



*Stanisław Sowiński*

*ul. Rycerska 2/34*

*20-552 Lublin*

*NIP:712-105-39-67*

*tel.(81) 743-48-83*

## PROJEKT TECHNICZNO-WYKONAWCZY

ADRES:	<i>Szkoła Podstawowa nr 1 w Radzynie Podlaskim Ul. Jana Pawła II 25 21-300 Radzyń Podlaski dz.nr 578/1, 578/12</i>
BRANŻA:	<i>elektryczna</i>
TEMAT:	<i>Mikroinstalacja fotowoltaiczna on-grid o mocy 9,9 kWp, zlokalizowana na budynku hali sportowej Szkoły Podstawowej nr 1 w Radzynie Podlaskim</i>
INWESTOR:	<i>Miasto Radzyń Podlaski ul. Warszawska 32 21-300 Radzyń Podlaski</i>
KATEGORIA OBIEKTU BUDOWLANEGO:	<i>IX, XV</i>

PROJEKTANT:	<i>mgr inż.Stanisław Sowiński upr.bud.:2721/Lb/94</i>
ASYSTENT:	<i>inż. Jakub Siedliski</i>

Lublin– listopad 2022r.

## Spis zawartości

Spis zawartości .....	2
1. Podstawa opracowania projektu instalacji fotowoltaicznej .....	3
2. Cel projektu.....	3
3. Opis działania ogniwa fotowoltaicznego .....	3
4. Zasilanie i pomiar.....	3
5. Opis wykonania.....	4
6. Ochrona przeciwporażeniowa, ochrona odgromowa.....	10
7. Opis projektowanych zabezpieczeń po stronie DC i AC .....	10
8. Ochrona przeciwpożarowa.....	11
9. Inne zabezpieczenia .....	12
10. Oznakowanie instalacji PV .....	12
11. Inne zabezpieczenia .....	14
12. Przebieg prac montażowych .....	14
13. Obliczenia .....	14
13.2 Obliczenia mocy .....	15
13.3 Dobór zabezpieczeń DC.....	15
13.4 Obliczenia prądu AC.....	15
13.5 Dobór zabezpieczeń AC.....	15
13.6 Dobór przekroju przewodu DC.....	16
13.6 Dobór przewodu AC .....	16
14. Wykaz rysunków.....	17

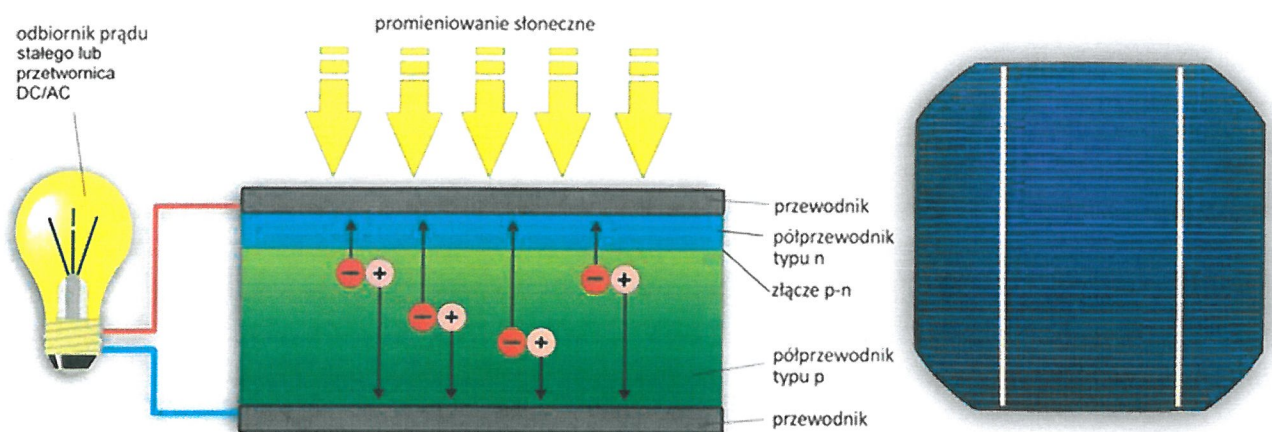
## 1. Podstawa opracowania projektu instalacji fotowoltaicznej

- Umowa z Inwestorem
- Uzgodnienia z Inwestorem
- Częściowa inwentaryzacja budynku
- Obowiązujące przepisy i normy

## 2. Cel projektu

Celem jest zaprojektowanie instalacji fotowoltaicznej służącej, zgodnie z art. 4. Dz. U. 2016 poz. 925, do wykorzystania energii elektrycznej na potrzeby własne.

## 3. Opis działania ogniwa fotowoltaicznego



Ryc. 1. Budowa ogniwa fotowoltaicznego

Ogniwa fotowoltaiczne (fotoogniwa, ogniwa słoneczne), to krzemowe płytki półprzewodnikowe o sprawność około 15-20%, w których znajdują się bariery potencjału (pola elektrycznego), pod postacią złącza p-n (positive-negative). Dzięki złączu p-n możliwe jest przekształcenie energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną. Proces ten nazywa się konwersją fotowoltaiczną.

Padające na ogniwo promieniowanie słoneczne (fotony światła) wybija elektrony z ich miejsc w strukturze półprzewodnika, wtedy tworzą się pary nośników o przeciwnych ładunkach. Następnie zostają one rozdzielone przez istniejące na złączu p-n pole elektryczne, co w konsekwencji prowadzi do tego, iż w ogniwie pojawia się napięcie. Podłączone do ogniwa elektrody, powodują przepływ prądu elektrycznego.

## 4. Zasilanie i pomiar

### Zasilanie

Obiekt zasilony jest przyłączem kablowym do złącza kablowo-pomiarowego zlokalizowanego przy zewn. ścianie budynku głównego szkoły, poprzez złącze kablowe ZK-1a zlokalizowane przy zewn. ścianie budynku hali sportowej, wyłącznik główny przeciwpożarowy i rozdzielnicę główną budynku TG, do której przewidziano podłączenie instalacji fotowoltaicznej,

poprzez rozdzielnicę przyłączeniową RAC i inwerter.  
Skrzynkę (rozdzielnicę) RAC i inwerter zlokalizowano pod schodami na parterze budynku.

#### Układ pomiarowy i zabezpieczenia główne

Układ pomiarowy i zabezpieczenie przedlicznikowe 3pC63A zlokalizowano w części pomiarowej złącza ZK+P.

Jako zabezpieczenie zalicznikowe instalacji fotowoltaicznej zaprojektowano wyłącznik nadmiarowo-prądowy 3p C20A, zainstalowany w TG oraz 3p B20A, zainstalowany w RAC.

### **5. Opis wykonania**

Projektowana instalacja fotowoltaiczna usytuowana będzie na dachu budynku hali sportowej. W skład systemu fotowoltaicznego wchodzić będą moduły fotowoltaiczne o łącznej mocy 9,9 kWp, podłączone do inwertera. Falownik podłączony zostanie do istniejącej rozdzielniczy głównej TG, w instalacji elektrycznej, w ww. budynku, a wyprodukowana energia wykorzystywana będzie na potrzeby własne budynku, z kolei jej nadmiar oddawany będzie do sieci elektroenergetycznej. W skład projektowanej instalacji fotowoltaicznej, oprócz modułów fotowoltaicznych i inwertera, wchodzi również zabezpieczenia strony DC i AC, które zapewnią odpowiednią ochronę przed przepięciami i przetężeniami wywołanymi czynnikami zewnętrznymi i wewnętrznymi instalacji. Moduły fotowoltaiczne będą zajmowały powierzchnię około 55 m<sup>2</sup>.

Ocena możliwości obciążenia konstrukcji dachu instalacją PV nie wchodzi w zakres niniejszego opracowania.

#### Przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa PWB

Na dachu zaprojektowano przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa PWB, który przeznaczony jest do bezpiecznego i nagłego odcięcia zasilania w instalacjach fotowoltaicznych w przypadku awarii i/lub pożaru. Wyłącznik przystosowany jest do montażu na dwóch stringach. Po wyłączeniu zasilania AC (np. na skutek zadziałania przyciski PWP) PWB wykryje awarię sieci, a po 5 sekundach automatycznie wyłączy przełącznik izolacji, przerywając połączenie prądu stałego między modułami, a falownikiem. PWB resetuje się automatycznie po przywróceniu zasilania AC - wyłącznik połączy obwód bez konieczności ingerencji użytkownika.

PWB posiada też automatyczny wyłącznik przy temp. 70st.C.

Wyłączniki należy zamontować w pobliżu paneli fotowoltaicznych.

PWB zasilić z TG przewodem HDGs3x1,5mm<sup>2</sup> układanym w r.o.

*Podstawowe wymagane parametry PWB:*

Napięcie na stringach: 300~1500V

Maksymalny prąd przy 1000V: 40A

Maksymalny prąd przy 1200V: 30A

Maksymalny prąd przy 1500V: 20A

Ilość niezależnych stringów: 2 szt.

Nominalne napięcie AC: 230Vac

Zakres napięcia załączenia dla AC: 100Vac-270Vac

Stopień ochrony: IP66.



## Instalacja nn AC

Instalacje; od skrzynki przyłączeniowej RAC do inwertera oraz od RAC do rozdzielnic głównej TG wykonać przewodem YDY 5x6mm<sup>2</sup> w szywnych rurach osłonowych. n.u. Należy stosować przewody, aparaty i urządzenia z atestami stosowności w budownictwie, przewody muszą mieć izolację o napięciu znamionowym 750V, kable niskiego napięcia – izolacje o napięciu znamionowym 1000V.

Do zasilania PWB przewidziano HDGs3x1,5mm<sup>2</sup> układany w r.o., odpornych na UV.

Przebieg trasy przewodów pokazano na rys. nr 3.

Po ścianie budynku i wewnątrz budynku przewody układać w szywnych winidurowych n.u.

## Instalacja nn-DC

Zaprojektowano kabel solarny 6mm<sup>2</sup>. Moduły fotowoltaiczne należy łączyć przeznaczonym do instalacji kablem solarnym oraz złączkami systemowymi kategorii MC4 lub równoważnymi.

Należy zastosować przewody odporne na UV, ozon, warunki atmosferyczne oraz hydrolizę dla napięcia stałego DC 1000V, w podwójnej izolacji krótkotrwale odporne na bardzo wysoką temp.

Izolacja zewnętrzna powinna być odporna na przetarcia i uszkodzenia.

Całość okablowania powinna być prowadzona w elementach montażowych odpornych na działanie promieniowania UV. Luźne odcinki przewodów należy przymocować do konstrukcji wsporczej instalacji przy pomocy opasek kablowych odpornych na promieniowanie UV. Złączki MC4 powinny być zaciskane z odpowiednią siłą na końcówkach przewodów, zgodnie z wytycznymi producenta. Przewody „+” i „-” należy układać w taki sposób, aby nie tworzyły one pętli.

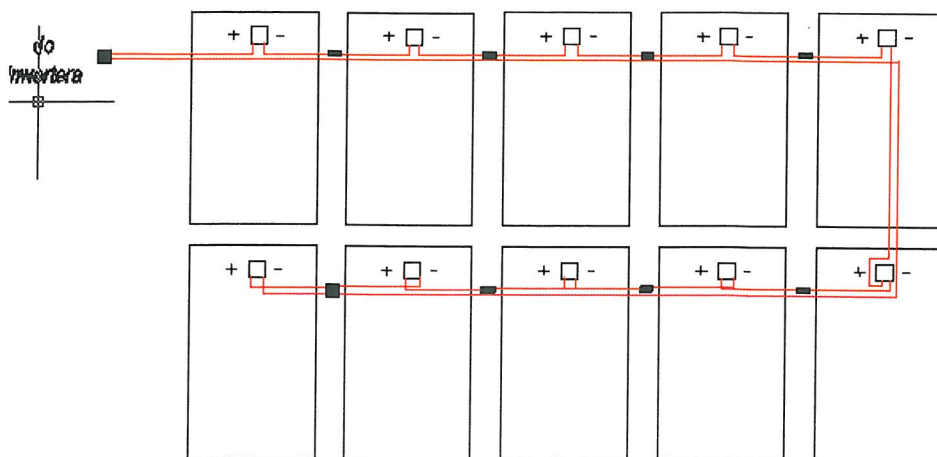
Poza konstrukcjami przewody układać w szywnych rurach osłonowych lub zamkniętych korytkach kabli.

Korytka (rury) instalować na dachu w sposób bezinwazyjny, np. poprzez mocowanie do konstrukcji

wsporczej paneli.

Wewnątrz budynku przewody układać n.u. po ścianie budynku w rurach winidurowych szywnych.

W pionie (pomiędzy rozdzielnicami RDC1 i RDC2) przewody układać po zewnętrznej ścianie budynku, w rurze osłonowej szywnej, odpornej na działanie UV (o kolorze dobranym do elewacji), na uchwytach, zgodnie z zał. rysunkiem.



Rys.2. Przykład prawidłowego podłączenia modułów w łańcuch

Przebieg trasy przewodów pokazano na rys. nr 1 i 2.

## Inwerter

Dla instalacji zaprojektowano 3-faz. inwerter, który zlokalizowano na parterze, pod schodami.

Zadaniem inwertera jest zamiana prądu stałego, produkowanego przez moduły, na prąd zmienny, zsynchronizowany z siecią energetyczną 3-faz.400V.

W przypadku zaniku napięcia od strony zarządcy sieci automatyka falownika samoczynnie odłączy zasilanie. Przy powrocie napięcia następuje proces synchronizacji z siecią i wznowienie dostaw energii do sieci.

Podstawowe wymagane parametry inwertera:

- napięcie znamionowe AC: 3/N/PE; 230 V / 400 V,
- min. znam. moc czynna AC( $\cos\phi=1$ )  $\geq 12,5$ kW,
- maksymalne napięcie wejściowe:  $\geq 900$ Vdc
- znam. częstotliwość napięcia :50Hz/230V,
- min. sprawność:98%
- ilość MPPT:  $\geq 2$ ,
- ilość wejść :  $\geq 4$ ,
- min. stopień szczelności:IP65
- min. temperaturowy zakres pracy:  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+60^{\circ}\text{C}$ ,
- maksymalny pobór mocy (nocą):  $\leq 2,5$ W,
- zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją,
- zabezpieczenie przed pracą wyspową,
- obsługa interfejsów komunikacyjnych : RS485, Ethernet, Wi-Fi.
- gwarancja min. 5 lat.

## Rozdzielnica (skrzynka) przyłączeniowa RDC1

Zaprojektowano skrzynkę przyłączeniową RDC1 jako 8 modułową, wykonaną z tworzywa termoutwardzalnego, z przezroczystymi drzwiczkami, II kl. ochr., stopień ochrony IP67,  $I_n=63$ A,  $U_i=1000$ V,  $I_K=08$ .

Obudowa skrzynki powinna posiadać właściwą wentylację, odporność na uderzenia mechaniczne oraz jest niepalna.

Skrzynkę przyłączeniową zainstalować na dachu, na kominie.

W skrzynce przyłączeniowej zlokalizowano:

- ochronniki przeciwprzepięciowe DC t.1+2,  $I_n=20$ kA,  $I_{max}=40$ kA,  $U_{cpv}:1200$ Vdc.

## Rozdzielnica (skrzynka) przyłączeniowa RDC2

Zaprojektowano skrzynkę przyłączeniową RDC2 wykonaną z tworzywa termoutwardzalnego o szczelności min. IP44. W RDC2 zlokalizowano ograniczniki przepięć DC t.2. oraz rozłącznik bezpiecznikowy z wymiennymi wkładkami topikowymi o charakterystyce gPV. Rozdzielnicę przyłączeniową RDC2 zainstalować na ścianie w pobliżu falownika.

Podstawowe wymagane parametry RDC:

- Obudowa min. 12 modułowa z przezroczystymi drzwiczkami, II kl. ochr., stopień ochrony IP44,  $I_n=63$ A,  $U_i=1000$ V,  $I_K=08$ ,
- wyposażenie:
  - rozłącznik bezp. z wymiennymi wkładkami topikowymi o charakterystyce gPV, montowane na obu biegunach łańcucha,
  - ochronniki przeciwprzepięciowe t.2. Wyrównanie potencjałów w ochronie przeciwprzepięciowej

zgodnie z IEC 60364-4-44, zdolność odprowadzania prądu (8/20 $\mu$ s) na biegun: min.40kA, napięciowy poziom ochrony DC : $U_p \leq 4kV$ .

### Rozdzielnica (skrzynka) przyłączeniowa RAC

Zaprojektowano skrzynkę przyłączeniową RAC wykonaną z tworzywa termoutwardzalnego. W rozdzielniczy przyłączeniowej RAC zlokalizowano wyłącznik nadprądowy modułowy typu 3p B20A, wyłącznik różnicowoprądowy typu 4p 25/0,1A i ograniczniki przepięciowe AC t.2. Rozdzielnicę przyłączeniową AC zainstalować na ścianie w pobliżu falownika . Zasilanie RAC od strony inwertera wykonać przewodem YDY 5x6mm<sup>2</sup>, układanym w sztywnych rurach osłonowych. n.u. lub listwach naściennych.

*Podstawowe wymagane parametry RAC:*

-Obudowa 24 modułowa z przezroczystymi drzwiczkami, II kl. ochr., stopień ochrony min. IP44,  $I_n=63A$ ,  $U_i=690V$ ,  $I_K=08$ , -min. temperaturowy zakres pracy: -40°C do +80°C,

-wyposażenie:

- wyłącznik nadprądowy 3p.B20A,  $I_{cn}=6kA$
- ochronniki przeciwprzep.t.1+2 ,
- wyłącznik różnicowoprądowy 4p 25/0,1A.

### Rozdzielnica główna TG

W rozdzielniczy głównej zaprojektowano wyłącznik nadprądowy 3p C20A, z którego należy zasilić RAC oraz wyłącznik nadprądowy 1p B6A, z którego należy zasilić PWB.

### Moduły fotowoltaiczne

Moduły fotowoltaiczne zaproponowane w instalacji, to moduły wykonane w technologii monokrystalicznej, o mocy min. 450 Wp i sprawności min. 20%. Moduł powinien być pokryty szkłem hartowanym. Komponenty modułu powinny być zamknięte w aluminiowej ramie.

Podstawowe parametry modułu (dla warunków STC):

- moc. min.450Wp (standardowe warunki testu: napromieniowanie 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura ogniw 25 °C i współczynnik masy powietrza AM 1,5),
- maks. ilość modułów:22szt.,
- sprawność modułu min.20% ,
- wyłącznie dodatnia tolerancja mocy,
- powierzchnia antyrefleksyjna,
- gwarancja mechaniczna– min. 12 lat;
- min. gwarancja wydajności mocy producenta 25 lat: min. 80% mocy znamionowej, gwarancja na moc musi mieć liniową krzywą degradacji mocy w czasie,
- obciążenie statyczne (na obciążenie śniegiem) min.5400Pa,
- odporność na podmuchy wiatrem min.2400Pa,
- napięcie obwodu otwartego  $V_{oc} = 41V-50V$
- napięcie optymalne  $V_{mp} = 33V-42V$
- maks. prąd obwodu zamkniętego  $I_{sc} = 11A-14A$
- waga maks.24,5 kg,
- puszka przyłączeniowa modułu szczelna IP68 .
- temp. pracy:-40+85st.C .

## Optymalizatory mocy

Zaprojektowano optymalizatory mocy, montowane przy każdym module PV. Działanie optymalizatora mocy polega na szukaniu punktu mocy maksymalnej na poziomie pojedynczego modułu PV. Optymalizator mocy ma za zadanie obciążyć moduł w sposób optymalny, czyli taki, w który w danych warunkach oświetlenia zapewni na wyjściu największą możliwą moc niezależnie do tego, jaki prąd i napięcie generują pozostałe moduły w szeregu.

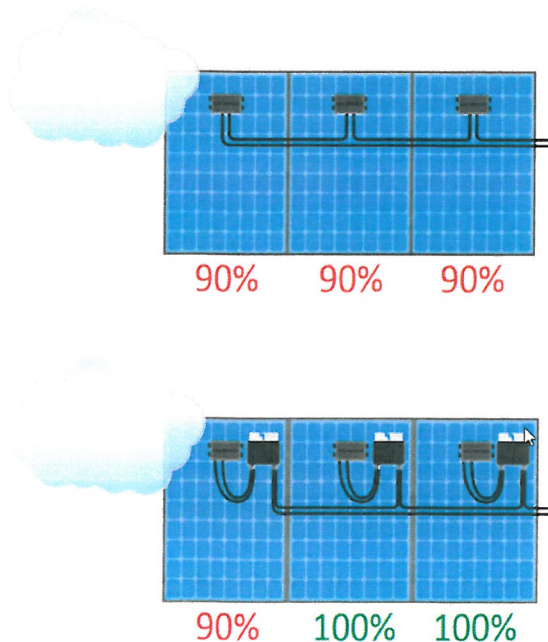
Jeżeli na module PV pojawi się cień zmniejszy się prąd, jaki będzie mógł dany moduł generować. Jeżeli moduł ten jest połączony w szeregu z innymi modułami spadek prądu na zacienionym module może przełożyć się na spadek prądu na całym szeregu modułów lub zostanie on "odcięty" przez diody obejściowe.

Ponadto, zastosowane w instalacji optymalizatory (optyimizery) mocy umożliwiają automatyczne obniżenie napięcia DC modułów do wartości 1V, za każdym razem, gdy odłączone jest zasilanie AC lub odłączony jest falownik lub gdy nastąpi awaria instalacji, zapewniając bezpieczeństwo podczas konserwacji lub w przypadku pożaru. W takim wypadku napięcie każdego modułu zostaje ograniczone do napięcia bezpiecznego, nie zagrażającemu instalatorom, serwisantom czy ratownikom straży pożarnej.

Podstawowe wymagane parametry optyimizera:

- moc wejściowa min. 450W,
- napięcie systemu: 1000V,
- min. sprawność: 98,5%
- maksymalne napięcie wyjściowe  $\geq 80V_{dc}$
- prąd wyjściowy (min.) 15Adc
- prąd zwarcia (min.) 12Adc
- min. temperaturowy zakres pracy:  $-40^{\circ}C$  do  $+85^{\circ}C$ ,
- IP68.

Korzyści wynikające z zastosowania optymalizatora mocy przedstawia poniższy rysunek



*Rys. 3. Przykład działania optymalizatora mocy*

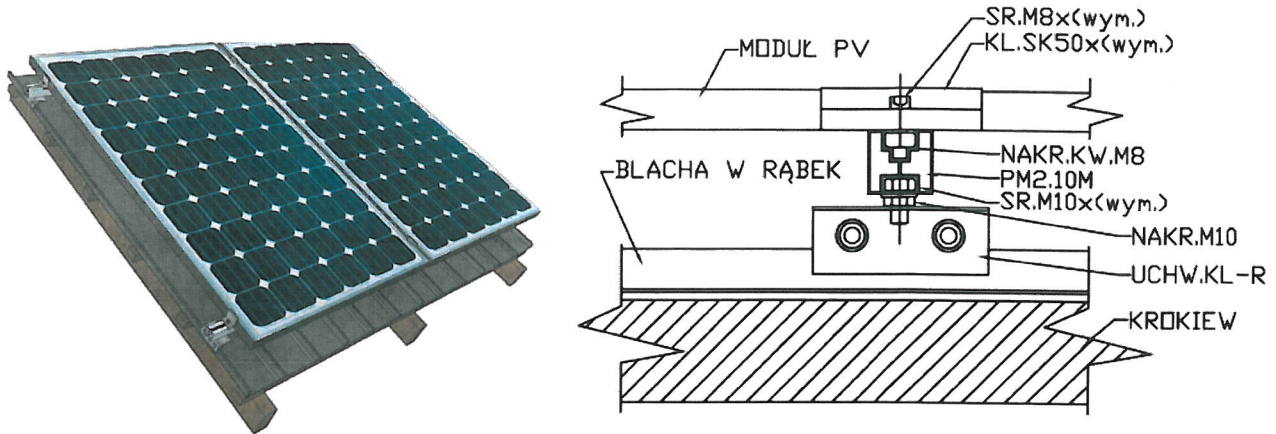
### Konstrukcja montażowa na dach kryty blachą na rąbek

Konstrukcja montażowa na dach kryty blachą na rąbek składa się z aluminiowo-stalowych



uchwytów przykręcanych do rąbka. Do tych uchwyty przykręcane są profile montażowe, do których mocowane są panele panele.

Pozostałe elementy konstrukcji, takie jak klemy końcowe, śruby i nakrętki, służą do przymocowania modułów fotowoltaicznych do wyżej opisanych profili. Elementy te wykonane są ze stali nierdzewnej. Konstrukcja montażowa powinna być odporna na czynniki atmosferyczne, tj. deszcz, słońce czy śnieg.



Rys 4. Wizualizacja konstrukcji montażowej umiejscowionej na dachu pokrytym blachą na rąbek

#### Podłączenie do internetu

Połączenie z internetem przewidziano za pomocą Ethernetu, Wi-Fi lub modułu komunikacyjnego w standardzie RS485.

Moduł komunikacyjny jest urządzeniem przeznaczonym do monitoringu i kierowania pracą systemu PV produkującego energię. Urządzenie to zawiera wszystkie niezbędne wejścia, przetwarza protokoły, zbiera dane i je układa oraz centralnie monitoruje i informuje na temat systemu fotowoltaicznego.

Do połączenia inwertera z serwerem monitoringu (szafa RACK) zaprojektowano kabel UTPw4x2x0,5 kat.6. Lokalizację podłączenia do internetu należy ustalić na etapie wykonawstwa

#### Instalacja przeciwprzebieciowa i połączeń wyrównawczych

Aby uchronić projektowaną instalację fotowoltaiczną przed przepięciami łączeniowymi oraz pochodzącymi, od wyładowań atmosferycznych bezpośrednich i pośrednich, należy zainstalować ochronniki przepięć typu 1 (lub typu 1+2) w skrzynce przyłączeniowej DC oraz typu 2 w skrzynce przyłączeniowej AC.

Po stronie DC należy zastosować tylko ochronniki przepięć dedykowane do elektrowni fotowoltaicznych.

Na ścianie, w pobliżu inwertera należy zamontować główną szynę uziemiającą GSU.

- do szyny przyłączyć:
- szynę PE rozdzielnic RDC,
- szynę PE rozdzielnic RAC,
- inwerter,
- konstrukcje paneli fotowoltaicznych,

Do połączenia z GSU zaprojektowano przewody uziemiające : LgY16mm<sup>2</sup>.

Przewody uziemiające należy wyprowadzić do wewnątrz budynku .

GSU uziemić tak, aby rezystancja uziemienia wynosiła  $R_u \leq 10 \Omega$ .

## 6. Ochrona przeciwporażeniowa, ochrona odgromowa

### Ochrona przeciwporażeniowa

#### *Instalacja AC*

Jako system ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym zastosowano „samoczynne wyłączenie zasilania”.

Ochronę przeciwporażeniową w sieci elektrycznej zapewnić w oparciu o wymagania normy PN-HD-

60364-4-41 dla istniejącego układu sieciowego (układ sieci – TN-S). Ochrona przeciwporażeniowa przed dotykiem bezpośrednim realizowana jest poprzez zadziałanie wyłącznika różnicowoprądowego. Ochrona przy uszkodzeniu zapewniona będzie przez samoczynne wyłączenie zasilania, zastosowanie urządzeń w II klasie ochronności oraz uziemione połączenia wyrównawcze. Umieszczenie systemu fotowoltaicznego na dachu na wysokości większej niż 2,5m zapewnia ograniczenie dostępu do części czynnych systemu. W przypadku gdy dostęp na dach budynku mają osoby nieupoważnione, należy wykonać dodatkowe osłony wokół systemu, lub ograniczyć dostęp na dach.

W skrzynce przyłączeniowej dokonać uziemienia punktu PE, tak aby  $R_u \leq 10 \Omega$ .

***Wszystkie skrzynki połączeniowej elektrowni fotowoltaicznej powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.***

#### *Instalacja nn DC*

Jako system ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym zastosowano uziemienie ochronne. Wymagana wartość rezystancji uziemienia wynosi:  $R_u \leq 10 \Omega$ .

## 7. Opis projektowanych zabezpieczeń po stronie DC i AC

### Ograniczniki przepięć

Ograniczniki przepięć przeznaczone są do ochrony instalacji fotowoltaicznych przed przejściowymi przepięciami wywołanymi np. uderzeniem pioruna w linię elektroenergetyczną, bądź w jej obrębie, powodując indukcyjną napięcia w tej linii lub przepięciami powstającymi podczas załączania czy wyłączania nieobciążonej linii elektroenergetycznej. Zjawisko przejściowego przepięcia może spowodować uszkodzenie elementów instalacji elektrycznej w budynku lub instalacji fotowoltaicznej.

Podstawowym zadaniem ograniczników przepięć jest obniżenie przejściowego, nadmiernego napięcia, pojawiającego się w przewodach, w momencie przepięcia. Ograniczniki przepięć dzieli się (zgodnie z PN -61643-11) na na odpowiednie typy: 1(kl. B),2(kl. C) i 3(kl. D).

Typ 1 i 2 (klasa B i C) służy do ochrony instalacji elektrycznej domowej. Ograniczniki te są w stanie obniżyć poziom napięcia kolejno do 2,5 kV i 1,5 kV.

Typ 3(klasa D) służy bezpośrednio do ochrony konkretnych urządzeń, które są czułe na przepięcia. Obniżają napięcie do poziomu 800 V.

Zważając na poziom napięcia, do jakiego poszczególne ograniczniki przepięć są w stanie je obniżyć, urządzenia te powinno stosować się kaskadowo, aby stopniowo obniżały napięcie w przewodach instalacji elektrycznej.

W instalacji fotowoltaicznych stosuje się przede wszystkim ograniczniki przepięć typu 1 i 2

o odpowiednim napięciu znamionowym dla strony AC i DC.

Ogranicznik przepięć składa się z podstawy montowanej do szyny DIN oraz wkładki, która posiada podstawowe elementy budowy ogranicznika przepięć: w przypadku typu 1 - iskiernik, natomiast typu 2 warystor.

Iskiernik zbudowany jest z dwóch elektrod przedzielonych izolatorem w postaci gazu lub cieczy. Urządzenia te posiadają bardzo dużą rezystancję przy znamionowych warunkach pracy i w momencie pojawienia się bardzo dużego potencjału elektrycznego, wywołanego np. przez bezpośrednie uderzenie pioruna, rezystancja iskiernika zmaleje do bardzo niskiego poziomu, powstanie łuk elektryczny pomiędzy elektrodami iskiernika (przewodem fazowym, a przewodem ochronnym) i prąd popłynie do ziemi, zamiast do dalszej części instalacji elektrycznej. Po ustąpieniu zjawiska przepięcia, ponownie pojawi się przerwa pomiędzy elektrodami iskiernika i prąd popłynie swoją prawidłową drogą.

Warystor jest półprzewodnikowym rezystorem o charakterystyce oporności zależnej od napięcia elektrycznego. Podobnie jak iskiernik posiada bardzo duży opór elektryczny w znamionowych warunkach pracy, natomiast w momencie pojawienia się nagłego skoku napięcia jego rezystancja gwałtownie spada i w takiej sytuacji jego działanie jest podobne do iskiernika.

Bardzo istotne jest, aby ograniczniki przepięć podłączone były do instalacji uziemiającej posiadającej bardzo mały opór elektryczny. Pozwoli to prądowi popłynąć do ziemi - zbyt duży opór mógłby spowodować, że prąd popłynie przez instalację elektryczną.

W instalacji fotowoltaicznej zastosowano ograniczniki przepięć typu 2 przeznaczone dla tego typu systemów. Ogranicznik ten przeznaczony jest do pracy z maksymalnym napięciem 1000 VDC. Umiejscowione zostaną one w skrzynce przyłączeniowej modułów fotowoltaicznych. W chwili uszkodzenia wkładki ochronnej następuje jej bezpieczne elektryczne oddzielenie. Dzięki zastosowaniu odpowiedniego bezpiecznika, specjalnie przeznaczonego do instalacji PV, w układzie zawierającym wkładki jest możliwa jej wymiana bez przerywania obwodu prądowego i bez powstawania łuku elektrycznego. Konstrukcja łączy ze sobą ochronę przepięciową, ochronę pożarową i ochronę osób.

### Wyłącznik nadmiarowo-prądowy po stronie AC

Wyłącznik nadmiarowo-prądowy (nadprądowy) służy do ochrony przed przeciążeniami elektrycznymi. Sytuacja taka następuje w momencie, gdy przez dany element elektryczny przepływa prąd większy niż znamionowy, np. w wyniku podłączenia zbyt dużej liczby odbiorników lub podłączenia odbiornika o zbyt dużej mocy. Zjawisko to powoduje wydzielanie się ciepła, jeśli jest długotrwałe, przez co może być niebezpieczne – może dojść do zwarcia i w konsekwencji pożaru. Wartość wydzielanego ciepła jest proporcjonalna do kwadratu prądu i kwadratu czasu występowania przeciążenia. Ponadto wyłączniki pozwalają na rozłączenie całej instalacji fotowoltaicznej, w analogiczny sposób, jak inne odbiorniki w domu.

W instalacji konieczne jest zastosowanie wyłącznika nadprądowego po stronie AC – za inwerterem, a przed rozdzielnicą w budynku. Znajdować będzie się on w skrzynce przyłączeniowej modułów wraz z ogranicznikami przepięć. Wyłącznik nadprądowy powinien być dopasowany do maksymalnego wyjściowego natężenia prądu falownika przy napięciu skutecznym.

## **8. Ochrona przeciwpożarowa**

Podjęcie działań przez strażaków w płonącym budynku, w pierwszej kolejności wiąże się z wyłączeniem zasilania obiektu. Krok ten ma na celu umożliwienie przeprowadzenia akcji ratowniczej bez ryzyka porażenia prądem strażaków, bądź ofiar pożaru. W przypadku obiektów wyposażonych w instalację fotowoltaiczną, należy wykonać jej przyłączenie w punkcie, którego zasilanie zostanie odcięte w chwili użycia głównego wyłącznika zasilania budynku. System



fotowoltaiczny zareaguje całkowitym wyłączeniem się, w przypadku odcięcia zasilania budynku i tym samym umożliwi przeprowadzenie bezpiecznego gaszenia oraz ewakuowania obiektu.

Ochrona przeciwpożarowa realizowana będzie dwustopniowo:

-po stronie prądu stałego – optymalizatory mocy, umożliwiające automatyczne obniżenie (do bezpiecznego) napięcia DC modułów za każdym razem, gdy odłączone jest zasilanie AC lub odłączony jest falownik, dodatkowo: po stronie prądu stałego zastosowano przeciwpożarowy wyłącznik bezpieczeństwa

PWB, odcinający dopływ prądu DC pomiędzy panelami a falownikiem, gdy zadziała PWP usytuowany przy głównych drzwiach wejściowych budynku hali,

-po stronie prądu przemiennego – główny wyłącznik prądu w budynku z chwilą zadziałania wyłącza również inwerter fotowoltaiczny, wykluczając tym samym możliwość spowodowania zwarcia instalacji elektrycznej czy porażenia osób.

Ochrona przeciwpożarowa została dobrana zgodnie z przepisami ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 roku o ochronie przeciwpożarowej. W systemach fotowoltaicznych znajduje się ochrona przeciwpożarowa w zakresie zgodnym z wymaganiami dotyczącymi ochrony przeciwpożarowej dla instalacji elektrycznych.

## 9. Inne zabezpieczenia

Inwerter zastosowany w instalacji fotowoltaicznej wyposażony jest w urządzenia monitorujące parametry energii elektrycznej. W przypadku odchylenia monitorowanych parametrów częstotliwości i napięcia od parametrów granicznych normy PN-EN 50438, fotowoltaiczne źródło wytwórcze jest natychmiast odłączone od sieci elektroenergetycznej. System fotowoltaiczny pozostaje odłączony do momentu powrotu parametrów do ustawionych limitów.

**Wykonanie wszystkich rozwiązań zabezpieczających instalację jest zgodne z obowiązującym prawem i odpowiednimi normami, w tym z polską normą PN-HD 60364 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia”.**

## 10. Oznakowanie instalacji PV

Oznakowanie instalacji PV w budynku wykonać zgodnie z normą PN-EN 60364-7-712:

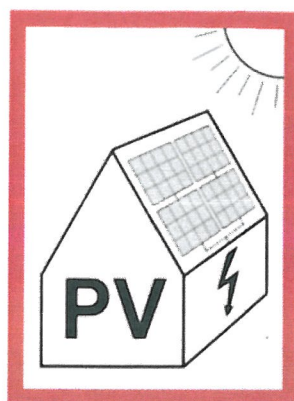
-naklejka z wizerunkiem modułów PV na dachu budynku powinna być umieszczona w miejscu przyłączenia instalacji PV,

-przy liczniku, przy głównym wyłączniku zasilania (przeciwpożarowym wyłączniku prądu).

-wszystkie skrzynki połączeniowej elektrowni fotowoltaicznej powinny mieć tabliczkę ostrzegawczą informacją, że części czynne wewnątrz skrzynek mogą być wciąż pod napięciem, mimo odłączenia od falowników PV.

### Opis zastosowanych oznaczeń:

Uwaga instalacja fotowoltaiczna – Naklejka umieszczona przy głównym wyłączniku prądu budynku.



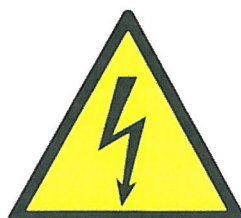
Naklejka umieszczona na obudowie rozdzielnicy RAC.

**GŁÓWNY  
WYŁĄCZNIK AC  
INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ**

Naklejka umieszczona na obudowie falownika w widocznym miejscu obok wyłącznika izolacyjnego DC wbudowanego w falownik.

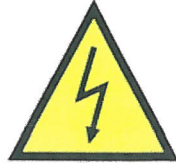
**GŁÓWNY  
WYŁĄCZNIK DC  
INSTALACJI  
FOTOWOLTAICZNEJ**

Naklejka umieszczona na obudowie falownika.



**NIE DOTYKAĆ !**  
URZĄDZENIE ELEKTRYCZNE

Naklejka umieszczona na obudowie rozdzielnic RDC.



## UWAGA!

URZĄDZENIE MOŻE BYĆ  
POD NAPIĘCIEM NAWET  
PO ROZŁĄCZENIU

### 11. Inne zabezpieczenia

Inwerter zastosowany w instalacji fotowoltaicznej wyposażony jest w urządzenia monitorujące parametry energii elektrycznej. W przypadku odchylenia monitorowanych parametrów częstotliwości i napięcia od parametrów granicznych normy PN-EN 50438, fotowoltaiczne źródło wytwórcze jest natychmiast odłączone od sieci elektroenergetycznej. System fotowoltaiczny pozostaje odłączony do momentu powrotu parametrów do ustawionych limitów.

Wykonanie wszystkich rozwiązań zabezpieczających instalację jest zgodne z obowiązującym prawem i odpowiednimi normami, w tym z polską normą PN-HD 60364 „Instalacje elektryczne niskiego napięcia”.

### 12. Przebieg prac montażowych

- Montaż konstrukcji nośnej na dachu
- Montaż paneli fotowoltaicznych na dachu
- Uziemienie zestawu modułów fotowoltaicznych ( $R < 10 \Omega$ )
- Montaż inwertera i zabezpieczeń strony AC oraz DC
- Połączenie modułów z inwerterem
- Ułożenie przewodów DC
- Podłączenie instalacji do rozdzielnic TG
- Sprawdzenie pracy układu

### 13. Obliczenia

#### 13.1 Szacowany uzysk energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej

Uzysk energii elektrycznej wyprodukowanej w instalacji obliczono w następujący sposób:

$$U = \frac{(N_{as} \cdot K) \cdot P_{PV} \cdot WW}{N_{at}}$$

gdzie:

U – uzysk energetyczny z instalacji PV, kWh/rok

N<sub>as</sub> – nasłonecznienie w pobliżu miejsca występowania instalacji PV, kWh/(m<sup>2</sup>\*rok)

K – współczynnik korygujący wartość nasłonecznienia w zależności od jej ustawienia,

PPV – moc instalacji fotowoltaicznej, kWp

WW – współczynnik wydajności systemu fotowoltaicznego, -

N<sub>at</sub> – natężenie promieniowania słonecznego, kW/m<sup>2</sup>

Uwzględniając:

-nasłonecznienie N<sub>as</sub> wynoszące 900 kWh/(m<sup>2</sup>\*rok)

-współczynnik korygujący K (spadek lub wzrost nasłonecznienia w stosunku do nasłonecznienia na powierzchnię horyzontalną), dla modułów fotowoltaicznych odchylonych o 0 stopni od południa i ich nachylenie równe 30 stopni,

wynoszący 97%

-moc instalacji równą 9,9 kWp.

-współczynnik wydajności (sprawność instalacji) równy 87%, obliczony zgodnie z równaniem:

$$S_{PV} = 1 - (\sum S_P + S_F + S_T + S_{NPS} + S_Z + S_{NPM} + S_D) \cdot 100\%$$

gdzie:

SPV – sprawność instalacji fotowoltaicznej, %

SP – straty na przewodach – ok. 1%

SF – straty falownika – ok. 1,5%

ST – straty temperaturowe – 4-8%

SNPS – straty związane z niskim natężeniem promieniowania słonecznego – 1-3%

SZ – straty związane z zacieleniem, zabrudzeniem, itp. 1-5%

SNP – strat wynikające z niedopasowania prądowego modułów – ok. 1%

SD – straty na diodach bocznikujących – ok. 0,5%

Natężenie promieniowania słonecznego Nat w warunkach STC równe 1 kW/m<sup>2</sup>

uzysk energii elektrycznej wynosi:

$$U = \frac{900 \cdot 0,97 \cdot 9,9 \cdot 0,87}{1} = \text{ok. } 75000 \frac{\text{kWh}}{\text{rok}}$$

### 13.2 Obliczenia mocy

*Ilość paneli: LM=22*

*Moc modułu fotowolt.: 450Wp*

*Moc zainstalowana DC: 22x450Wp=9,9kWp*

*Moc szcz. (AC): 31,5x0,983=9,73kW*

### 13.3 Dobór zabezpieczeń DC

**Prąd znamionowy zabezpieczenia** powinien spełniać poniższą zależność

$$1,4 \cdot I_{sc} \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{rew} \approx 2,4 \cdot I_{sc}$$

Uwzględniając powyższe:

$$1,4 \cdot 13,85 = 19,4 \leq I_n = 20 \leq 0,9 \cdot 2,4 \cdot 13,85 = 29,9$$

gdzie:

-  $I_{sc}$  – znamionowy prąd zwarciovowy panelu fotowoltaicznego w warunkach STC,

-  $I_{rew}$  – maksymalny dopuszczalny prąd wsteczny (rewersyjny) panelu fotowoltaicznego,

-  $I_n$  – prąd znamionowy bezpiecznika.

-  $L_M$  – liczba paneli fotowoltaicznych w łańcuchu.

Dobrano zabezpieczenie DC : wkładkę bezpiecznikową cylindryczną o prądzie znamionowym 20A, napięciu znamionowym 1000V i charakterystyce gPV

### 13.4 Obliczenia prądu AC

Wartość prądu obciążenia:

$$I_B = \frac{P_s}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot \cos \varphi} = \frac{9900 \cdot 0,983}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 14A$$

### 13.5 Dobór zabezpieczeń AC

Dobrano zabezpieczenie : wyłącznik nadprądowy 3p B20A.

### 13.6 Dobór przekroju przewodu DC

$$S \geq \frac{P_s \cdot l}{U^2 \cdot \gamma \cdot 0,01}$$

$$S \geq \frac{22 \cdot 450 \cdot 2 \cdot 85}{(22 \cdot 41,18)^2 \cdot 54 \cdot 0,01} \geq 3,79 \text{mm}^2$$

Dobrano przewód solarny DC 6mm<sup>2</sup>.

### 13.7 Dobór przewodu AC

#### 13.7.1 Dobór przekroju przewodu AC

$$S \geq \frac{P_s \cdot l}{U^2 \cdot \gamma \cdot 0,01}$$

$$S \geq \frac{9900 \cdot 0,983 \cdot 15}{400^2 \cdot 54 \cdot 0,01} \geq 1,68 \text{mm}^2$$

Dobrano przewód AC YDY 5x6mm<sup>2</sup>.

#### 13.7.2 Sprawdzenie doboru przewodu AC na warunki obciążalności prądowej (wg PN-HD 60364-4-43)

$$\begin{cases} I_B \leq I_n \leq I_Z \\ I_Z \geq \frac{k_2 \cdot I_n}{1,45} \end{cases}$$

$$I_n = 1,25 \cdot I_B = 1,25 \cdot 14 = 17,56 \text{A} \rightarrow I_n = 20 \text{A}$$

$$I_Z \geq \frac{1,45 \cdot I_n}{1,45} = \frac{1,45 \cdot 20}{1,45} = 20 \text{A}$$

Dla sposobu ułożenia B2 (przewód wielożyłowy ułożony w rurze na ścianie z materiału izolującego cieplnie)  $I_Z = 36 \text{A}$  dla przewodu 6mm<sup>2</sup>.

$$14 \text{A} < 20 \text{A} < 36 \text{A}$$

Warunek został spełniony.

## 14. Wykaz rysunków

Rys.1 Plan sytuacyjny

Rys.2 Rzut dachu budynku hali –plan instalacji fotowoltaicznej

Rys.3 Rzut parteru budynku hali –plan instalacji fotowoltaicznej

Rys.4 Schemat zasilania



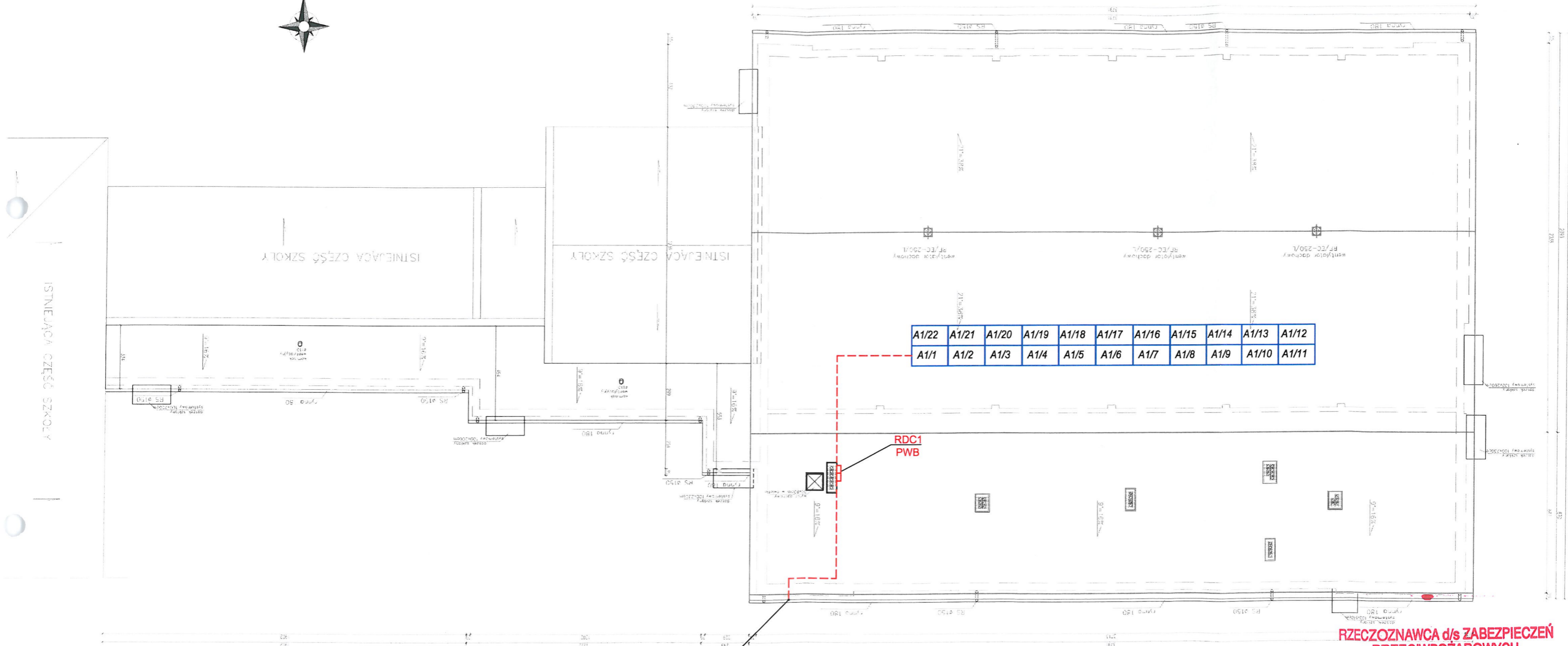


PV 450W – 22szt  
 na dachu 2–spad. hala sportowa.  
 – pokrycie blacha na rąbek

proj.2xkabel.solarny1x6mm<sup>2</sup>/r.o. od RDC1 do RDC2  
 HDGS3x1,5mm<sup>2</sup>/r.o. od PWB do TG  
 +1xLgY16mm<sup>2</sup>/r.o. od RDC1 do GSU

<b>Obiekt:</b> Instalacja PV na dachu hali sportowej Szkoły Podstawowej nr 1 w Radzynie Podlaskim 578/1, 578/12	<b>Inwestor:</b> Miasto Radzyn Podlaski ul. Warszawska 32 21–300 Radzyn Podlaski	<b>Skala:</b> 1:500
<b>Tytuł:</b> Plan sytuacyjny	<b>Projektant:</b> mgr inż. Stanisław Sowiński upr. bud. 2721/Lb/94	<b>Data:</b> 1.1.2022
<b>Asystent:</b> inż. Jakub Siedliski		<b>Nr rys.:</b> <b>1</b>





proj. 2xkabel.solarny 1x6mm<sup>2</sup>/r.o. od RDC1 do RDC2  
 HDGS3x1,5mm<sup>2</sup>/r.o. od PWB do TG  
 +1xLgY16mm<sup>2</sup>/r.o. od RDC1 do GSU

**RZECZOZNAWCA d/s ZABEZPIECZEŃ PRZECIWOŻAROWYCH**  
 mgr inż. Piotr Jabłoński nr upr. 599/2014  
 .....  
 Zgodność projektu z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej stwierdzam bez uwag z uwagami:

--- A1/1 --- - proj. trasa głównych ciągów kablowych DC  
 - nr panelu w stringu

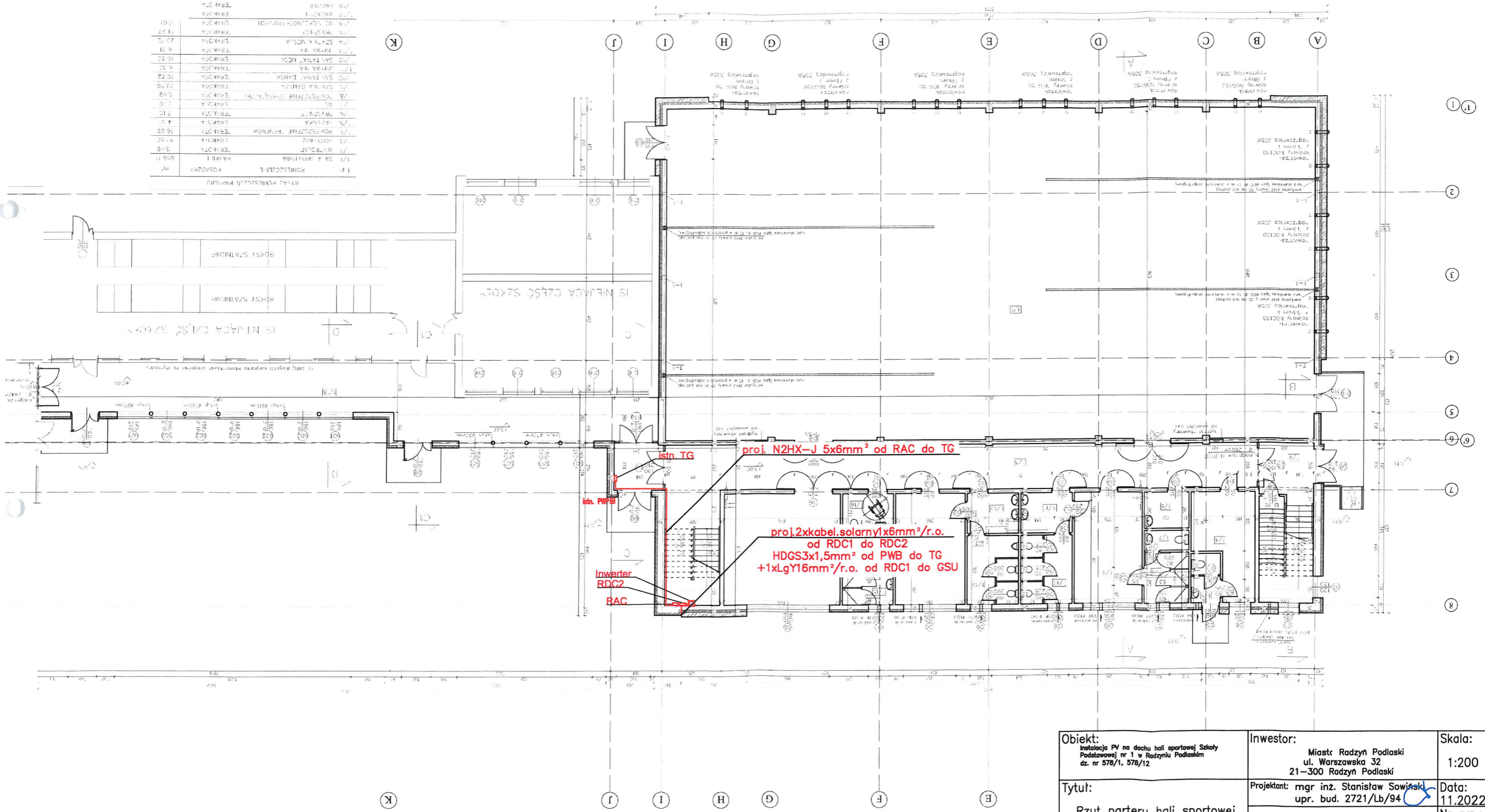
□ - proj. panel fotowoltaiczny + optymalizator

Obiekt: Instalacja PV na dachu hali sportowej Szkoły Podstawowej nr 1 w Radzynie Podlaskiej dz. nr 578/1, 578/12	Inwestor: Miasto Radzyna Podlaska ul. Warszawska 32 21-300 Radzyna Podlaska	Skala: 1:200
Tytuł: Rzut dachu hali sportowej - plan instalacji fotowoltaicznej	Projektant: mgr inż. Stanisław Sowiński upr. bud. 2721/Lb/94	Data: 11.2022
	Asystent: inż. Jakub Siedliski	Nr rys.: 2



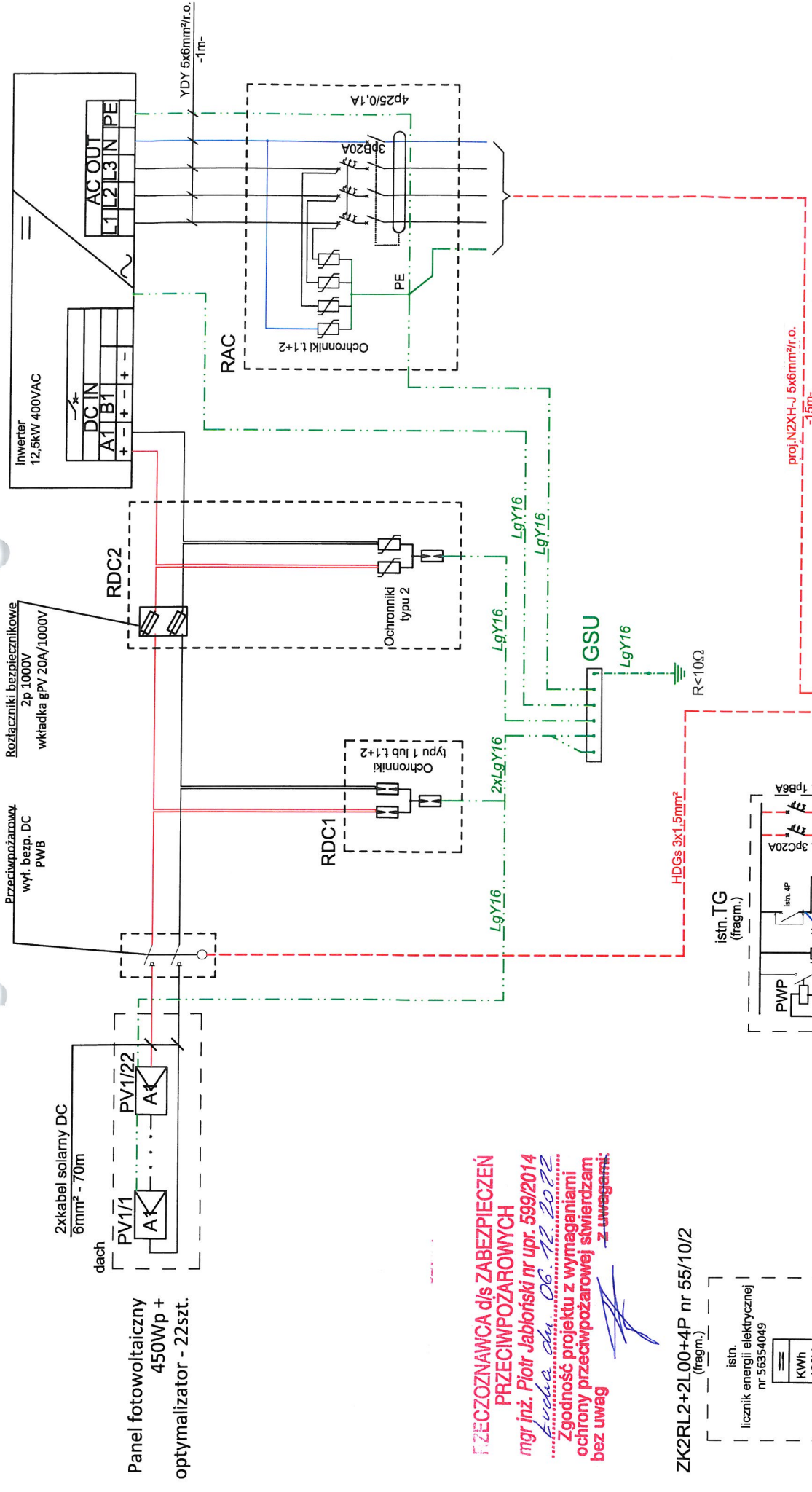
Elementy projektowe

Symbol	Opis	Wzrost
1/1	POWIERZCHNIA	658,11
1/2	SIŁOWNIA	3,9
1/3	WĘZEL	4,78
1/4	WĘZEL	16,82
1/5	WĘZEL	4,30
1/6	WĘZEL	7,15
1/7	WĘZEL	2,0
1/8	WĘZEL	5,02
1/9	WĘZEL	23,29
1/10	WĘZEL	10,82
1/11	WĘZEL	5,31
1/12	WĘZEL	6,31
1/13	WĘZEL	23,75
1/14	WĘZEL	11,27
1/15	WĘZEL	0,03



<b>Obiekt:</b> Instalacja PV na dachu hali sportowej Szkoły Podstawowej nr 1 w Radzynie Podlaskim dz. nr 578/1, 578/12	<b>Inwestor:</b> Miastc Radzyn Podlaski ul. Warszawska 32 21-300 Radzyn Podlaski	<b>Skala:</b> 1:200
<b>Tytuł:</b> Rzut parteru hali sportowej -plan instalacji fotowoltaicznej	<b>Projektant:</b> mgr inż. Stanisław Sowiński upr. bud. 2721/Lb/94	<b>Data:</b> 11.2022
	<b>Asystent:</b> inż. Jakub Siedliski	<b>Nr rys.:</b> 3



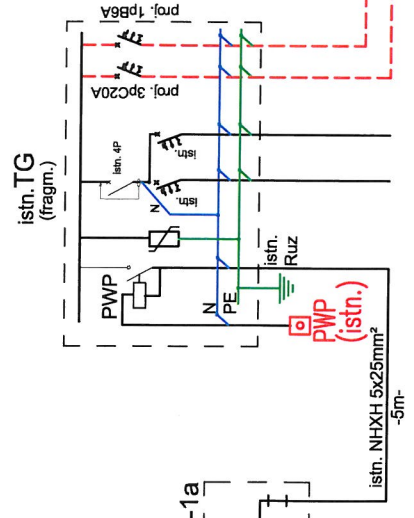
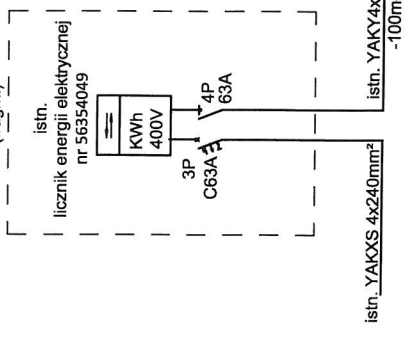


<b>Obiekt:</b> Instalacja PV na dachu hali sportowej Szkoły Podstawowej nr 1 w Radzynie Podlaskiej dz. nr 578/1, 578/12	<b>Inwestor:</b> Miasta Radzyn Podlaski ul. Warszawska 32 21-300 Radzyn Podlaski	<b>Skala:</b> -
<b>Tytuł:</b> Schemat zasilania	<b>Projektant:</b> mgr inż. Stanisław Sowiński upr. bud. 2721/Lb/94	<b>Data:</b> 11.2022
	<b>Asystent:</b> inż. Jakub Siedliski	<b>Nr rys.:</b> 4

Panel fotowoltaiczny  
450Wp +  
optymalizator - 22szt.

**PRZECIWOZAWCA d/s ZABEZPIECZEN PRZECIWOZAWROWYCH**  
mgr inż. Piotr Jabłoński nr upr. 599/2014  
Lucha dn. 06.12.2022  
Zgodność projektu z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej stwierdzam bez uwag  
Z uwagami:

ZK2RL2+2L00+4P nr 55/10/2



proj. NZXH-J 5x6mm²/r.o.  
-15m-

HDGs 3x1,5mm²

istn. YAKXS 4x240mm²

istn. YAKY 4x35mm²

-100m-

istn. NPHX 5x25mm²

-50m-

istn. TG (fragm.)

istn. AP

istn. 3PC20A

proj. 1pb6a

R<10Ω

LgY16

2xLgY16

LgY16

LgY16

Ochronniki typu 2

Ochronniki typu 1 lub t1+2

RDC2

RDC1

Przełącznikowy wył. bezp. DC PWB

Rozłączniki bezpiecznikowe 2p 1000V wkładka gPV 20A/1000V

Inwerter 12,5kW 400VAC

DC IN A1 B1

AC OUT L1 L2 L3 N PE

YDY 5x6mm²/r.o. -1m-

4p25/0,1A

3pB20A

PE

Ochronniki t1+2

RAC

dach

2xkabel solarny DC 6mm² - 70m

PV1/1

PV1/22

A

A

## 15. Zestawienie podstawowych materiałów SP1 - hala sportowa

### 15.1 Instalacja nn-AC

Lp.	Wyszczególnienie	Oznaczenie, typ	Nr katalogu, normy	im	ilość	uwagi
	2	3	4		6	7
1	Przewód	YDY5x6mm <sup>2</sup>		m	2	
2	Przewód	N2XH-15x6mm <sup>2</sup>		m	15	
3	Przewód	LgY16mm <sup>2</sup>		m	42	zielono-żółty, wg potrzeb
4	Przewód	HdGs3x1,5mm <sup>2</sup>		m	34	wg potrzeb
5	Inwerter DC/AC 3-faz.400V	12,5kW		szt	1	
6	Moduł komunikacyjny			szt	1	do połączenia instalacji z internetem
7	Rozdzielnica naścienna	24mod.63A, 690V,IP44	RAC	kpl	1	wg opisu i schematu
8	Ochronnik przeciwprzep.	AC t.1+2		kpl	1	
9	Wyłącznik nadprądowy	3pB20A		szt	1	
10	Wyłącznik nadprądowy	3pC20A		szt	1	
11	Wyłącznik nadprądowy	1pB6A		szt	1	
12	Wyłącznik różnicowoprądowy	4p25/0,1A		szt	1	
13	Szyna ekwipotencjalna		GSU	szt	1	
14	Bednarka	FeZn25x4		m	4	wg potrzeb
15	Pręt stalowy oc.	18mm/6m		szt	4	wg potrzeb
16	Śruba oc.+N+PO+PS	M10x25		szt	8	
17	Rura elektroinst. sztywna	Ø28		m	16	k. białe
18	Kolanko rury (sztywne)	do Ø28		szt		wg potrzeb
19	Uchwyt rury	do Ø28		szt	32	wg potrzeb
20	Rura elektroinst. sztywna	Ø16		m	16	k. białe, odporna na UV
21	Kolanko rury (sztywne)	do Ø16		szt		wg potrzeb
22	Uchwyt rury	do Ø16		szt	32	wg potrzeb
23	Końcówka kablowa	Cu16mm <sup>2</sup>		szt	44	wg potrzeb
24	Śruba oc.	M8x20		szt.	44	wg potrzeb

15.2. Instalacja fotowoltaiczna-DC i teleinform.

24	Przewód solarny	1000V 6 mm2		m	95	wg potrzeb
25	Panel fotowoltaiczny	monokryst. min.450W		szt	22	
26	Optymalizator mocy	450W		szt	22	
27	Rozdzielnica naścienna	8mod., 1000V, IP67	RDC1	kpl	1	wg opisu i schematu
28	Rozdzielnica naścienna	12mod., 1000V, IP44	RDC2	kpl	1	wg opisu i schematu
29	Podstawa rozłączalna do wkładek cylindrycznych	10x38 2p(podwójna),		kpl	1	wg opisu i schematu
30	Wkładka bezpiecznikowa	20A gPV, 1000V 10x38mm		szt	2	
31	Ochronnik przeciwprzep.	DC t.1+2		kpl	1	
32	Ochronnik przeciwprzep.	DC t.2		kpl	1	
33	Złączka	MC4		kpl	40	wg potrzeb
34	Przeciwpozarowy wyłącznik bezpieczeństwa	1000V, 40A, IP67		kpl	1	
35	Rura elektroinst.szttywna k. białe	Ø47		m	11	k. białe, odporna na UV
36	Kolanko rury	do Ø47		szt	10	wg potrzeb
37	Uchwyt rury	do Ø47		szt	22	wg potrzeb
38	Korytka kablowe perforowane z pokrywą	50x30mm		m	20	wg potrzeb
39	Przegroda do koryta kablowego	30mm		m	10	wg potrzeb
40	Uchwyt dachowy do koryta kabł.			szt	30	wg potrzeb
41	Konstrukcja pod panele na blachę w rąbek	dla 22 mod.		kpl	22	
42	Elementy montażowe			kpl	1	
43	Skrętka	UTP 4x2x0,5		m	50	wg potrzeb