

Projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej

Inwestor:

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

Adres inwestycji:

Szkoła Podstawowa im. Św. Jadwigi Królowej we Frycowej, Frycowa 177, 41, 33-335 Nawojowa

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt mikroinstalacji fotowoltaicznych zlokalizowanej na dachu budynku należącego do Szkoły Podstawowej we Frycowej.

Opis obiektu:

Obiekt, na którym planowane jest posadowienie instalacji stanowi Budynek dwukondygnacyjny, podpiwniczony z poddaszem nieużytkowym. Dach wielospadowy o konstrukcji tradycyjnej krokwie, łąty pokryty blachą trapezową.



Rys. 1. Budynek Szkoły Podstawowej we Frycowej

W obiekcie została przeprowadzona wizja lokalna, podczas, której stan elementów konstrukcji drewnianej dachu oraz pokrycia dachowego został oceniony, jako dobry. Od strony południowej blacha wymaga malowania. Kąt nachylenia dachu wynosi 40 stopni. Poniżej zostały przedstawione zdjęcia ilustrujące stan konstrukcji dachu.

PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ



Rys. 2. Stan drewnianej konstrukcji dachowej budynku



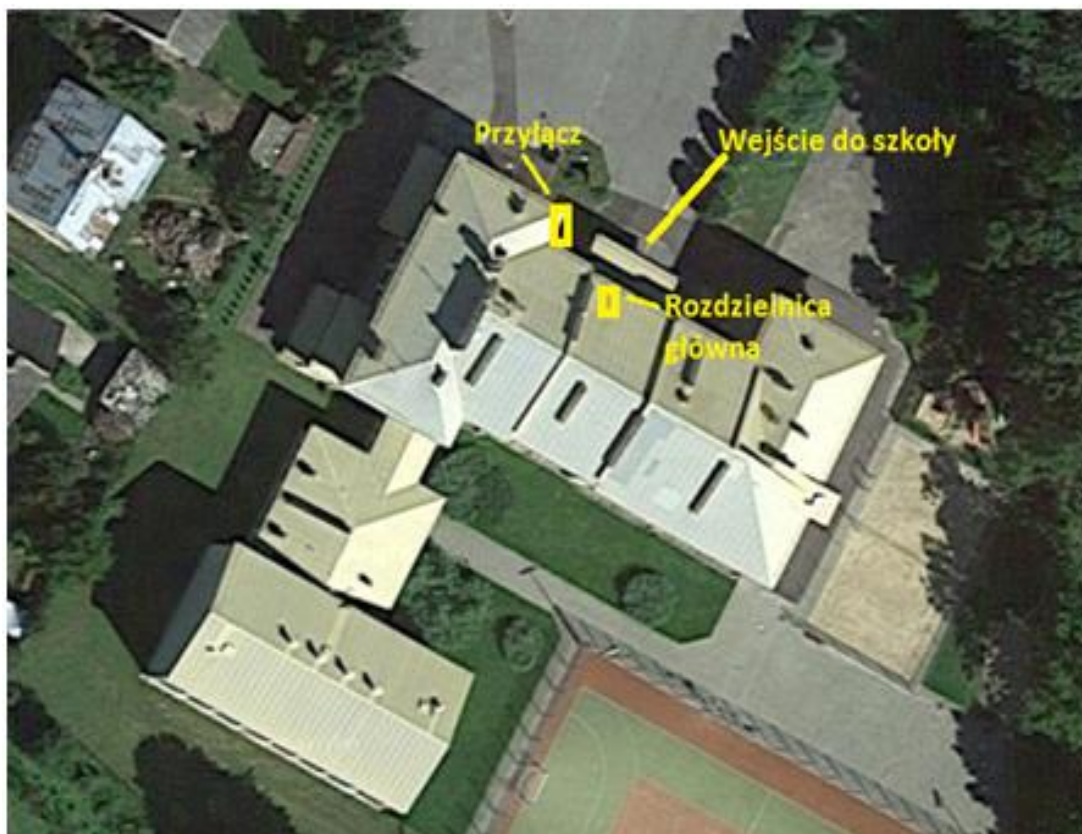
Rys. 3. Stan pokrycia dachowego budynku

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
Liczba faz:	3
Główne zabezpieczenie budynku	C50 A
Moc przyłączeniowa:	34 kW
Lokalizacja rozdzielni głównej w budynku:	Rozdzielnica główna znajduje się na głównym korytarzu przy wejściu do szkoły po prawej stronie na ścianie
Punkt przyłączenia:	W rozdzielni głównej
Miejsce montażu falownika:	Falownik zamontować w jednym z pomieszczeń piwnicy pod rozdzielnicą główną. Zejście kablami PV po elewacji budynku.
Sposób prowadzenia okablowania:	Kable strony DC będą prowadzone po elewacji budynku do pomieszczenia znajdującego się w piwnicy pod rozdzielnią główną. Kable strony AC będą prowadzone po ścianie do rozdzielni głównej budynku.
Rodzaj przyłącza:	Kablowe
Rodzaj licznika	Elektroniczny
Stan konstrukcji/ pokrycia dachowego	Dobry/dobry (strona południowa do malowania)

PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ



Rys. 3. Lokalizacja rozdzielni głównej oraz przyłącza napowietrznego



Rys. 4. Rozdzielnia główna w budynku

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

Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na południowo zachodniej oraz południowo wschodniej połaci dachu budynku szkoły. Zdjęcie dachu przedstawia rysunek nr 5a i 5b. Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej przedstawia rysunek nr 6. Na połaci dachu, na której planowany jest montaż źródłami zacienienia będą kominy wentylacyjne. Brano pod uwagę możliwość montażu instalacji na dachu sali gimnastycznej, lecz z uwagi na konstrukcję nośną dachu (kratownica) stwierdzono, że nie przeniesie dodatkowego obciążenia jakim będzie instalacji fotowoltaicznej.



Rys. 5a. Zdjęcie połaci dachowej południowo zachodniej, na której zostanie zamontowana instalacja fotowoltaiczna



Rys. 5b. Zdjęcie połaci dachowej południowo wschodniej, na której zostanie zamontowana instalacja fotowoltaiczna

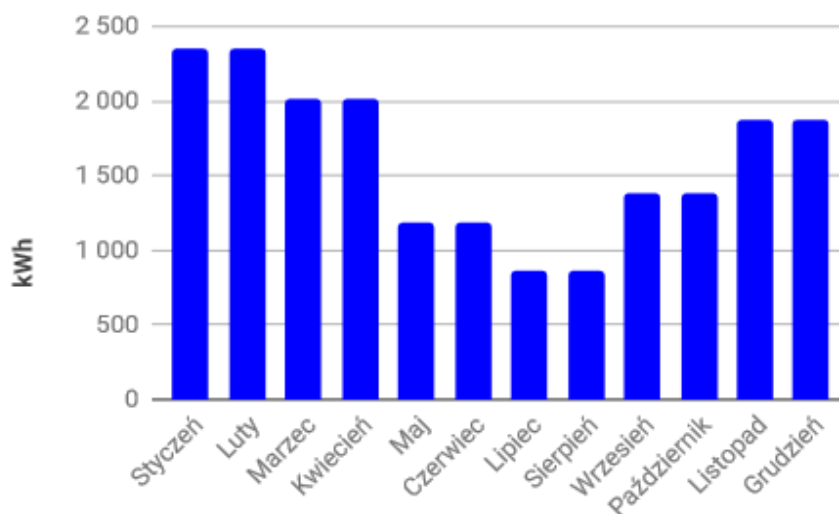
4. Analiza zużycia energii i dobór mocy instalacji

Średnioroczne zużycie energii elektrycznej wyliczone na podstawie analizy zużycia energii elektrycznej w budynku w latach 2015-2016 wynosi 19,36 MWh. Uwzględniając moc zamówioną obiektu, obowiązujący system opustów dla mikroinstalacji odnawialnego źródła energii oraz zapotrzebowanie energetyczne budynku dobrano optymalną moc instalacji fotowoltaicznej wynoszącą 28,13 kWp. Zużycie energii przez obiekt zostało przedstawione na poniższym wykresie.

Tabela 1. Zużycie energii elektrycznej przez obiekt

	Zużycie średnie przez obiekt [kWh]
Styczeń	2 350
Luty	2 350
Marzec	2 020
Kwiecień	2 020
Maj	1 185
Czerwiec	1 185
Lipiec	863
Sierpień	863
Wrzesień	1 380
Październik	1 380
Listopad	1 880
Grudzień	1 880
Suma	19 355

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 blachą trapezową, moduły zostaną zamontowane w pozycji pionowej.

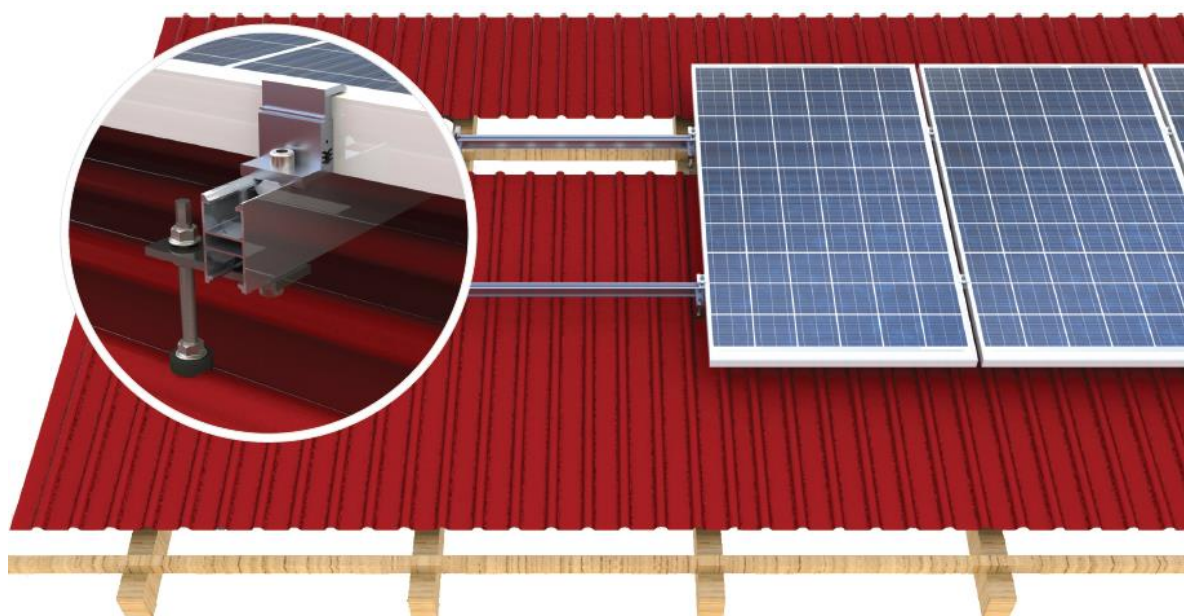
Tabela 3. Zestawienie parametrów konstrukcji wsporczej

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

Zastosowana konstrukcja umożliwia 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 montażowego.

8. Końcowy dobór mocy instalacji oraz wizualizacja instalacji fotowoltaicznej

Finalnie dobrana moc uwzględniająca wszystkie czynniki wynosi nie więcej niż 34 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 9a i 9b.



Rys. 9a. Wizualizacja rozplanowania modułów fotowoltaicznych na południowo-zachodniej połaci dachu szkoły



Rys. 9b. Wizualizacja rozplanowania modułów fotowoltaicznych na południowo-wschodniej połaci hali sportowej

Skład montowanego zestawu obejmuje następujące elementy:

- 117 modułów fotowoltaicznych o mocy 290 Wp, każdy wyposażony w optymalizator mocy;
- falownik fotowoltaiczny o mocy nie mniejszej niż 30 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, załamania 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 nie posiada instalacji przepięciowej, posiada instalację odgromową w dobrym stanie.

Z uwagi na budowę dachu, występowanie instalacji odgromowej oraz brak 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
- Wymaga się również zastosowanie ochrony przepięciowej strony AC typ 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 mm². 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 punkcie 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. Sumaryczny uzysk roczny wynosi min. 33 900 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.

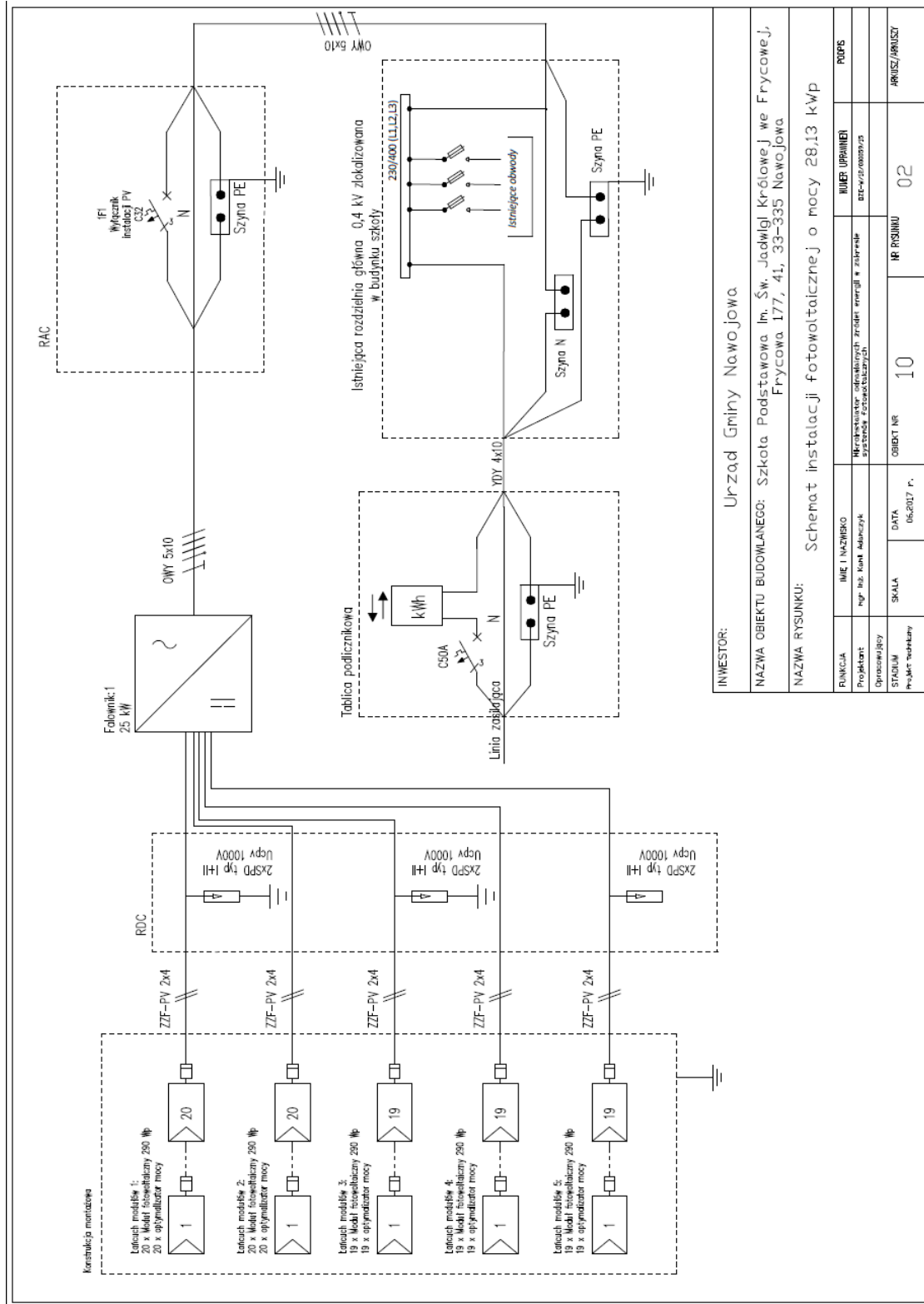
18. Układ pomiarowy

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

Przykładowy schemat podłączenia instalacji fotowoltaicznej do wewnętrznej sieci elektrycznej budynku. Dopuszcza się zastosowanie innej konfiguracji ilości modułów fotowoltaicznych w każdym z łańcuchów modułów.

PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ



INWESTOR: Urząd Gminy Nawojowa

NAZWA OBIEKTU BUDOWLANEGO: Szkoła Podstawowa Im. Św. Jadwigi Królowej we Frycowej, Frycowa 177, 41, 33-335 Nawojowa

NAZWA RYSUNKU: Schemat instalacji fotowoltaicznej o mocy 28,13 kWp

FUNKCJA	IMIĘ I NAZWISKO	NUMER UPRAWNIENI	PODPIS
	nr i nr kont. Adresy	nr uprawnień	
Projektant	Inwestor: obywateli zwrócić uwagę na zakres		
Opisujący	Szkoła Podstawowa		
STADIUM	SKALA	OBROT NR	ARUSZ/ARUSZY
Projekt techniczny	10	IR: PISUNO	02
	DATA		
	06.2017 r.		

Rys. 12. Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej

20. Podsumowanie i uwagi

Podstawowe parametry techniczne instalacji zebrano w tabeli 5.

PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Tabela 5. Zestawienie parametrów instalacji fotowoltaicznej

Instalacja - 28,13 kWp			
Kąt pochylenia [°]	Moc [kWp]	liczba modułów	Liczba falowników
40	Max. 34 kW	117	1