

Projekt techniczny  
instalacji fotowoltaicznej o mocy 9,6 kWp  
aktualizacja

Inwestor:

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

Adres inwestycji:

**Gminne Przedszkole w Nawojowej,  
ul. Ogrodowa 14, 33-335 Nawojowa**

## 1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt mikroinstalacji fotowoltaicznych zlokalizowanej na dachu budynku należącego do Gminnego Przedszkola w Nawojowej.

### Opis obiektu:

Obiekt, na którym planowane jest zamontowanie instalacji stanowi budynek parterowy poddaszem nieużytkowym w części podpiwniczony. Dach budynku stanowi dach wielospadowy o konstrukcji tradycyjnej zbudowany z krokwi i łąt oraz pokryty blachodachówką.



**Rys. 1. Budynek Gminnego Przedszkola w Nawojowej**

W obiekcie została przeprowadzona wizja lokalna, podczas, której stan elementów konstrukcji drewnianej dachu oraz pokrycia dachowego został oceniony, jako bardzo dobry. Kąt nachylenia dachu wynosi 30 stopni. Poniżej zostały przedstawione zdjęcia ilustrujące stan konstrukcji dachu.



Rys. 2. Stan drewnianej konstrukcji dachowej budynku

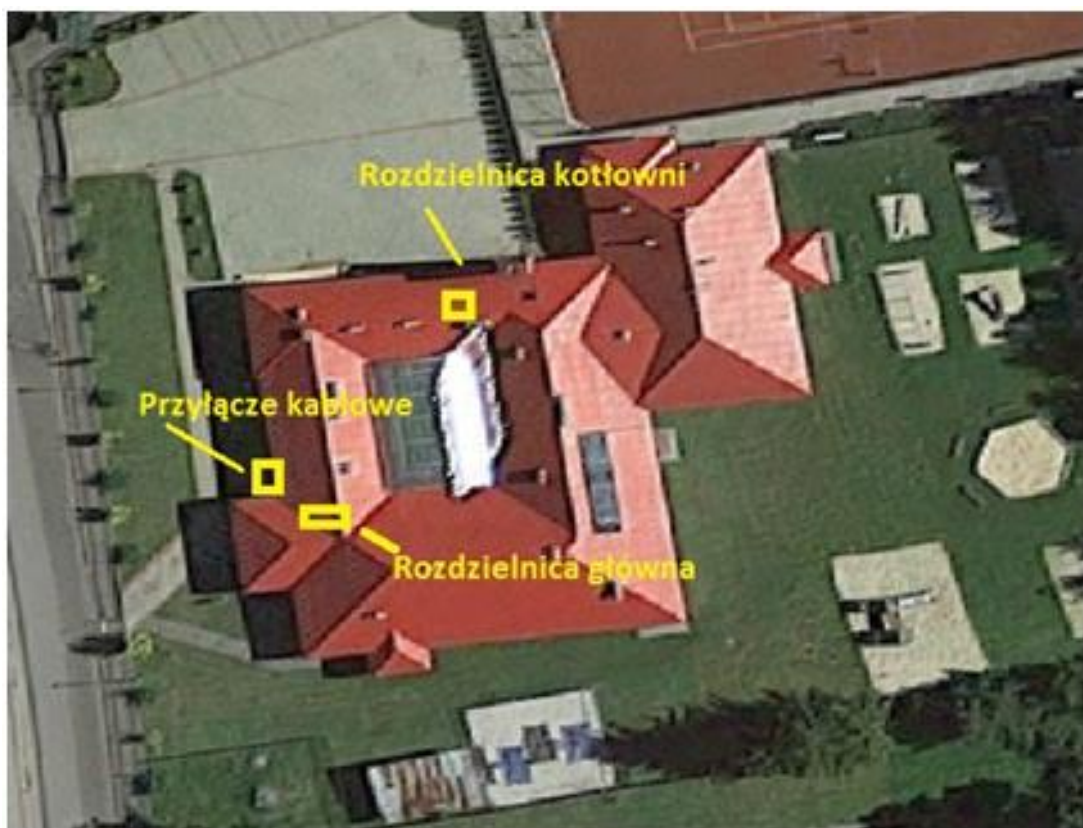
## 2. Analiza technicznych możliwości przyłączenia

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: główny budynek/kotłownia	TNC/TNC-S
Liczba faz:	3
Główne zabezpieczenie budynku:	25A
Moc przyłączeniowa:	14 kW
Lokalizacja rozdzielni głównej w budynku:	W korytarzu na parterze po lewej stronie przy wejściu do budynku
Punkt przyłączenia:	W rozdzielni znajdującej się w kotłowni
Miejsce montażu falownika:	Falownik zostanie zamontowany w kotłowni
Sposób prowadzenia okablowania:	Kable strony DC będą prowadzone przy kominie do

## PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

	pomieszczenia kotłowni gdzie zostanie umieszczony falownik. Kable strony AC będą prowadzone po ścianie do rozdzielni znajdującej się w kotłowni budynku.
Rodzaj przyłącza:	Kablowe
Rodzaj licznika	Elektroniczny
Stan konstrukcji/pokrycia dachowego	Bardzo dobry/bardzo dobry



Rys. 3. Lokalizacja rozdzielni głównej oraz przyłącza napowietrznego

## PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ



Rys. 4. Rozdzielnia główna w budynku



Rys. 5. Rozdzielnia znajdująca się w kotłowni

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

Moduły fotowoltaiczne zostaną zamontowane na południowo wschodniej oraz południowo zachodniej połaci dachu budynku Przedszkola. Zdjęcie dachu przedstawia rysunek nr 6a i 6b. Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej przedstawia rysunek nr 7. Na połaci dachu, na której planowany jest montaż instalacji źródłami zacienienia będą kominy wentylacyjne i spalinowe.



Rys. 6a. Zdjęcie połaci dachowej, na której zostanie zamontowana instalacja fotowoltaiczna



Rys. 6b. Zdjęcie połaci dachowej, na której zostanie zamontowana instalacja fotowoltaiczna

PROJEKT INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ



Rys. 7. Lokalizacja instalacji fotowoltaicznej na południowo-zachodniej połaci dachu budynku (14 modułów fotowoltaicznych) oraz na południowo-wschodniej połaci dachu budynku (16 modułów fotowoltaicznych)

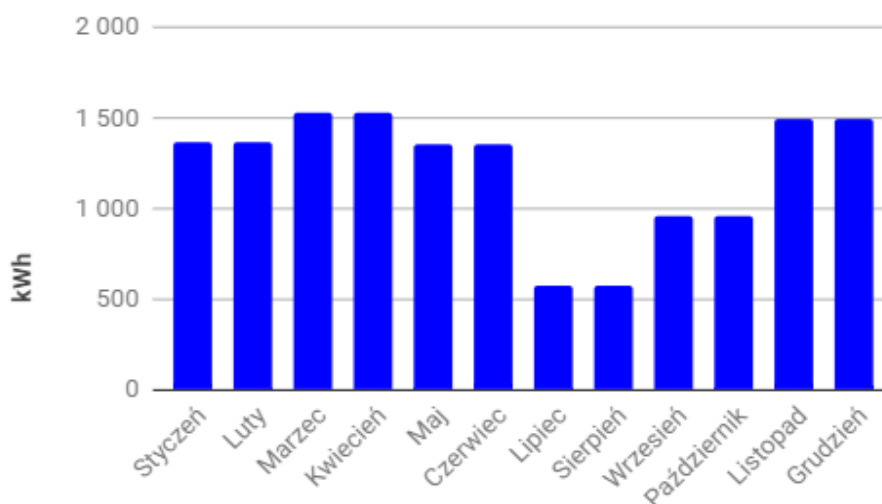
#### 4. Analiza zużycia energii i dobór mocy instalacji

Średnioroczne zużycie energii elektrycznej wyliczone na podstawie analizy zużycia energii elektrycznej w budynku wynosi 14,58 MWh. Uwzględniając moc zamówioną obiektu, obowiązujący system opustów (do mocy 10 kW stosujemy współczynnik 0,8) dla mikroinstalacji odnawialnego źródła energii oraz zapotrzebowanie energetyczne budynku dobrano optymalną moc instalacji fotowoltaicznej wynoszącą 9,6 kWp. Zużycie energii przez obiekt zostało przedstawione na poniższym wykresie.

**Tabela 1. Zużycie energii elektrycznej przez obiekt**

	Zużycie średnie przez obiekt [kWh]
Styczeń	1 370
Luty	1 370
Marzec	1 535
Kwiecień	1 535
Maj	1 350
Czerwiec	1 350
Lipiec	572
Sierpień	572
Wrzesień	960
Październik	960
Listopad	1 500
Grudzień	1 500
Suma	<b>14 574</b>

**Zużycie energii elektrycznej**





## 5. Dobór modułów fotowoltaicznych

Do realizacji inwestycji przewidziano zastosowanie modułów fotowoltaicznych zbudowanych z 60 ogniw PV o mocy nie mniejszej niż 320 Wp wykonanych w technologii monokrystalicznej MWT. Technologia MWT (Metal Wrap Through) pozwala istotnie zmniejszyć straty wynikające z zacieniania przez szynowody przedniej powierzchni ogniwa i straty wynikające z rezystancji szeregowej. Każdy moduł 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	
Technologia ogniw	MWT	
Moc modułu PV	320 Wp	+5W
Napięcie obwodu otwartego	39,5 V	+/-3%
Prąd zwarcia	10,35 A	+/-3%
Napięcie w punkcie mocy maksymalnej	32,3 V	+/-3%
Prąd w punkcie mocy maksymalnej	9,9 A	+/-3%

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. 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 Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Tauron Dystrybucja. Przy doborze mocy falownika do mocy modułów PV wzięto pod uwagę typoszereg 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. Dobrano falownik o mocy nie mniejszej niż 8 kW i nie większej niż 10 kW AC

## 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**

<b>Materiał systemu</b>	<b>Aluminium i stal nierdzewna</b>
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. 9. Ilustracja przykładowego systemu mocowania.

## 8. Końcowy dobór mocy instalacji

Finalnie dobrana moc uwzględniająca wszystkie czynniki wynosi: 9,6 kWp. Czynniki wpływającymi na dobór mocy są:

- moc przyłączeniowa obiektu,
- współczynnik opustu 0,8
- roczne zużycie energii w budynku
- dostępna przestrzeń montażowa,
- techniczne możliwości przyłączenia,
- zalecenia Inwestora.

Skład montowanego zestawu obejmuje następujące elementy:

- 30 modułów fotowoltaicznych o mocy 320 Wp;
- falownik fotowoltaiczny o mocy nie mniejszej niż 8 kW (AC);
- konstrukcja montażowa na dach pokryty blachodachówką;
- okablowanie i zabezpieczenia strony AC i DC.

## 9. Zastosowanie technologii SMART

nie dotyczy

## 10. Wymagania w zakresie instalacji przepięciowej

## **i instalacji odgromowej**

Budynek wyposażony jest w instalację przepięciową (rozdzielnicą kotłowni) oraz posiada instalację odgromową w bardzo dobrym stanie.

Z uwagi na pokrycie dachu, występowanie instalacji odgromowej 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.

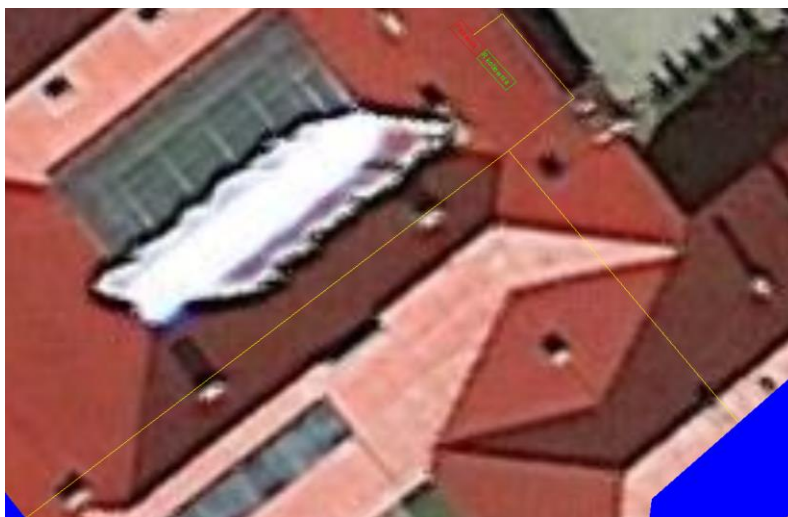
### **12. Komunikacja**

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 punkcie dostępu za pomocą kabla sygnałowego ekranowanego lub bezprzewodowo. Dane o produkcji energii należy archiwizować w chmurze zabezpieczonej hasłem.

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 wyposażony w system GPRS.

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

Instalacja zostanie przyłączona do rozdzielni w kotłowni. Punkty przyłączenia mikroinstalacji oraz trasy kablowe zostały przedstawione na rysunku 11.

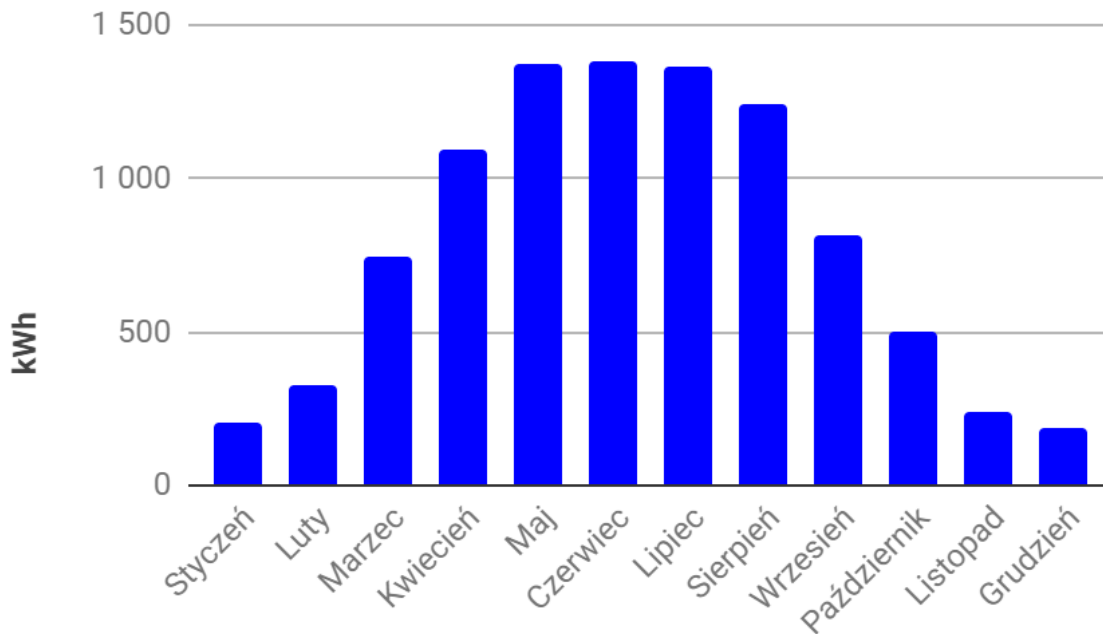


Rys. 11. Lokalizacja falownika, rozdzielni głównej oraz przebieg trasy kablowe

## 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 12. Sumaryczny uzysk roczny wynosi min. 9 500 kWh.

### Uzyski energii z instalacji fotowoltaicznej



Rys. 12. Uzyski energii z instalacji fotowoltaicznej

## 15. Wykorzystanie wyprodukowanej energii elektrycznej

Energia z instalacji fotowoltaicznej będzie wykorzystywana na potrzeby własne budynku, nadwyżki wyprodukowanej energii zostaną rozliczone w ramach systemu Opustu (ze współczynnikiem 0,8).

## 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

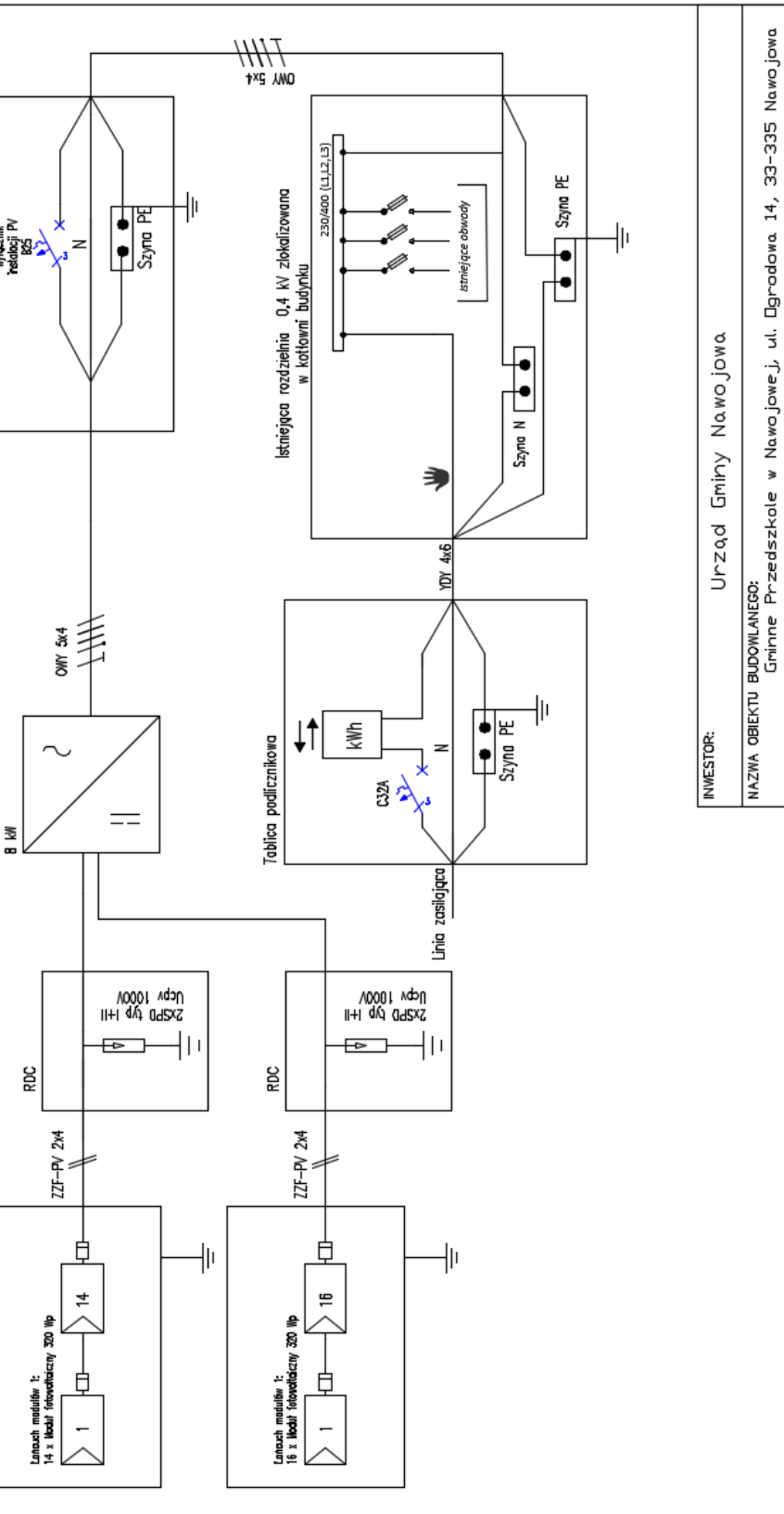
W celu możliwości rozliczania za energię elektryczną niezbędna jest wymiana przez Operatora Systemu Dystrybucyjnego licznika energii elektrycznej na dwukierunkowy. Wymiana jest całkowicie

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





Rys. 13. Schemat elektryczny instalacji fotowoltaicznej

## 20. Podsumowanie i uwagi

Zestawienie końcowe:

Moc instalacji fotowoltaicznej:	9,6 kWp
Moduły fotowoltaiczne:	30 szt. 320 Wp monokrystaliczne
Falownik:	1 szt. zakres mocy 8-10 kW AC
Konstrukcja montażowa:	na dach pokryty blachodachówką
Montaż falownika:	Pomieszczenie kotłowni
Punkt wpięcia:	rozdzielnica w kotłowni