznych w poszczególnych układach MPPT. W konsekwencji wypadkowa napięcia pozostanie na poziomie wyliczonym w pkt. 2.1, a wypadkowa prądu MPPT będzie sumą prądów dwóch łańcuchów fotowoltaicznych. Z uwagi na tendencje modułów do zmiany prądów wyjściowych w różnych temperaturach otoczenia należy potwierdzić stosownymi obliczeniami czy wypadkowa prądów mieści się w dopuszczalnym zakresie prądów układu MPPT falownika. Zgodnie z charakterystyką modułów fotowoltaicznych należy się spodziewać wyższych prądów w wysokiej temperaturze modułu i analogicznie niższych prądów w niskiej temperaturze modułu.

#### Założenia:

- a) Liczbę łańcuchów fotowoltaicznych połączonych równoległe do jednego układu MPPT: **1**
- b) Dopuszczalny ciągły prąd pracy układu MPPT: **30A**
- c) Maksymalny prąd pracy modułu fotowoltaicznego 480Wp ( $I_{MP(STC)}$ ): **13,25 A**
- d) Temperaturowy współczynnik prądu modułu fotowoltaicznego: **+0,046%/°C**
- e) Maksymalną obliczeniową temperaturę modułu wg. PN-EN 12831: **70°C**

#### Wyznaczenie prądu modułu pracującego w warunkach STC:

$$I_{SC}(T_r) = I_{SC} \left[ 1 + (T_r - 25) \frac{\alpha_T}{100} \right] [A]$$

$$I_{SC}(T_r) = 13,25 \left[ 1 + (70 - 25) \frac{0,046}{100} \right] [A]$$

$$I_{SC}(T_r) = 13,53[A]$$

#### Sprawdzenie kryterium prądu MPPT:

$$I_{MPP \text{ ŁAŃCUCHA}} \leq I_{MAX. MPPT}$$

$$13,53 \leq 30$$

**Warunek spełniony**

### 3.3. Sprawdzenie spadków napięć po stronie AC

Sprawdza się spadek napięcia strony AC. Przyjmuje się że falowniki nie znajdują się od rozdzielnic głównej niskiego napięcia dalej niż 20m. W przypadku konieczności montażu falowników dalej niż 20 metrów od rozdzielnic głównej niskiego napięcia, obliczenia spadku napięcia należy skorygować. W przypadku gdy falownik zostanie zamontowany w odległości mniejszej niż 20m. spadek napięcia zmniejszy się, co za tym idzie warunek będzie spełniony.

#### Założenia:

- a) Maksymalny zalecany spadek napięcia zgodnie ( $\Delta U_{NORM.}$ ): **<1%**
- b) Długość maksymalna połączenia wlv ( $l$ ): **20m**
- c) Przekrój pojedynczej żyły kabla AC ( $s$ ): **16mm<sup>2</sup>**
- d) Zestaw kablowy: **YKYżo 5x25 mm<sup>2</sup>**
- e) Konduktywność kabla DC ( $\delta$ ): **54 (materiał przewodzący - miedź)**
- f) Napięcie wyjściowe falownika ( $U_n$ ): **400V**
- g) Maksymalny prąd falownika ( $I_n$ ): **25 A**
- h) Obliczeniowy współczynnik kąta przesuwu fazowego  $\cos\phi$ : **0,8**

#### Wyznaczenie wartości spadku napięcia AC:

$$\frac{\Delta U}{U_n} = \frac{\sqrt{3} * I_n * l * \cos\phi}{\delta * U_n * s} * 100\%$$

$$\frac{\Delta U}{U_n} = \frac{\sqrt{3} * 25 * 20 * 0,8}{54 * 400 * 16} * 100\%$$

$$\frac{\Delta U}{U_n} = 0,2\%$$

#### Sprawdzenie warunku spadku napięcia AC:

$$\frac{\Delta U}{U_n} = \Delta U_{NORM.}$$

$$0,2 < 1$$

**Warunek spełniony**



### **3.4. Dobór wyłączników nadprądowych**

Zgodnie z zaleceniami producenta znajdującymi się w instrukcji montażu falownika, projektuje się wyłącznik nadprądowy AZ-3P-B40A Eaton.

### **3.5. Dobór wkładki topikowej DC**

Ze względu na prąd zwarciaowy paneli fotowoltaicznych o mocy 460Wp, który wynosi 13,99A dobrano najbardziej optymalną wkładkę bezpiecznikową gPV 20A dedykowanych do instalacji fotowoltaicznych. Należy pamiętać że natężenie wyjściowe modułu w warunkach STC, może się zmieniać wraz ze zmianą warunków atmosferycznych. Warto przyjąć że natężenie prądu zwarciaowego w temperaturach wyższych tj. latem może przyjmować wartości większe od 13,99A.

### **3.6. Dobór ograniczników przepięć DC**

Ze względu na napięcie układu nie przekraczającego 1000V zastosowano ograniczniki przepięć typ I + II, 1000V DC.

### **3.7. Dobór ograniczników przepięć AC**

Ze względu na napięcie układu nie przekraczającego 275V zastosowano ograniczniki przepięć typ I + II, 275V C 4P.

## **4. Wytyczne dotyczące przeglądów i konserwacji instalacji PV oraz wykaz pomiarów koniecznych do uruchomienia instalacji**

W celu zapewnienia odpowiednich warunków pracy instalacji fotowoltaicznej należy dokonywać okresowych przeglądów i konserwacji.

### **4.1. Przegląd instalacji PV**

Nie rzadziej niż co 1 rok (12 miesięcy).

1. Podczas przeglądu należy zwrócić szczególną uwagę na połączenia elektryczne i mechaniczne instalacji fotowoltaicznej takie jak: złącza MC4 zlokalizowane w skrzynkach DC, połączenia wyrównawcze, połączenia śrubowe oraz połączenia instalacji odgromowej.
2. Dodatkowo należy dokonać sprawdzenia stanu systemu mocowań modułów wraz z balastem lub innym rodzajem przytwierdzenia konstrukcji do dachu oraz stanu dachu i izolacji dachu w miejscu posadowienia elementów instalacji PV.
3. Ponadto należy wykonać przegląd instalacji fotowoltaicznej w przypadku komunikatów (które są dostępne po zalogowaniu do strony WWW falownika lub urządzenia logger) o niepoprawnej pracy falownika. Należy szczególnie zwrócić uwagę m.in. na:
  - częste wyłączenie się falownika na skutek wysokiej temperatury,
  - komunikaty falownika informujące o cyklicznej nieprawidłowej pracy jednego lub kilku łańcuchów,
  - komunikaty falownika informujące o częstym wyłączaniu jednego lub kilku łańcuchów,
  - ciągły i długotrwały brak komunikacji zdalnej z falownikiem,
  - częste rozłączanie się falownika na skutek wykrytej asymetrii napięć na poszczególnych fazach,
  - częste rozłączanie się falownika na skutek zadziałania zabezpieczenia napięciowego,
  - częste rozłączanie się falownika na skutek zadziałania zabezpieczenia częstotliwościowego.
4. Przeglądu elementów instalacji zlokalizowanych na dachu powinna być wykonywana każdorazowo po wystąpieniu silnych wichur o prędkości wiatru przekraczającej prędkość dla strefy 1 obejmującej większą część kraju tj. 22m/s.

## 4.2. Konserwacja instalacji PV:

Nie rzadziej niż co 1 rok (12 miesięcy), punkt nr 2 po każdym okresie zimowym.

1. Oczyszczanie powierzchni paneli z kurzu, pyłu, osadów spalin i innych zanieczyszczeń, co jest realizowane poprzez umycie ich powierzchni preparatem z właściwościami hydrofobowymi. Czynność należy dokonać po zaobserwowaniu znaczącego, długotrwałego, pogorszenia sprawności instalacji PV. Oceny pogorszenia sprawności dokonujemy na podstawie danych dostępnych po zalogowaniu się do falownika / falowników lub loggera jak również poprzez dedykowaną aplikację.
2. Zabezpieczenie hydrofobowe powierzchni paneli PV każdorazowo po zakończeniu okresu zimowego poprzez umycie powierzchni paneli odpowiednim, dedykowanym preparatem z właściwościami hydrofobowymi.

## 4.3. Wykaz pomiarów koniecznych do uruchomienia instalacji

Przy uruchomieniu instalacji należy wykonać następujące próby i pomiary po montażowe urządzeń elektrycznych zamontowanych w obiekcie przed przekazaniem do eksploatacji:

- Pomiar ciągłości przewodów ochronnych, w tym głównych i dodatkowych połączeń wyrównawczych,
- Pomiar rezystancji izolacji instalacji elektrycznej,
- Sprawdzenie biegunowości,
- Przeprowadzenie prób działania urządzeń,
- Sprawdzenie ochrony przed skutkami cieplnymi,
- Sprawdzeniem ochrony przed obniżeniem napięcia,
- Sprawdzenie poprawności połączeń przewodów,
- Sprawdzenie prawidłowości doboru i nastawienia urządzeń zabezpieczających i sygnalizacyjnych,
- Sprawdzenie prawidłowości doboru przewodów do obciążalności prądowej,
- Sprawdzenie prawidłowości oznaczania przewodów neutralnych i ochronnych oraz ochronno-neutralnych,
- Sprawdzenie dostępu do urządzeń, umożliwiającego ich wygodną obsługę i konserwację,
- Sprawdzenie prawidłowości doboru urządzeń i środków ochrony od wpływów zewnętrznych,
- Sprawdzenie czy urządzenia zostały zamontowane zgodnie z dokumentacją,

- Sprawdzenie czy urządzenia nie są uszkodzone,
- Zmierzyć impedancję pętli zwarcia sieci i sprawdzić czy zachowana jest ochrona dodatkowa przez samoczynne wyłączenie zasilania w wymaganym czasie na wszystkich odcinkach kablowych

Efekty wykonanych pomiarów będą stanowić protokoły pomiarów pomontażowych.

## 5. Uwagi ogólne

Wszystkie urządzenia i materiały składowe instalacji fotowoltaicznej muszą posiadać znak CE i certyfikaty lub deklaracje zgodności z obowiązującymi normami oraz stosowne dokumenty potwierdzające parametry oferowanych urządzeń. Należy zachować wszystkie dokumenty badania jakości u producenta i instrukcje techniczne. Na etapie realizacji inwestycji należy dołożyć starań aby rozmieszczenie elementów instalacji było zgodne z niniejszym. Wszystkie prace muszą być prowadzone przez osoby i firmy uprawnione zgodnie z przepisami szczegółowymi wymienionymi w niniejszym projekcie, zgodnie z obowiązującymi normami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń. Wszelkie przejścia przez dach wykonywać dedykowanymi przepustami kablowymi i zabezpieczyć certyfikowanym systemem niepalnym.

Instalację fotowoltaiczną, przed przyłączeniem, należy zgłosić do Państwowej Straży Pożarnej oraz Rejonu Energetycznego wraz z przedłożeniem wszystkich wymaganych przez wymienione strony załączników.

## **6. Spis rysunków**

PV-01 PLAN PANELI FOTOWOLTAICZNYCH

PV-02 SCHEMAT ELEKTRYCZNY PV

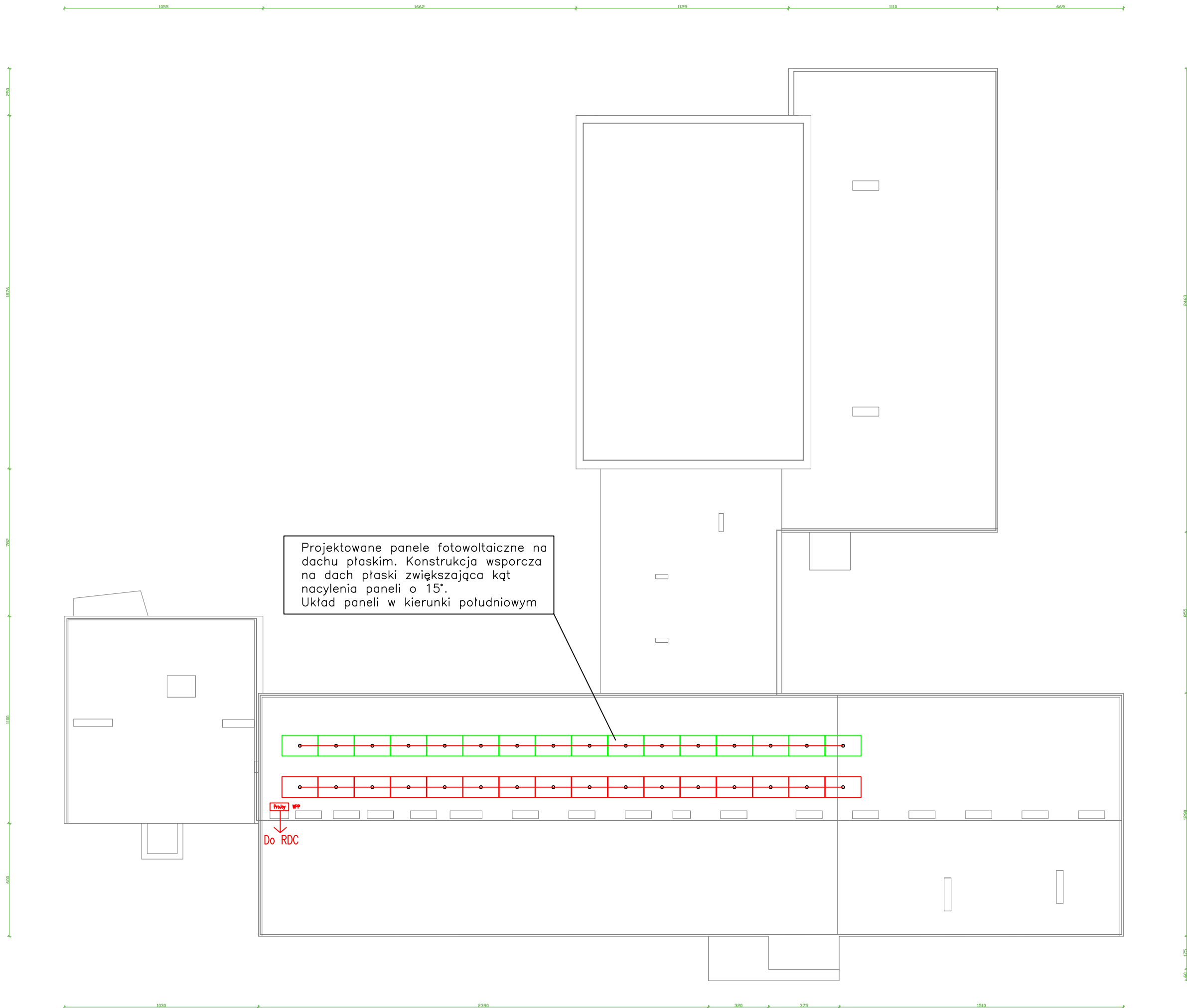
## **7. Załączniki**

Załącznik 1 - Karta katalogowa panelu PV

Załącznik 2 - Karta katalogowa inwertera

Załącznik 3 - Karta katalogowa wyłącznika przeciwpożarowego





UWAGA:  
Projektowane są 32 panele fotowoltaiczne  
Moc całej instalacji PV 14,72 kWp  
Dylatacja między panelami 2cm

LEGENDA:

- moduł PV o mocy 460 Wp

- MMPT 1 / ŁAŃCUCH 1 / POŁUDNIOWY

- MMPT 2 / ŁAŃCUCH 2 / POŁUDNIOWY

FAL

 - falownik łatuchowy  
(zlokalizowane w obiekcie)

RAC

 - rozdzielnica (złącze kabowe) AC  
(zlokalizowane w obiekcie)

RDC

 - rozdzielnica (złącze kabowe) DC  
(zlokalizowane w obiekcie)

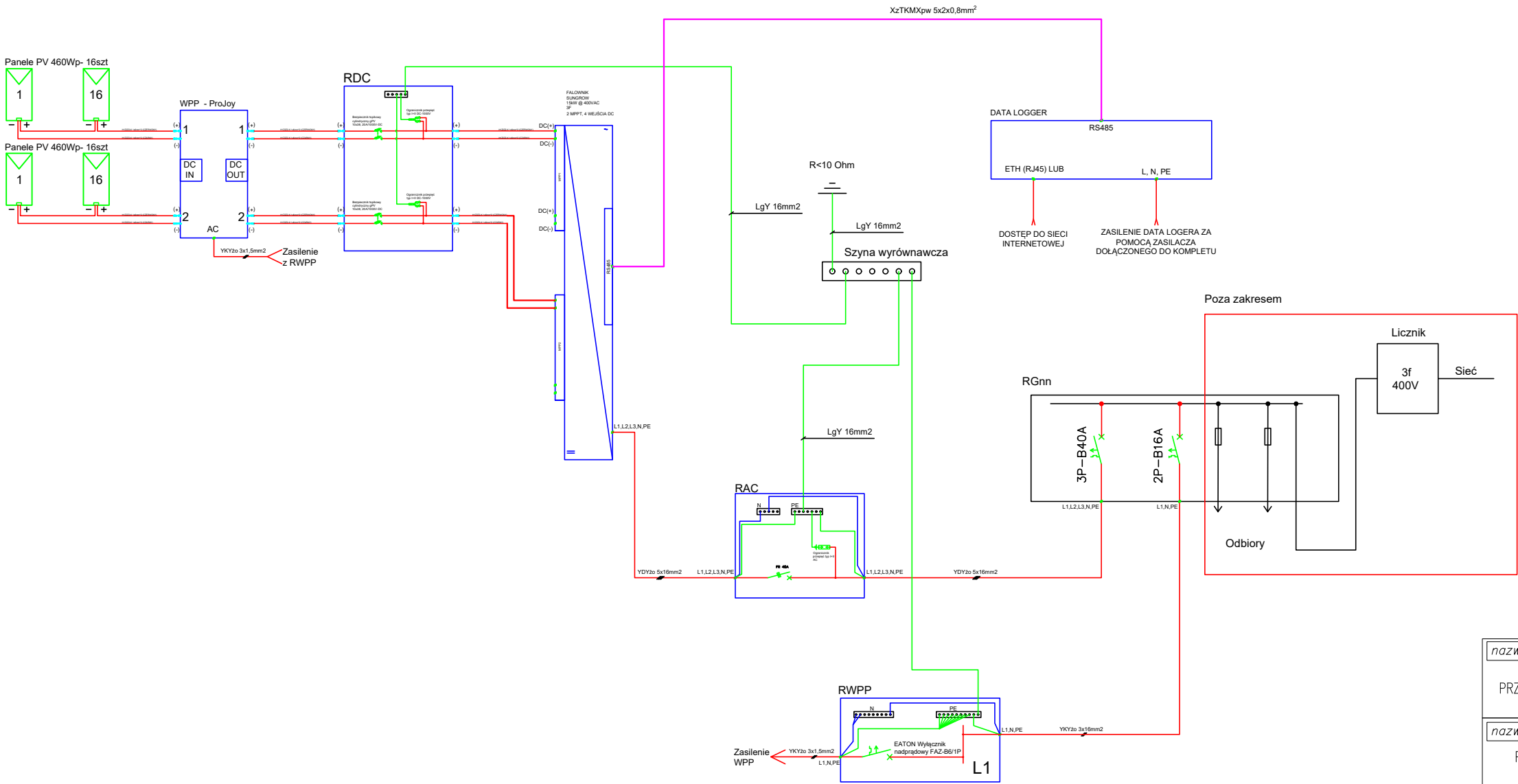
ProJoy

 - wyłącznik przeciwpożarowy ProJoy (WPP)

KIERUNKI:

- UWAGI:
- Rysunek stanowi załącznik do projektu. Należy rozpatrywać go razem z opisem technicznym, schematem i wszystkimi załącznikami
  - Montaż wszystkich elementów instalacji należy przeprowadzić w oparciu o instrukcje montażu dostarczane przez producentów wraz z ostrzeżeniem
  - Wszystkie wymiary i możliwości montażu elementów zweryfikować ze stanem faktycznym na obiekcie
  - Należy zwrócić szczególną uwagę na prowadzenie łatuchów DC. Zgodnie z wymogami bezpieczeństwa pożąd napięcie DC może podczas testów pożą lub akcji gwałtowniej (wyłączenie WPP) pozostać jedynie w obrębie modułów fotowoltaicznych i łączy WPP.

nazwa inwestycji			
PRZEBUDOWA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM. BOLESŁAWA PRUSA W SADURKACH POLEGAJĄCA NA TERMOMODERNIZACJI			
nazwa projektu			
PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ DLA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM. BOLESŁAWA PRUSA W SADURKACH			
inwestor			
GMINA NAŁĘCZÓW, POWIAT PUŁAWSKI LIPOWA 3 ; 24-150 NAŁĘCZÓW			
adres inwestycji			
SZKOŁA PODSTAWOWA IM. BOLESŁAWA PRUSA W SADURKACH SADURKI 106, 106A; 24-150 NAŁĘCZÓW, POWIAT PUŁAWSKI, DZ. NR EW. 691/1, OBRĘB 0012_SADURKI, IDENTYFIKATOR DZIAŁKI 061408_5.0012.691/1			
jednostka projektowa			
MAZOWIECKA AGENCJA ENERGETYCZNA SP. Z O.O. UL. NOWOGRODZK 31 LOK. 330, 00-511 WARSZAWA			
projektant			
MGR INŻ. MAGDA WINIAREK-SKONECZNA UPR. NR MAZ/0568/PBE/16 DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA ROBOTAMI BEZ OGRANICZEN W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNEJ W ZAKRESIE SIECI, INSTALACJI I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH BEZ OGRANICZEŃ			
opracował			
sprawdzający			
MGR INŻ. ZBIGNIEW WINIAREK UPR. NR Wa-379/01 DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA ROBOTAMI BEZ OGRANICZEN W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNEJ W ZAKRESIE SIECI, INSTALACJI I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH I ELEKTROENERGETYCZNYCH			
tytuł rysunku			
PLAN PANELI FOTOWOLTAICZNYCH			
branża	skala	data	nr rys.
ELEKTRYCZNA	1:200	12.2023	PV-01



- UWAGI:
- 1) Rysunek stanowi załącznik do projektu. Należy rozpatrywać go razem z opisem technicznym, schematem i wszystkimi załącznikami
  - 2) Montaż wszystkich elementów instalacji należy przeprowadzić w oparciu o instrukcje montażu dostarczane przez producenta wraz z osprzętem
  - 3) Wszystkie wymiary i możliwości montażu elementów zweryfikować ze stanem faktycznym na obiekcie
  - 4) Należy zwrócić szczególną uwagę na prowadzenie łańcuchów DC. Zgodnie z wymogami bezpieczeństwa ppoż napięcie DC może podczas testów ppoż lub akcji gaśniczej (wyłączenie PWP) pozostać jedynie w obrębie modułów fotowoltaicznych i złączy WPP
  - 5) Rozpoczęcie czynności montażowych po potwierdzeniu możliwości montażu w zakresie lokalizacji elementów i obciążeń pochodzących od elementów instalacji PV

nazwa inwestycji			
PRZEBUDOWA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM. BOLESŁAWA PRUSA W SADURKACH POLEGAJĄCA NA TERMOMODERNIZACJI			
nazwa projektu			
PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ DLA BUDYNKU SZKOŁY PODSTAWOWEJ IM. BOLESŁAWA PRUSA W SADURKACH			
inwestor			
GMINA NAŁĘCZÓW, POWIAT PUŁAWSKI LIPOWA 3 ; 24-150 NAŁĘCZÓW			
adres inwestycji			
SZKOŁA PODSTAWOWA IM. BOLESŁAWA PRUSA W SADURKACH SADURKI 106, 106A; 24-150 NAŁĘCZÓW, POWIAT PUŁAWSKI, DZ. NR EW. 691/1, OBREB 0012_SADURKI, IDENTYFIKATOR DZIAŁKI 061408_5.0012.691/1			
jednostka projektowa			
MAZOWIECKA AGENCJA ENERGETYCZNA SP. Z O.O. UL. NOWOGRODZK 31 LOK. 330, 00-511 WARSZAWA			
projektant			
MGR INŻ. MAGDA WINIAREK-SKONECZNA UPR. NR MAZ/0568/PBE/16 DO PROJEKTOWANIA W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNEJ W ZAKRESIE SIECI, INSTALACJI I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH BEZ OGRANICZEŃ			
opracował			
sprawdzający			
MGR INŻ. ZBIGNIEW WINIAREK UPR. NR Wa-379/01 DO PROJEKTOWANIA I KIEROWANIA ROBOTAMI BEZ OGRANICZEŃ W SPECJALNOŚCI INSTALACYJNEJ W ZAKRESIE SIECI, INSTALACJI I URZĄDZEŃ ELEKTRYCZNYCH I ELEKTROENERGETYCZNYCH			
tytuł rysunku			
SCHEMAT ELEKTRYCZNY PV			
branża	skala	data	nr rys.
ELEKTRYCZNA	-	12.2023	PV-02

# Tiger Neo Typ N

## 60HL4-(V)

### 460-480 W

#### MODUŁ MONOFACIAL

#### Typ N

Dodatnia tolerancja mocy 0~+3%

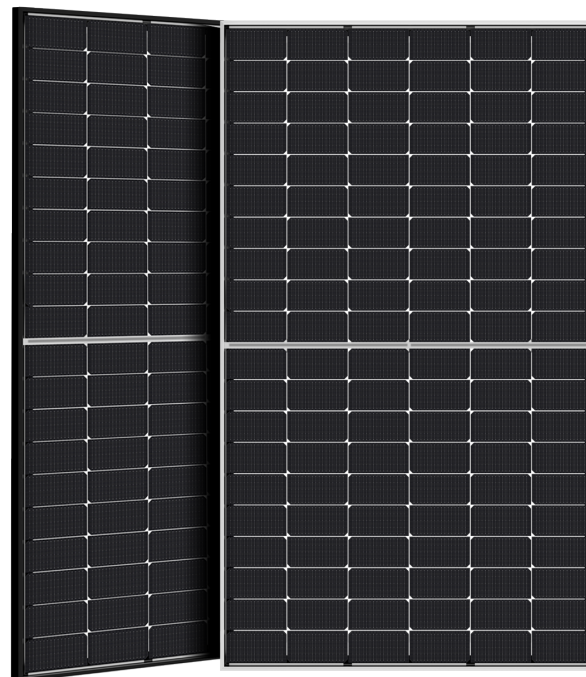
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: System zarządzania jakością

ISO14001:2015: System zarządzania środowiskowego

ISO45001:2018

Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy



## Najważniejsze cechy



#### Technologia SMBB

Lepsze wychwytywanie światła i magazynowanie energii elektrycznej zapewniają poprawę mocy wyjściowej i niezawodność modułu.



#### Odporność PID

Gwarancja znakomitej ochrony przed utratą mocy przez moduł fotowoltaiczny (PID – degradacja indukowanym napięciem) dzięki zoptymalizowanemu procesowi produkcji masowej i kontroli materiałów.



#### Odporność na ekstremalne warunki klimatyczne

Wysoka odporność na działanie mgły solnej i amoniaku.



#### Technologia Hot 2.0

Moduł typu N wyposażony w technologię Hot 2.0 odznacza się wyższą niezawodnością i niższą degradacją LID/LETID.



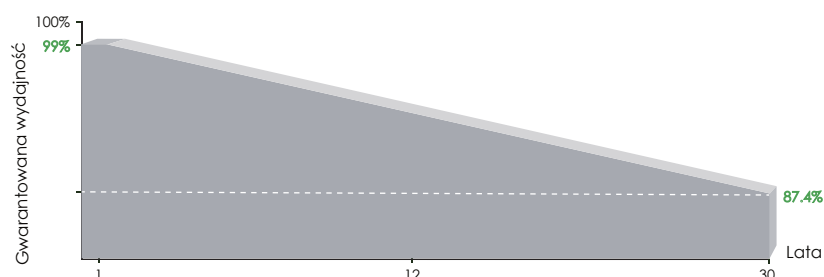
#### Większa odporność na obciążenia mechaniczne

Potwierdzona odporność na: obciążenie wiatrem (2400 Pa) i obciążenie śniegiem (5400 Pa).



POSITIVE QUALITY™  
Continuous Quality Assurance

## GWARANCJA WYDAJNOŚCI LINIOWEJ

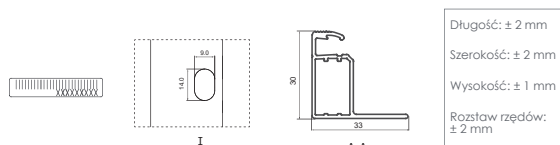
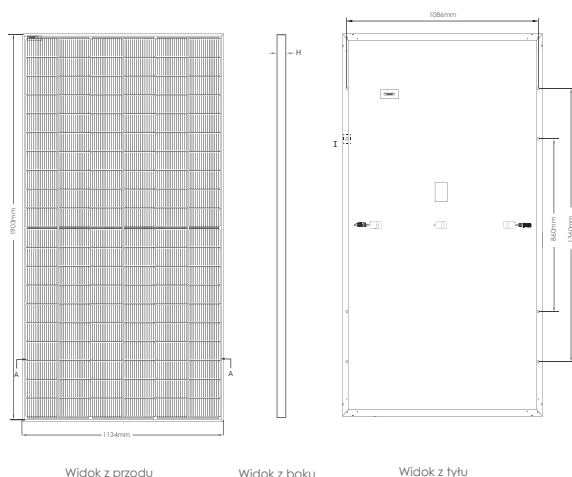


**12-letnia** gwarancja na produkt

**30-letnia** gwarancja wydajności liniowej

**0,40%** – roczna degradacja w ciągu 30 lat

## Rysunki techniczne

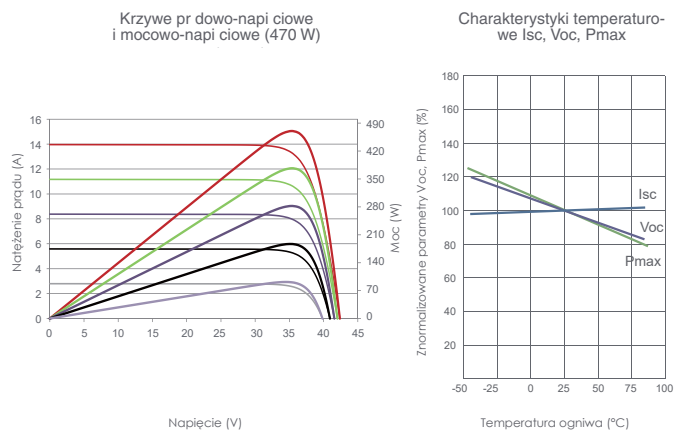


## Konfiguracja opakowania

(Dwie palety to jeden stos)

36 szt./paletę, 72 szt./stos, 864 szt./kontener 40 HQ

## Parametry elektryczne i charakterystyki temperaturowe



## Charakterystyka mechaniczna

Typ ogniw	Monokrystaliczne ogniw typu N
Liczba ogniw	120 (6×20)
Wymiary	1903×1134×30 mm (74,92×44,65×1,18 cala)
Masa	24,2 kg (53,35 funta)
Szyba przednia	3,2 mm, powłoka antyrefleksyjna, wysoki współczynnik transmisji, niska zawartość żelaza, szkło hartowane
Rama	Anodizowany stop aluminium
Skryzanka podłączeniowa	Stopień ochrony IP68
Przewody wyjściowe	TUV 1×4,0 mm <sup>2</sup> 400 mm, (-): 200 mm lub długość niestandardowa

## SPECYFIKACJE

Typ modułu	JKM460N-60HL4 JKM460N-60HL4-V		JKM465N-60HL4 JKM465N-60HL4-V		JKM470N-60HL4 JKM470N-60HL4-V		JKM475N-60HL4 JKM475N-60HL4-V		JKM480N-60HL4 JKM480N-60HL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Moc maksymalna (Pmax)	460 Wp	346 Wp	465 Wp	350 Wp	470 Wp	353 Wp	475 Wp	357 Wp	480 Wp	361 Wp
Napięcie mocy maksymalnej (Vmp)	34,72 V	32,60 V	34,89 V	32,77 V	35,05 V	32,94 V	35,21 V	33,10 V	35,38 V	33,27 V
Natężenie prądu mocy maksymalnej (Imp)	13,25 A	10,61 A	13,33 A	10,67 A	13,41 A	10,73 A	13,49 A	10,79 A	13,57 A	10,85 A
Napięcie obwodu otwartego (Voc)	42,05 V	39,94 V	42,22 V	40,10 V	42,38 V	40,25 V	42,54 V	40,41 V	42,71 V	40,57 V
Prąd obwodu zwartego (Isc)	13,99 A	11,29 A	14,07 A	11,36 A	14,15 A	11,42 A	14,23 A	11,49 A	14,31 A	11,55 A
Sprawność modułu STC (%)	21,32%		21,55%		21,78%		22,01%		22,24%	
Temperatura pracy (° C)	-40°C~+85°C									
Maksymalne napięcie układu	1000/1500 V, prąd staty (IEC)									
Maksymalne obciążenie bezpiecznika szeregowego	25 A									
Tolerancja mocy	0~+3%									
Współczynnik temperaturowy mocy Pmax	-0,30%/°C									
Współczynnik temperaturowy napięcia Voc	-0,25%/°C									
Współczynnik temperaturowy natężenia prądu Isc	0,046%/°C									
Nominalna temperatura pracy ogniwa (NOCT)	45±2°C									

\*STC: Irradiancja 1000 W/m<sup>2</sup>



Temperatura ogniw 25 $^{\circ}\text{C}$

AM=1,5

NOCT: Irradiancja 800 W/m<sup>2</sup>



Temperatura otoczenia 20 $^{\circ}\text{C}$

AM=1,5



Prędkość wiatru 1 m/s

©2022 Jinko Solar Co., Ltd. Wszelkie prawa zastrzeżone.  
Dane techniczne zawarte w niniejszej karcie produktowej mogą ulec zmianie bez wcześniejszego powiadomienia. Karta produktu ważna wyłącznie na rynku europejskim.  
Polska wersja tego dokumentu jest jedynie tłumaczeniem pomocniczym.  
W przypadku rozbieżności między wersją angielską a polską, rozstrzygająca będzie wersja angielska.

JKM460-480N-60HL4-(V)-F1-EN-tylko UE (IEC 2016)

# Tiger Neo N-type 60HL4-(V) 460-480 Watt MONO-FACIAL MODULE

## N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

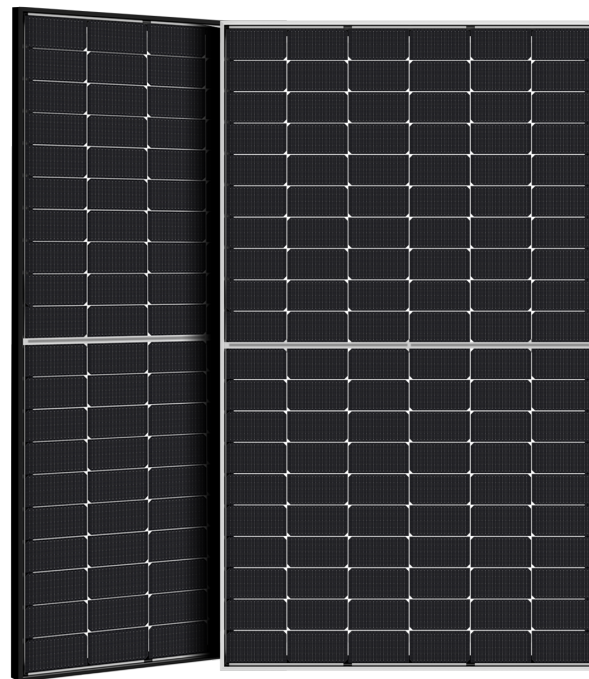
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



## Key Features



### SMBB Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



### PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee via optimized mass-production process and materials control.



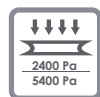
### Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance.



### Hot 2.0 Technology

The N-type module with Hot 2.0 technology has better reliability and lower LID/LETID.

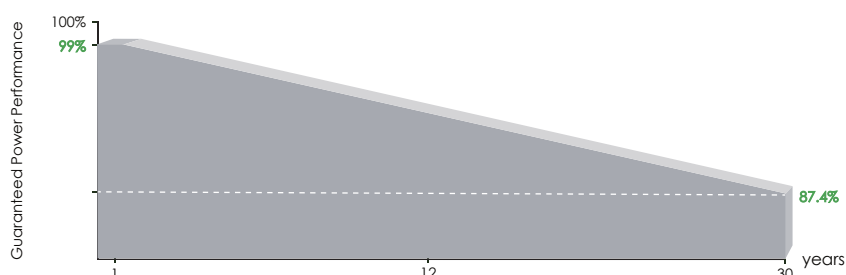


### Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



## LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

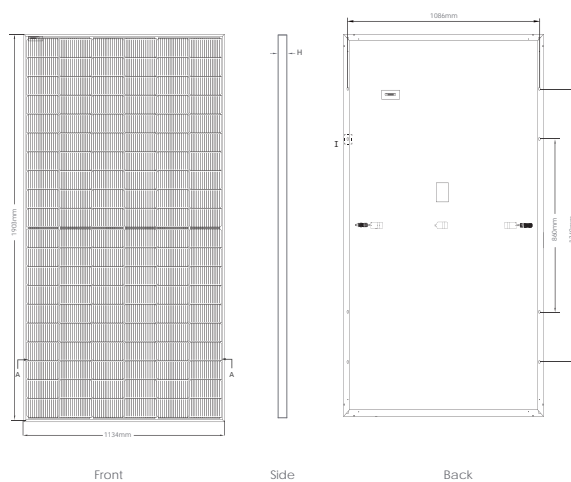


**12** Year Product Warranty

**30** Year Linear Power Warranty

**0.40%** Annual Degradation Over 30 years

## Engineering Drawings

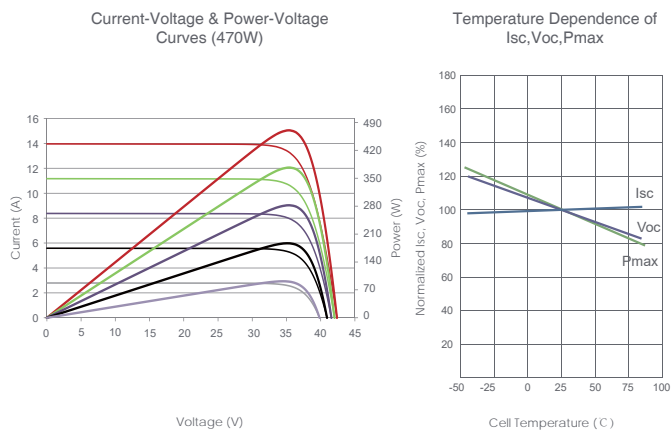


## Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

36pcs/pallets, 72pcs/stack, 864pcs/ 40'HQ Container

## Electrical Performance & Temperature Dependence



## Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	120 (6×20)
Dimensions	1903×1134×30mm (74.92×44.65×1.18 inch)
Weight	24.2 kg (53.35 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM460N-60HL4 JKM460N-60HL4-V		JKM465N-60HL4 JKM465N-60HL4-V		JKM470N-60HL4 JKM470N-60HL4-V		JKM475N-60HL4 JKM475N-60HL4-V		JKM480N-60HL4 JKM480N-60HL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	460Wp	346Wp	465Wp	350Wp	470Wp	353Wp	475Wp	357Wp	480Wp	361Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	34.72V	32.60V	34.89V	32.77V	35.05V	32.94V	35.21V	33.10V	35.38V	33.27V
Maximum Power Current (Imp)	13.25A	10.61A	13.33A	10.67A	13.41A	10.73A	13.49A	10.79A	13.57A	10.85A
Open-circuit Voltage (Voc)	42.05V	39.94V	42.22V	40.10V	42.38V	40.25V	42.54V	40.41V	42.71V	40.57V
Short-circuit Current (Isc)	13.99A	11.29A	14.07A	11.36A	14.15A	11.42A	14.23A	11.49A	14.31A	11.55A
Module Efficiency STC (%)	21.32%		21.55%		21.78%		22.01%		22.24%	
Operating Temperature(°C)	-40℃~+85℃									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2℃									

\*STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> Cell Temperature 25°C

NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup> Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

# SG15/17/20RT

Falownik łańcuchowy Multi-MPPT dla systemu 1000 V DC

NOWOŚĆ



## WYSOKI UZYSK

- Niższe napięcie rozruchowe i szerszy zakres napięcia MPPT
- Kompatybilność z modułami dwustronnymi
- Wbudowana funkcja odwracania PID



## INTELIGENTNE ZARZĄDZANIE

- Inteligentne skanowanie krzywej I-V
- Monitorowanie w czasie rzeczywistym przez 24 h na dobę, 7 dni w tygodniu
- Zdalne aktualizacje oprogramowania



## BEZPIECZEŃSTWO I TRWAŁOŚĆ

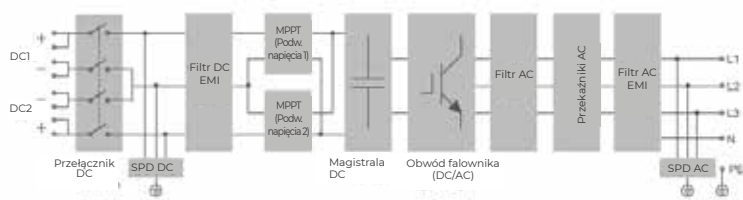
- Szybki wyłącznik obwodu w razie wyładowania łukowego
- Wbudowane zabezpieczenie SPD DC/AC typu II
- Doskonałe zabezpieczenie antykorozyjne – C5



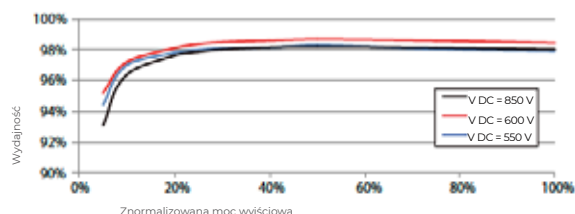
## ŁATWA I PRZYJAZNA OBSŁUGA

- Kompaktowa konstrukcja, tylko 21 kg
- Unikalne złącza wtykowe
- Szybki i łatwy rozruch poprzez aplikację

## SCHEMAT OBWODÓW WEWNĘTRZNYCH



## KRZYWA WYDAJNOŚCI





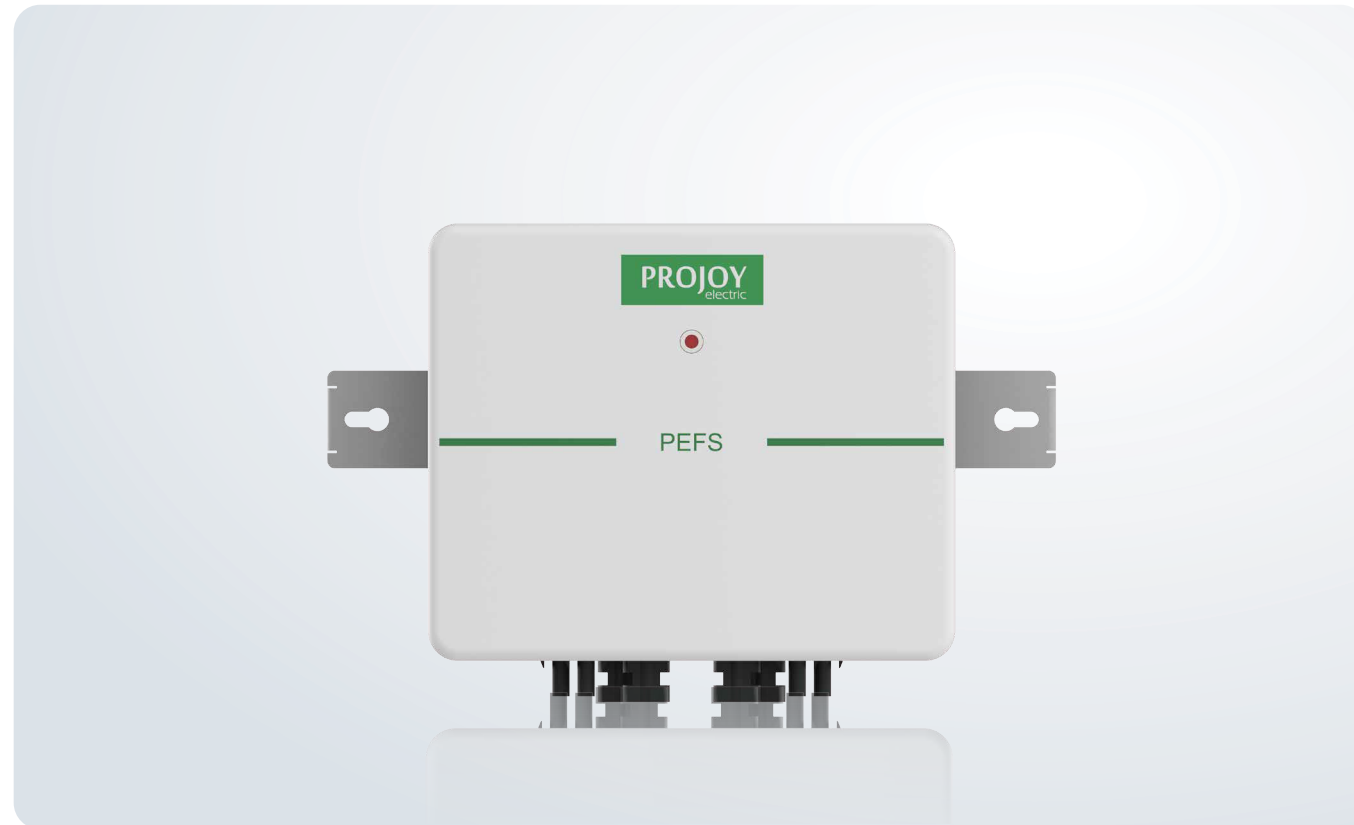
Oznaczenie typu	SG15RT	SG17RT	SG20RT
<b>Wejście (DC)</b>			
Zalecana maks. moc wejściowa PV	22,5 kWp	25,5 kWp	30 kWp
Maks. napięcie wejściowe PV		1100 V *	
Min. napięcie wejściowe PV / Napięcie wejściowe przy rozruchu		180 V	
Znamionowe napięcie wejściowe		600 V	
Zakres napięcia MPP		160 V – 1000 V	
Liczba niezależnych wejść MPP		2	
Liczba łańcuchów PV na MPPT		2/2	
Maks. prąd wejściowy PV		50 A (25 A / 25 A)	
Maks. prąd złącza wejściowego		30 A	
Maks. prąd zwarcia DC		64 A (32 A / 32 A)	
<b>Wyjście (AC)</b>			
Moc znamionowa AC (przy 230 V, 50 Hz)	15.000 W	17.000 W	20.000 W
Maks. moc wyjściowa AC	16.500 VA**	18.700 VA**	22.000 VA**
Maks. natężenie wyjściowe AC	25 A	28,3 A	31,9 A
Nominalne napięcie AC		3 / N / PE, 220 / 380 V 3 / N / PE, 230 / 400 V 3 / N / PE, 240 / 415 V	
Zakres napięcia AC		180 V – 276 V / 311 V – 478 V	
Znamionowa częstotliwość sieci / Zakres częstotliwości sieci		50 Hz / 45 – 55 Hz 60 Hz / 55 – 65 Hz	
Zawartość harmonicznych (THD)		< 3 % (przy mocy znamionowej)	
Współczynnik mocy przy mocy znamionowej / Regulowany współczynnik mocy		> 0,99 / 0,8 wyprzedzający – 0,8 opóźniający	
Fazy zasilania / Przyłącze AC		3/3	
<b>Wydajność</b>			
Maks. wydajność		98,50%	
Wydajność wg norm europejskich		98,10%	
<b>Ochrona</b>			
Monitorowanie sieci		Tak	
Ochrona przed odwrotnym połączeniem DC		Tak	
Ochrona przed zwarciem AC		Tak	
Ochrona przed prądem upływu		Tak	
Ochrona przed przepięciami		DC Typ II / AC Typ II	
Przełącznik DC		Tak	
Wyłącznik obwodu w razie wyładowania łukowego (AFCI)		Tak	
Funkcja redukcji PID		Tak	
<b>Dane ogólne</b>			
Wymiary (szer. x wys. x gł.)		370 x 480 x 195 mm	
Metoda instalacji		Wspornik mocujący do ściany	
Masa		21 kg	
Topologia		Beztransformatowa	
Stopień ochrony		IP65	
Zakres temperatur roboczych otoczenia		- 25°C – 60°C	
Dozwolony zakres wilgotności względnej		0% – 100%	
Metoda chłodzenia		Inteligentne chłodzenie wymuszonym obiegiem powietrza	
Maks. wysokość robocza		4000 m (niższa wydajność > 2000 m)	
Hałas (typowy)		45 dB (A)	
Wyświetlacz		LED	
Komunikacja		WLAN / Ethernet / RS485 / DI / DO	
Typ przyłącza DC		MC4 (Maks. 6 mm <sup>2</sup> )	
Typ przyłącza AC		Plug and play	
Zgodność z normami		IEC / EN 61000-6-1/2/3/4, IEC / EN62109-1/2, IEC 61727, IEC 62116, IEC 61683, EN50530, AS/NZS 4777.2:2015, VDE-AR-N-4105, DIN VDE0126-1-1, EN50549-1	

\*: Falownik przechodzi do trybu gotowości, gdy zakres napięcia wejściowego wynosi od 1000 V do 1100 V. Przewidziane w zakresie dostawy złącza MC4 nie mogą być stosowane, jeśli maksymalne napięcie DC w systemie może przekroczyć 1000 V. W takiej sytuacji należy zastosować złącza MC4 Evo2.

\*\* : W przypadku Australii i Belgii oraz Niemiec maks. moc wyjściowa AC: w przypadku SG15RT to 15.000 VA, w przypadku SG17RT to 17.000 VA, w przypadku SG20RT to 20.000 VA.



# PEFS Series Rapid Shutdown (1-2 strings)-P2



## High Craftsmanship and Standards



Small volume



Flame retardant material



Anti-UV



Outdoor installation IP66



Easy to install



Service life 25 years



High reliability



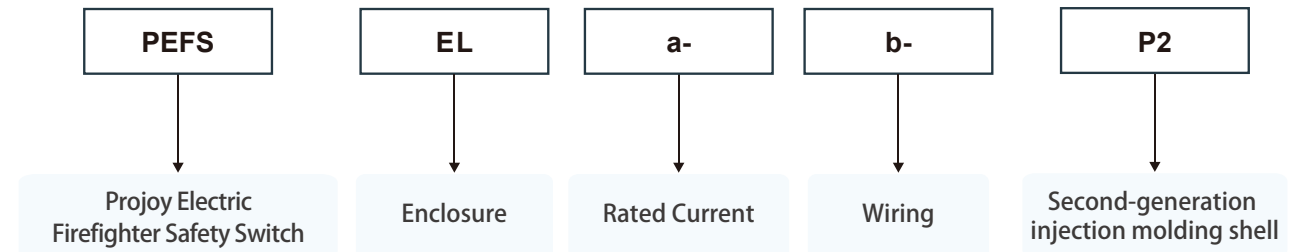
OV output physical isolation



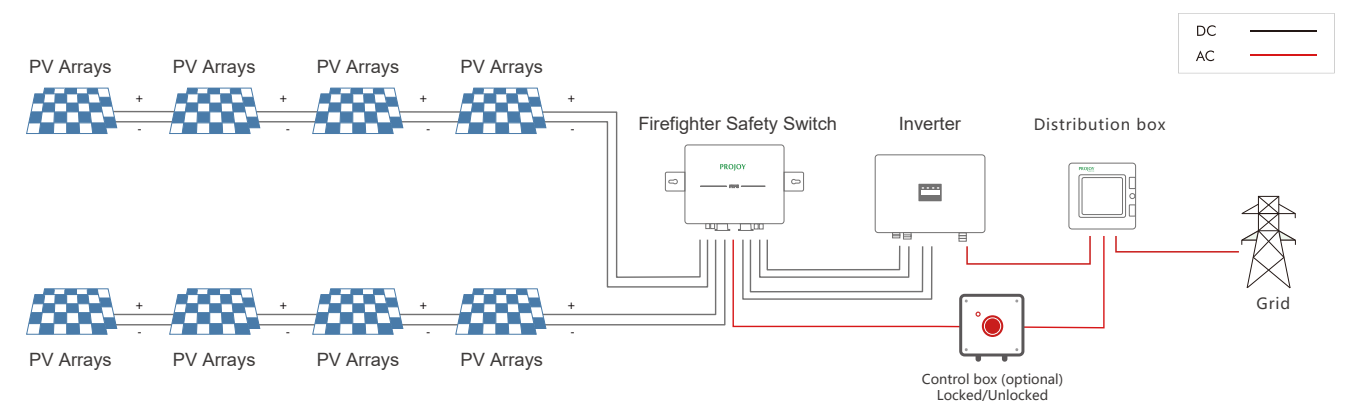
Multiple shutdown methods over temperature/loss of pressure /emergency shutdown



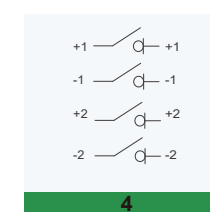
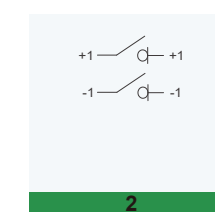
## Select Code



## Diagram

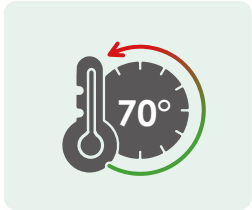


## Contact Configuration



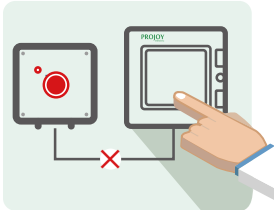
## Shutdown Mode

### Automatic Shutdown



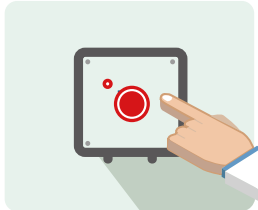
Automatically shutdown the DC power of panels when detecting temperature of the area is higher than 70 C .

### AC Power Shutdown



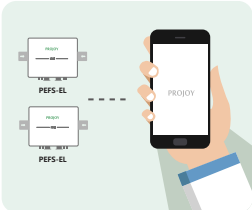
Firefighters or homeowners can manually turn off the AC power of the distribution box when in an emergency or it can automatic shutdown when the AC power has lose.

### Manual Shutdown



In an emergency, it can be shut down manually through the Panel Level Rapid Shutdown Controller Box.

### RS485 shutdown Optional



Maintenancers or homeowners can also remotely shutdown through RS485 communication (Optional) .

## Technical data

Technical Parameter	
Main Parameters	PEFS-P2
String voltages (Vdc)	300~1500
String current (A)	3~55
Number of strings	1/2
Switch wiring	2/4
Operating voltage	100Vac - 270Vac
Nominal voltage	230Vac
Nominal current	30mA
Start up (loading) current	average 100mA
Switch on action current	max 300mA
Feedback contact	24Vdc - 300mA max
Operating temperature range	-40°C - +70°C
Max. operating temperature before automatic switch off	+70°C
Storage temperature range	-40°C - +85°C
Protection degree	IP66
Protection level	Class II
Certification	CE
DC Switch disconnect according to	EN 60947-1&3
Number of operations	10000
Number of operations under load ( PV1 )	>1500

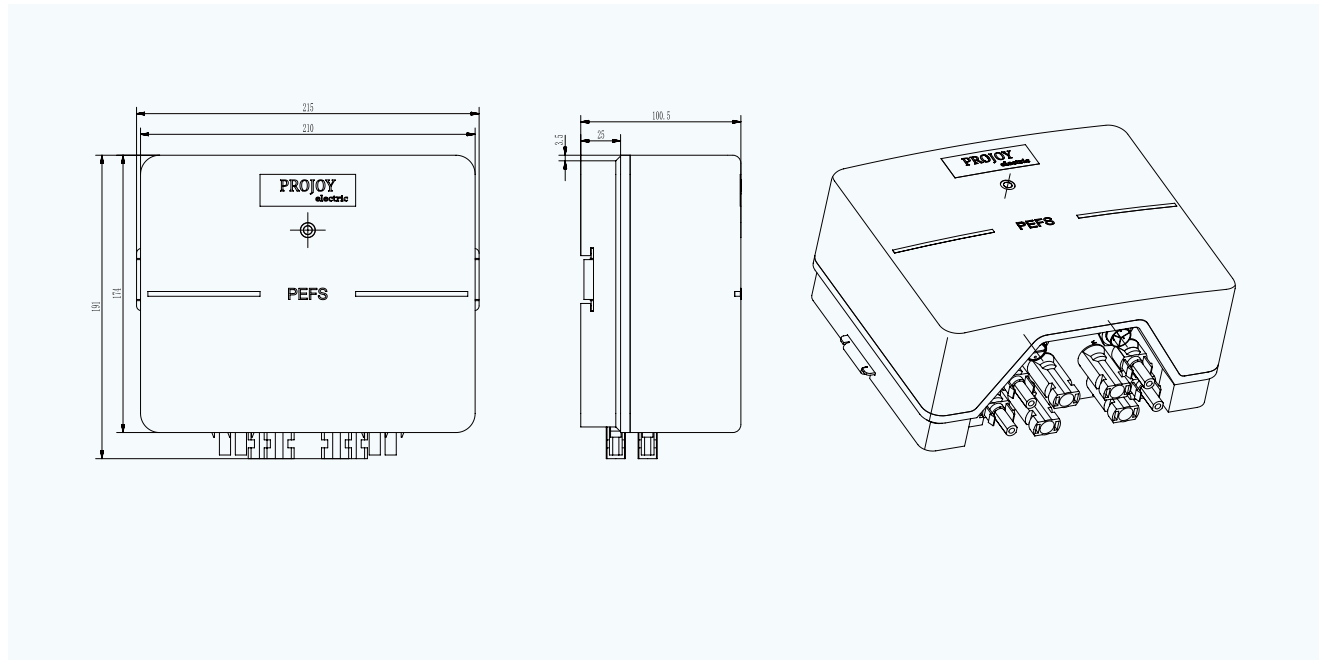
Data of PEFS refer to built-in DC isolators. Data according to IEC60947-3(ed.3.2):2015, UL508i. Utilization category DC-PV1.						Poles	No. of Strings	Part Number
300V	600V	800V	1000V	1200V	1500V			
16	16	16	9	6	3	2/4	1/2	PEFS-EL16-2/4-P2
25	25	22	11	8	4	2/4	1/2	PEFS-EL25-2/4-P2
32	32	26	13	10	5	2/4	1/2	PEFS-EL32-2/4-P2
40	40	30	20	15	13	2/4	1/2	PEFS-EL40-2/4-P2
55	55	45	33	33	18	2/4	1/2	PEFS-EL55-2/4-P2
40	40	40	40	30	20	2/4	1/2	PEFS-EL40H-2/4-P2
50	50	50	50	40	30	2/4	1/2	PEFS-EL50H-2/4-P2

## Dimensions of PEFS

### PEFS-P2 (1-2 String)

#### Dimensions

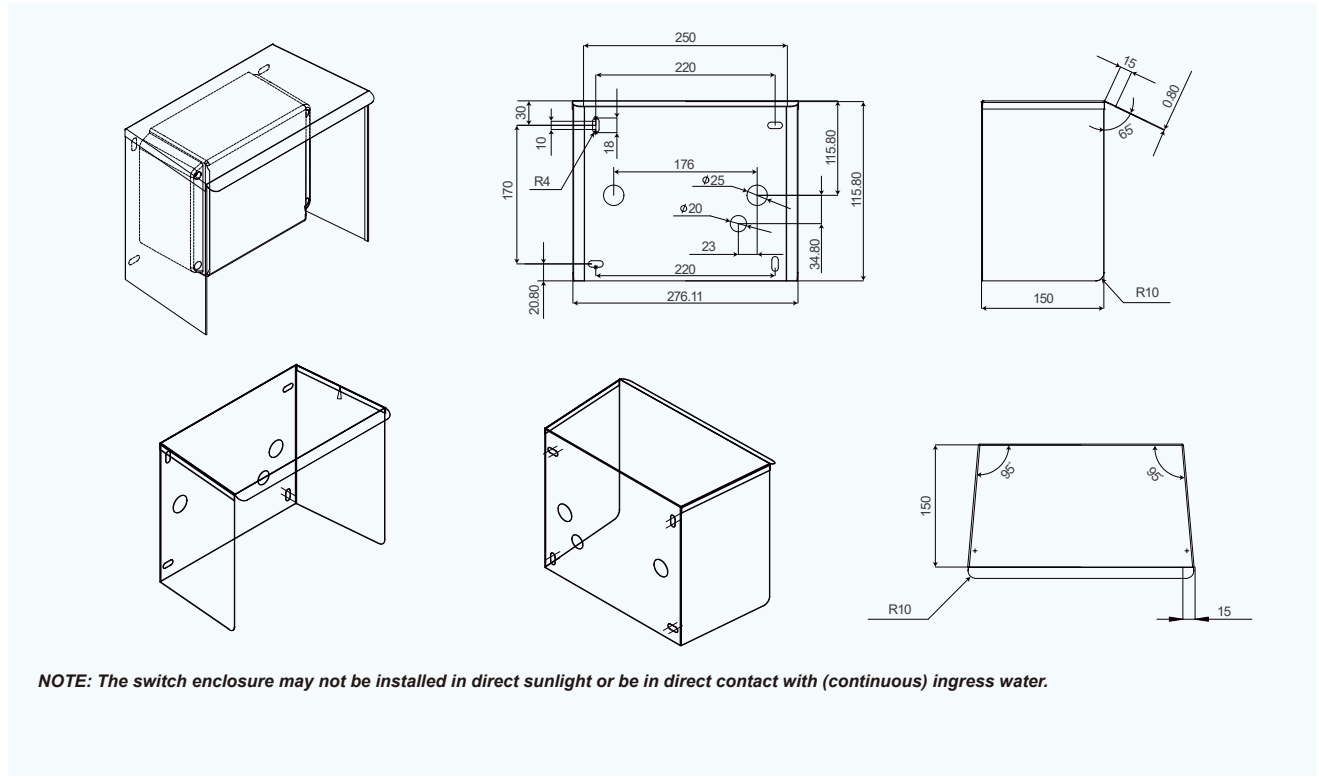
Unit: mm



## Dimensions of PEFS

### PEFS-P2 (1-2 String)

#### Dimensions



**NOTE:** The switch enclosure may not be installed in direct sunlight or be in direct contact with (continuous) ingress water.