

# Projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej

## Inwestor:

Gmina Nawojowa, ul. Ogrodowa 2, 33-335 Nawojowa

## Adres inwestycji:

Szkoła Podstawowa w Żeleźnikowej Małej, Żeleźnikowa Mała 38, 33-335 Nawojowa

## 1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt mikroinstalacji fotowoltaicznych zlokalizowanej na dachu budynku należącego do Szkoły Podstawowej w Żeleźnikowej Małej.

### Opis obiektu:

Obiekt, na którym planowane jest posadowienie instalacji stanowi budynek dwukondygnacyjny Szkoły Podstawowej z poddaszem nieużytkowym. Dach budynku stanowi dach wielospadowy o konstrukcji tradycyjnej zbudowany z krokwi i łąt oraz pokryty blachą falistą.



**Rys. 1. Budynek Szkoły Podstawowej w Żeleźnikowej Małej**

W obiekcie została przeprowadzona wizja lokalna, podczas, której stan elementów konstrukcji drewnianej dachu oraz pokrycia dachowego został oceniony, jako dobry. Kąt nachylenia dachu wielozasadowego wynoszą odpowiednio 5,35,50 stopni. Poniżej zostały przedstawione zdjęcia ilustrujące stan konstrukcji dachu.



Rys. 2. Stan drewnianej konstrukcji dachowej budynku

## 2. Analiza technicznych możliwości przyłączenia

Na podstawie konsultacji z inwestorem, zebranych informacji i wykonanych pomiarów podczas wizji lokalnej, a także technicznych możliwości wykonawczych określono m.in. miejsce montażu falownika czy sposób prowadzenia okablowania pomiędzy modułami a falownikiem. Informacje o technicznych możliwościach przyłączenia zostały przedstawione poniżej.

Układ sieci:	TNC-S
Liczba faz:	3
Główne zabezpieczenie budynku	C16 A
Moc przyłączeniowa:	14 kW
Lokalizacja rozdzielni głównej w budynku:	W korytarzu budynku

## PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Punkt przyłączenia:	W rozdzielni głównej
Miejsce montażu falownika:	Ze względu na brak odpowiedniego pomieszczenia technicznego falownik zostanie zamontowany obok rozdzielni głównej budynku na wysokości utrudniającej dostęp dla dzieci.
Sposób prowadzenia okablowania:	Kable strony DC będą prowadzone przez strop lub po elewacji do miejsca montażu falownika. Kable strony AC będą prowadzone po ścianie do rozdzielni głównej budynku.
Rodzaj przyłącza:	kablowe
Rodzaj licznika	Elektroniczny
Stan konstrukcji/ pokrycia dachowego	Dobry/dobry



Rys. 3. Lokalizacja rozdzielni głównej



Rys. 4. Rozdzielnia główna w budynku

### 3. Określenia miejsca posadowienia generatora PV i wstępne rozplanowanie modułów PV

Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na wschodniej połaci dachu budynku szkoły. Zdjęcie dachu przedstawia rysunek nr 5 . Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej przedstawia rysunek nr 6. Na połaci dachu na której planowany jest montaż instalacji występuje zacienienie od kominów spalinowych oraz lampy drogowej.



Rys. 5. Zdjęcie połaci dachowej na której zostanie zamontowana instalacja fotowoltaiczna

# PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ



Rys. 6. Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej na dachu budynku szkoły w Żeleźnikowej Małej.

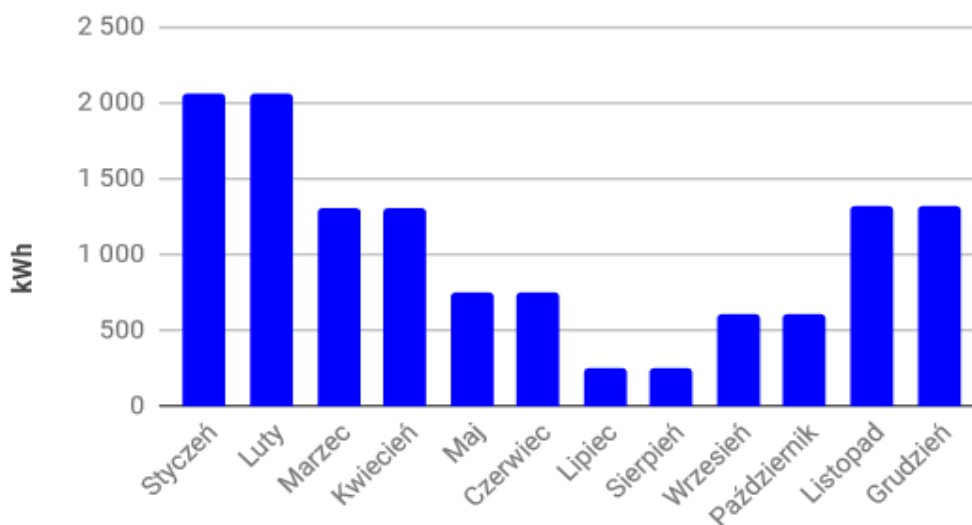
#### 4. Analiza zużycia energii i dobór mocy instalacji

Średnioroczne zużycie energii elektrycznej wyliczone na podstawie analizy zużycia energii elektrycznej w budynku w latach 2015-2016 wynosi 12,62 MWh. Uwzględniając moc zamówioną obiektu, obowiązujący system opustów dla mikroinstalacji odnawialnego źródła energii oraz zapotrzebowanie energetyczne budynku dobrano optymalną moc instalacji fotowoltaicznej wynoszącą 9,86 kWp. Zużycie energii przez obiekt zostało przedstawione na poniższym wykresie.

Tabela 1. Zużycie energii elektrycznej przez obiekt

	Zużycie średnie przez obiekt [kWh]
Styczeń	2 066
Luty	2 066
Marzec	1 304
Kwiecień	1 304
Maj	758
Czerwiec	758
Lipiec	249
Sierpień	249
Wrzesień	612
Październik	612
Listopad	1 320
Grudzień	1 320
Suma	<b>12 615</b>

Zużycie energii elektrycznej



Rys. 7. Zużycie energii elektrycznej przez obiekt

## 5. Dobór modułów fotowoltaicznych

Do realizacji inwestycji przewidziano zastosowanie modułów fotowoltaicznych zbudowanych z 60 ogniw PV o mocy nie mniejszej niż 290 Wp. Każdy modułów z uwagi na sposób montażu instalacji PV musi posiadać ramę aluminiową. Wymagane jest, aby zastosowany moduł fotowoltaiczny posiadał wytrzymałość mechaniczną nie mniejszą niż 5400 Pa (parcie) oraz 2400 Pa (ssanie). Przy doborze modułów fotowoltaicznych do falowników założono poniższe parametry elektryczne.

**Tabela 2. Zestawienia parametrów elektrycznych modułu fotowoltaicznego.**

Nazwa parametru (STC)	Wartość	Tolerancja
Typ modułu	Monokrystaliczny/ polikrystaliczny	brak
Moc modułu PV	290 Wp/ 290 Wp	dodatnia
Napięcie obwodu otwartego	39,5 V/ 36,5	+2,5%
Prąd zwarcia	9,5 A/ 2,50	+2,5%
Napięcie w punkcie mocy maksymalnej	32,1 V/ 29,2	+2,5%
Prąd w punkcie mocy maksymalnej	9,01 A/ 7,20	+2,5%

Wymaga się, aby zastosowane moduły fotowoltaiczne posiadały certyfikaty na zgodność z normami: PN-EN 61730, PN-EN 61215:2005, 62804-1:2015 lub ich równoważnymi odpowiednikami.

## 6. Dobór falowników fotowoltaicznych

W instalacjach fotowoltaicznych projektuje się zastosowanie falowników beztransformatorowych o sprawności euro konwersji prądu stałego na przemienny nie mniejszej niż 97,5%. Zastosowany falownik musi charakteryzować się stopniem ochrony nie mniejszym niż IP65 z uwagi na montaż falowników, także na zewnątrz budynków. Wszystkie falowniki muszą być trójfazowe oraz posiadać możliwość modyfikacji współczynnika mocy w zakresie mniejszym niż 0,8 niedowzbudzenie – 0,8 przewzbudzenie. W zakresie częstotliwości pracy, napięcia pracy oraz zabezpieczeń podnapięciowych, nadnapięciowych, podczęstotliwościowych, nadczęstotliwościowych zastosowany falownik musi spełniać wymagania Tauron Polska Energia.

Przy doborze mocy falownika do mocy modułów PV wzięto pod uwagę typoszeręg dostępnych modeli oraz azymut i kąt pochylenia modułów PV. Moc generatora PV mieście się w przedziale 0,85-1,20 w stosunku do mocy falownika. Zastosowane falowniki muszą posiadać deklaracje zgodności z Dyrektywą 2014/35/UE Dyrektywą 2014/30/UE oraz posiadać certyfikat potwierdzający spełnienie norm: PN-EN 61000-6-3, PN-EN 61000-3-12, PN-EN 61000-3-11 lub ich równoważnymi odpowiednikami.



## 7. Dobór konstrukcji wsporczej

Do posadowienia modułów fotowoltaicznych na dachu budynku zostanie wykorzystana konstrukcja montażowa na dach skośny pokryty blachodachówką, moduły zostaną zamontowane w pozycji pionowej.

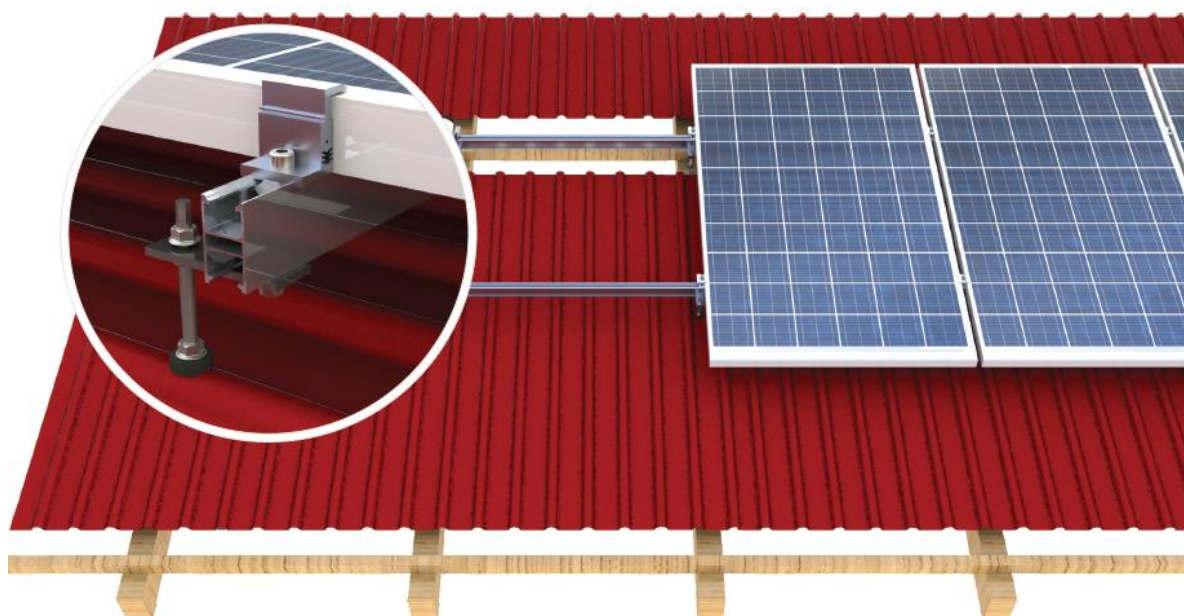
Tabela 3. Zestawienie parametrów konstrukcji wsporczej

Material systemu	Aluminium i stal nierdzewna
Orientacja modułów	Pionowa
Rodzaj dachu	Dach skośny
Pokrycie dachu	Blachodachówka

Zastosowana konstrukcja umożliwi przyłączenie uziemienia i wyrównanie potencjałów.

Konstrukcja składa się z śrub dwugwintowych wkręcanych bezpośrednio do krokwi oraz przykręconych do nich aluminiowych profili wielorowkowych za pomocą śrub ze stali nierdzewnej. Mocowanie modułów do szyny należy wykonać na skrajach pola klemą końcową z kolei mocowania między modułami klemą środkową.

Zastosowana specjalna powłoka metaliczna zapewnia długotrwałą ochronę powierzchni przed korozją.



Rys. 8. Ilustracja przykładowego systemu.

## 8. Końcowy dobór mocy instalacji oraz wizualizacja instalacji fotowoltaicznej

Finalnie dobrana moc uwzględniająca wszystkie czynniki wynosi: 9,86 kWp. Czynniki wpływającymi na dobór mocy są:

- moc przyłączeniowa obiektu,
- roczne zużycie energii,
- dostępna przestrzeń montażowa,
- techniczne możliwości przyłączenia,
- a także zalecenia Inwestora.

Przy rozplanowaniu instalacji fotowoltaicznej na połaci dachowej wzięto pod uwagę, także minimalne odległości od krawędzi dachu. Wizualizacja rozmieszczenia instalacji została przedstawiona poniżej na rysunku 9.



Rys. 9. Wizualizacja rozplanowania modułów fotowoltaicznych

## PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Skład montowanego zestawu obejmuje następujące elementy:

- 34 modułów fotowoltaicznych o mocy 290 Wp, każdy wyposażony w optymalizator mocy;
- falownik fotowoltaiczny o mocy 10 kW;
- konstrukcja montażowa na dach pokryty blachodachówką;
- okablowanie i zabezpieczenia strony AC i DC.

### 9. Zastosowanie technologii SMART

Każdy moduł fotowoltaiczny zostanie wyposażony w optymalizatory mocy, którego zadaniem jest wymuszanie pracy w punkcie mocy maksymalnej na poziomie pojedynczego modułu. Moduły ze zintegrowanymi optymalizatorami mocy nazywane są modułami smart.

Zastosowanie optymalizatorów mocy pozwala osiągnąć wyższe uzyski energii z instalacji – od kilku do nawet kilkudziesięciu procent. Szczególnie duże korzyści z zastosowania tego typu urządzeń pojawiają się w przypadku niedopasowania prądowo-napięciowego na modułach. Takie niedopasowanie pojawia się nie tylko w przypadku zacienienia ogniw, ale także z uwagi na:

- tolerancję parametrów prądowo-napięciowych stosowaną przez producentów,
- nierównomierne starzenie się poszczególnych ogniw PV w modułach PV,
- punktowe zabrudzenia ogniw PV,
- nierównomierne nagrzewanie się modułów PV i ogniw PV w module,
- refleksy świetlne, załamanie promieni słonecznych na krawędzi chmury,
- uszkodzenie diod obejściowych lub ogniw PV w module PV.

Przy uwzględnieniu zacienienia, typowy poziom niedopasowania elektrycznego modułów na nowych instalacjach sięga 3–7% z tendencją wzrostową w kolejnych latach. Z tego powodu nawet w przypadku niezacienionych instalacji PV zastosowanie optymalizatorów energii pozwala na wzrost uzysków na poziomie 2-5%. W przypadku zacienionych instalacji dodatkowy uzysk energii może przekraczać nawet 20%.

Dopuszcza się zastosowanie modułów bez optymalizatorów mocy jeżeli na etapie wykonawstwa wykonawca w porozumieniu z Inwestorem uzna za zasadne zastosowanie standardowej instalacji bez optymalizacji.

### 10. Wymagania w zakresie instalacji przepięciowej i instalacji odgromowej

Budynek posiada instalację przepięciową oraz instalację odgromową w dobrym stanie.

Z uwagi na budowę dachu, występowanie instalacji odgromowej oraz ochrony przeciwprzepięciowej przewiduje się:

- Wykonanie ekwipotencjalizacji konstrukcji wsporczej oraz ramek modułów PV
- Wykonanie uziemienia konstrukcji wsporczej

- Ze względu na niezachowanie odległości separacyjnych pomiędzy konstrukcją modułów, a instalacją odgromową zastosowanie ochrony przepięciowej strony DC typ I+II

## **11. Zabezpieczenia strony AC oraz DC**

Przewód zasilający po stronie AC musi być chroniony przed skutkami prądów zwarciovych poprzez zabezpieczenie przetężeniowe zainstalowane w miejscu przyłączenia strony AC instalacji PV do sieci wewnętrznej budynku.

Falowniki po stronie AC i DC muszą być chronione ogranicznikami przepięć typ I+II. Minimalny przekrój przewodu ochronnego do połączenia ograniczników przepięć dla typu I+II to 16 mm<sup>2</sup>. Ograniczniki przepięć mają być wykonane i zbadane zgodnie z normą PN EN 50539-11.

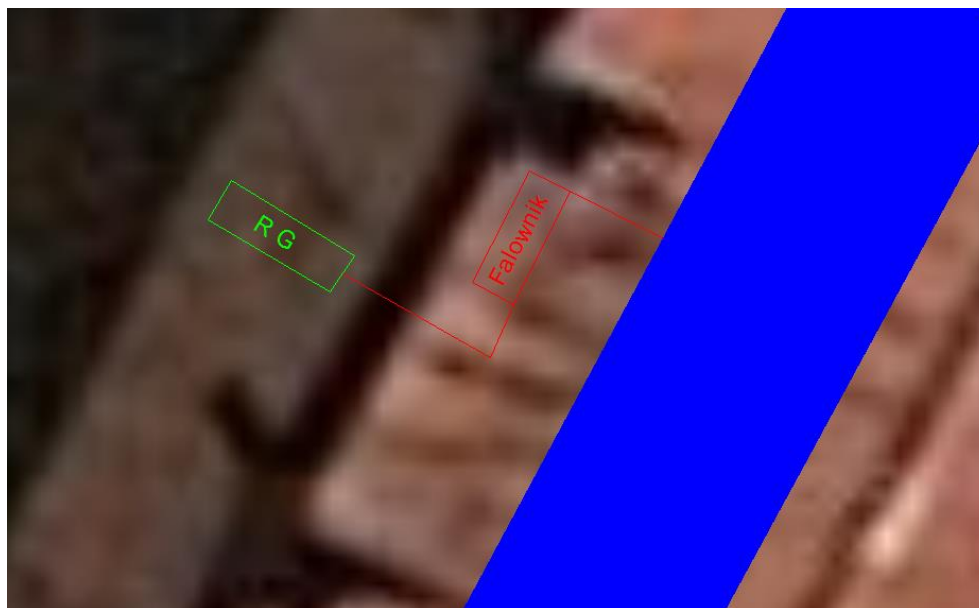
## **12. Komunikacja**

Każdy z falowników musi zostać objęty globalnym oraz lokalnym systemem komunikacji umożliwiającym minimalnie odczyt mocy chwilowej falownika, rejestracji wyprodukowanej energii w cyklach dziennych miesięcznych, rocznych oraz diagnostykę stanów pracy falownika. Komunikację globalną należy wykonać za pomocą rejestratora danych zainstalowanego w falowniku lub jako urządzenie zewnętrzne. Rejestrator danych lub falownik należy podłączyć do znajdującego się w punktu dostępu za pomocą kabla sygnałowego ekranowanego lub bezprzewodowo. Dane o produkcji energii należy archiwizować w chmurze zabezpieczonej hasłem. Projektuje się zastosowanie systemu komunikacji którego interfejs jest w języku polskim a korzystanie z niego w okresie nie krótszym niż 5 lat jest bezpłatne.

W celu poprawnego funkcjonowania systemu monitoringu należy zapewnić dla falownika dostęp do internetu. W przypadku braku łącza kablowego należy wyposażyć instalację dodatkowo w mobilny dostęp do internetu wyposażonego w system GPRS.

## **13. Oznaczenie punktów przyłączenia mikroinstalacji i określenie tras kablowych AC**

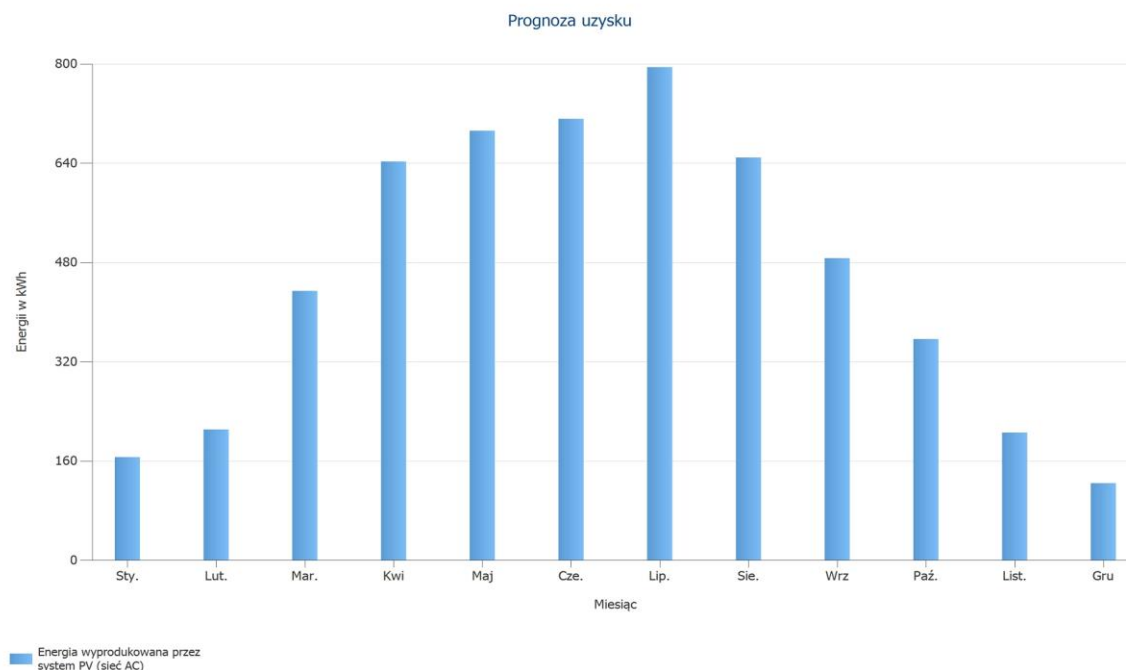
Instalacja zostanie przyłączona do rozdzielni głównej budynku znajdującej się po lewej stronie przy głównym wejściu do budynku. Punkty przyłączenia mikroinstalacji oraz trasy kablowe zostały przedstawione na rysunku 10.



Rys. 10. Lokalizacja falownika, rozdzielni głównej oraz przebieg trasy kablowe

## 14. Analiza uzysków energii

W oparciu o analizę wykonaną w programie symulacyjnym wyliczono uzyski dla projektowanej instalacji. Uzyski dla poszczególnych miesięcy przedstawiono poniżej na rysunku nr 11. Sumaryczny uzysk roczny wynosi min. 9 505 kWh.



Rys. 11. Uzyski energii z instalacji fotowoltaicznej

## 15. Wykorzystanie wyprodukowanej energii elektrycznej

Projektuje się, że całość wyprodukowanej energii zostanie wprowadzona do wewnętrznej sieci budynku i zostanie ona zużyta na potrzeby własne. Ewentualne nadwyżki zostaną rozliczone

w bilansach rocznych ze sprzedawcą energii.

## **16. Opis koniecznych prac konserwacyjno serwisowych**

Przeglądy okresowe mikroinstalacji należy wykonywać zgodnie z przyjętym dla danego obiektu przeglądem instalacji elektrycznej. Ponadto zaleca się mycie modułów fotowoltaicznych raz w roku.

## **17. Zasilanie obiektu**

Zasilanie obiektu z sieci energetycznej Tauron Dystrybucja pozostaje bez zmian.

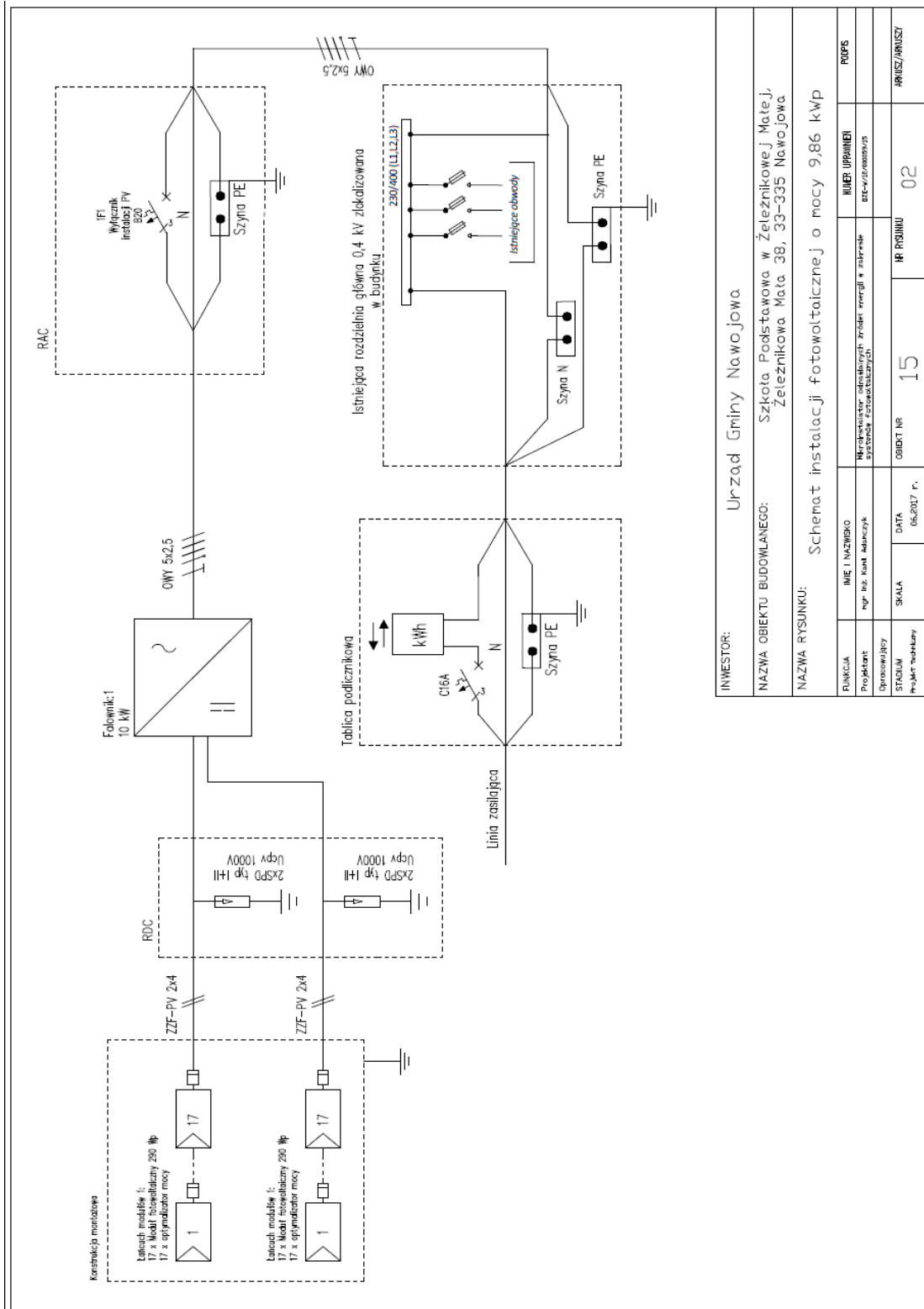
## **18. Układ pomiarowy**

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.

## **19. Schemat instalacji**

Poniższy schemat przedstawia sposób podłączenie instalacji fotowoltaicznej do wewnętrznej sieci elektrycznej budynku. Dopuszcza się zastosowanie mniejszej ilości modułów fotowoltaicznych w każdym z łańcuchów modułów.

# PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ



INWESTOR:		Urząd Gminy Nawojowa	
NAZWA OBIEKTU BUDOWLANEGO:		Szkoła Podstawowa w Żeleźnikowej Matej, Żeleźnikowa Mała, 38, 33-335 Nawojowa	
NAZWA RYSUNKU:		Schemat instalacji fotowoltaicznej o mocy 9,86 kWp	
FUNKCJA	IMI I NAZWIŚCIO	IMI I NAZWIŚCIO	IMI I NAZWIŚCIO
Projektant	IMI I NAZWIŚCIO	IMI I NAZWIŚCIO	IMI I NAZWIŚCIO
Opisane	IMI I NAZWIŚCIO	IMI I NAZWIŚCIO	IMI I NAZWIŚCIO
STADIUM	SKALA	DATA	IM I NAZWIŚCIO
Projekt techniczny		06.2017 r.	
		15	02
			IM I NAZWIŚCIO

Rys. 12. Schemat elektryczny instalacji

## 20. Podsumowanie i uwagi

Podstawowe parametry techniczne instalacji zebrano w tabeli 5.

PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Tabela 5. Zestawienie kosztów

<b>Instalacja - 9,86 kWp</b>			
<b>Kąt pochylenia [°]</b>	<b>Moc [kWp]</b>	<b>liczba modułów</b>	<b>Liczba falowników</b>
35 / 50	9,86	34	1