

Załącznik do projektu budowlanego

Branża: Elektryczna

Obiekt: Szkoła Podstawowa w Zagoździu
21-421 Tuchowicz
Lipniak 5

Inwestor: Gmina Stanin
21-422 Stanin
Stanin 62

Projektant: mgr inż. Konrad Wereszczyński
Role 36 e
21- 400 Łuków
Upr. nr LUB/0247/PWOE/12

Temat: Instalacja elektryczna odbiorcza
➤ Fotowoltaiczna

projektował:

- Łuków, Marzec 2019 rok -

OPIS TECHNICZNY

1. Zakres opracowania

Projekt obejmuje wykonanie instalacji fotowoltaicznej w budynku Szkoły Podstawowej w miejscowości Zagoździu gm. Stanin.

2. Ogólne dane techniczne

- ✓ Napięcie sieci zasilającej – 230/400 V
- ✓ Przyłącze kablowe – istniejące
- ✓ Pomiar energii elektrycznej: istniejący
- ✓ Moc przyłączeniowa sieci zawodowej istniejąca
- ✓ Moc przyłączeniowa instalacji fotowoltaicznej 14,4 kWp
- ✓ System ochrony przed dotykiem pośrednim – szybkie wyłączenie napięcia, wyłącznik różnicowo-prądowy o działaniu bezpośrednim.

2.2 Ogólna charakterystyka zasilania budynku

Budynek posiada wykonane przyłącze kablowe. W/w przyłącze pozostaje bez zmian.

Projektuje się dodatkowe przyłącze od inwertera instalacji fotowoltaicznej do tablicy głównej budynku B1. Obwód należy wykonać przewodem typu 5x Lgy 16 mm² w RL 47

3. Ochrona odgromowa

Obiekt posiada wykonaną i sprawną instalację odgromową.

W momencie wykonywania prac termo modernizacyjnych należy zabudować zwody pionowe pod warstwą ociepleniową z puszkami kontrolnymi

Przewody odprowadzające wykonać metodą naciągową z ułożeniem p/t w rurze izolacyjnej PEX AL. 20 z drzwiczkami rewizyjnym do zacisków kontrolnych.

Po wykonaniu instalacji odgromowej należy wykonać pomiary oporności uziemienia / nie powinno przekraczać 10 Ω / oraz wypełnić protokół i załączniki.

4. Instalacja fotowoltaiczna

Przedmiotem opracowania jest projekt techniczny systemu fotowoltaicznego o mocy 14,4 kWp obejmujący swoim zakresem montaż i konfigurację urządzeń systemu fotowoltaicznego dla potrzeb Szkoły Podstawowej w miejscowości Zagoździu, na których odbędzie się produkcja energii elektrycznej na potrzeby własne.

Jako źródło dodatkowej energii budynku projektuje się instalację fotowoltaiczną typu on-grid zainstalowaną na dachu budynku. System fotowoltaiczny połączony będzie z siecią elektroenergetyczną i instalacją wewnętrzną budynku. Projektuje się dodatkowe przyłącze od inwertera instalacji fotowoltaicznej do tablicy głównej budynku B1. Obwód należy wykonać przewodem typu 5x Lgy 16 mm² w RL 47. Lokalizację inwertera należy uzgodnić z użytkownikiem na etapie realizacji inwestycji. Energia elektryczna wyprodukowana przez fotoogniwo zużywana będzie na potrzeby własne budynku, ewentualna nadwyżka energii zostanie przesłana zarządcy sieci elektroenergetycznej w celu przetrzymania jej w magazynie energii dystrybucji i na podstawie umowy netmeteringu odebrania jej w okresie półrocznego rozliczenia.

Opracowany projekt wdraża inteligentne systemy zarządzania energią w oparciu o technologie TIK technologia informacyjno-komunikacja (w tym pomiaru, obsługi i monitoringu wykorzystania energii w kontekście ich skalowalności, elastyczności i niezależności od dostawców). Posiadając zainstalowaną aplikację systemu TIK Inwestor będzie mógł dostawać swoje odbiory maksymalnie do wytwarzanej energii ze źródła odnawialnego bez potrzeb oddawania energii do sieci dystrybucyjnej.

Zakres opracowania

Zakres prac obejmuje montaż:

- Konstrukcji montażowej na dachu budynku wraz z uziemieniem;
- Modułów fotowoltaicznych;
- Inwerterów;
- Aparatury w postaci rozdzielnic DC oraz AC wraz z zabezpieczeniami;
- Wewnętrzne i zewnętrzne trasy kablowe na potrzeby systemu fotowoltaicznego;
- Przyłączenie instalacji PV do istniejącej tablicy bezpiecznikowej budynku
- Uruchomienie systemu zarządzania energią TIK

Podstawa opracowania

Niniejszy projekt wykonawczy został przygotowany w oparciu o :

- Zalecenia Inwestora;
- Obowiązujące normy i przepisy;

- Znamionowa moc instalacji jest określona pomiarami w Standardowych Warunkach Pomiaru
- Moduły PV posiadające jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 lub PN-EN 61646 lub z normami równoważnymi, wydany przez właściwą akredytowaną jednostką certyfikującą.
- Dla inwerterów przetwarzających energię ze źródła fotowoltaicznego przyłączonego do sieci nastawy powinny być zgodne z wytycznym PGE zawartymi w dołączonej tabeli oraz powinny posiadać deklarację zgodności potwierdzającą dyrektywy i normy: EN 61000 IEC-62109
- EN 61730-1 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)--Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji
- EN 61730-2 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV)--Część 2: Wymagania dotyczące badań

Aktualne uwarunkowania wykonania dokumentacji projektowej

Realizacja zadania polega na zamontowaniu optymalnie i prawidłowo dobranych urządzeń spełniających określone normy techniczne, efektywnościowe i wymogi bezpieczeństwa. Urządzenia powinny zostać zamontowane w taki sposób by umożliwić maksymalny uzysk mocy w skali roku. Wszystkie urządzenia muszą spełniać normy jakościowe oraz pracować długotrwale w sposób bezpieczny i bezawaryjny.

Inwestycja przyczyni się do zmniejszenia zapotrzebowania na energię elektryczną pochodzącą ze źródeł nieodnawialnych. Wykorzystanie nowoczesnej technologii przyjaznej środowisku skutkować będzie poprawą stanu środowiska naturalnego dzięki ograniczeniu emisji CO₂ do atmosfery.

Wpływ inwestycji na środowisko naturalne

Rozwiązania technologiczne stosowane w projekcie nie stanowią zagrożenia dla środowiska naturalnego w świetle obowiązującego prawa. Z przepisów: Ustawa Prawo Ochrony Środowiska (Dz. U.z 2008 roku nr.25 poz.150) oraz ustawy z dnia 3 października 2008 roku o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko wynika, iż planowana inwestycja nie wymaga sporządzenia raportu oddziaływania na środowisko.

Wszystkie urządzenia, które zostaną zastosowane w projekcie będą musiały posiadać ważne Potwierdzenie lub Deklaracje Zgodności zobowiązującymi normami. Zmiany w środowisku powstałe w wyniku prowadzenia prac związanych z realizacją projektu nie będą skutkowały w sposób negatywny na środowisko.

Zasada działania instalacji fotowoltaicznej

Przetwarzanie energii słonecznej odbywa się na drodze konwersji promieniowania słonecznego na energię elektryczną. W panelu fotowoltaicznym energia promieniowania słonecznego przekształcana jest na energię elektryczną prądu stałego. Za pomocą przewodów solarnych prąd stały zostaje przetransportowany do inwertera, gdzie dochodzi do przetworzenia prądu stałego (DC) na prąd zmienny (AC). Wyprodukowana w ten sposób energia, za pomocą przewodów elektrycznych, zostaje dostarczona do wewnętrznej instalacji elektrycznej.

Ilość wyprodukowanej energii elektrycznej przez instalacje fotowoltaiczne jest uzależnione od intensywności promieniowania słonecznego padającego na moduły fotowoltaiczne, czasu ekspozycji oraz poprawności wykonania projektu i prawidłowości montażu instalacji. Ważne jest by panele fotowoltaiczne nie były zaciemnione przez elementy zabudowy takie jak kominy, anteny, odgromniki czy roślinność tj. Drzewa czy krzewy, ponieważ powoduje to spadek uzysku energii z instalacji lub całkowite wyłączenie/odłączenie poszczególnych stringów (obwodów) lub całej instalacji.

W składzie każdej instalacji do produkcji elektrycznej muszą się znaleźć co najmniej następujące elementy o następujących parametrach:

- a) Panele fotowoltaiczne (monokrystaliczne) – urządzenia elektroniczne, które wykorzystują zjawisko fotowoltaiczne do zmiany promieniowania słonecznego na prąd elektryczny, powinny być przystosowane do montażu na różnych typach dachów bez względu na rodzaj pokrycia, możliwość montażu w pionie i poziomie. Do wykonania instalacji powinny być użyte panele fotowoltaiczne gwarantujące najwyższą jakość i długotrwałość działania.
- b) Inwertery fotowoltaiczne (falowniki) - urządzenia umożliwiające wytworzenie poprzez panele fotowoltaiczne prądu stałego na prąd przemienny. Na wyjściu inwertera będzie napięcie prądu zmiennego AC o wartości 230V. Przetwornice należy umieścić wewnątrz budynków.
W zależności od rodzaju instalacji elektrycznej istniejącej w budynku należy zastosować inwertery jedno – lub trójfazowe o mocy dostosowanej do danego rodzaju zestawu.
- c) Okablowanie – po stronie AC i DC instalacji fotowoltaicznej o parametrach wynikających z projektu oraz uwzględniających systemowe rozwiązania producentów modułów fotowoltaicznych oraz inwerterów.
- d) Przewody po stronie DC – przeznaczone do przyłączania fotowoltaicznych części instalacji wewnątrz i na zewnątrz budynków. Przewody powinny charakteryzować się odpowiednią średnicą zewnętrzną do instalacji, długotrwałością i wytrzymałością. Izolacje i płaszcze kabli solarnych powinny gwarantować wysoką odporność na działanie ciepła, zimna, ścieranie, działanie ozonu, promieniowanie UV i pozostałych warunków atmosferycznych. Kable jednożyłowe i atestowane do pracy przy napięciu nominalnym 0.6/1kV. Przeznaczone do

bezpośredniego połączenia ze sobą poszczególnych ogniw fotowoltaicznych, jak i do okablowania w puszkach połączeniowych oraz połączeń z inwerterem. Kable powinny zachować swoje właściwości mechaniczne w zakresie temperatur otoczenia.

- e) Przewody po stronie AC – przewody wielożyłowe miedziane w układzie TN (np. TN-C-S) w izolacji i osłonięte polwinitowej. Przekroje przewodów dobrane są niżej w dopracowanym projekcie. Całość urządzeń składających się na jeden generator należy umieścić w szafie rozdzielczej. Obudowy szafy musi być wykonana w II klasie izolacji, przynajmniej IP44 zgodnie z wytycznymi OSDE. Przy montażu należy zapewnić odpowiedni przestrzeń wokół szafy z uwzględnieniem nagrzewania się urządzeń.
- f) Zabezpieczenie instalacji – u celu zabezpieczenia systemów fotowoltaicznych i podłączonych do nich urządzeń elektronicznych przed przepięciami i sprzężeniami, stosuje się specjalne ograniczniki przepięć (SPD) przeznaczone do systemów fotowoltaicznych. W instalacjach prądu stałego nie występuje „przejście prądu przez zero” , przez co utrudniony jest gaszenie prądów zwarciovych. Dobór niewłaściwych ograniczników przepięć może stwarzać zagrożenie pożarowe dla urządzeń elektrycznych i elektronicznych. Celem zastosowania odpowiednich zabezpieczeń jest ochrona wszystkich urządzeń w danej linii zasilającej zgodnie z aktualnymi normami bezpieczeństwa oraz odbiór instalacji przez OSD .
- g) Zestawy montażowe – zestaw uchwytów umożliwiających montaż paneli fotowoltaicznych na dachu. Uchwyty powinny być wykonane z materiałów niekorodujących, np. aluminium lub stal nierdzewna.
- h) System zarządzanie energią w oparciu o technologię TIK – Technologia informacyjno-komunikacyjna.
- i) Licznik energii brutto 3-fazowy – zainstalowany w rozdzielni AC zaliczający wyprodukowaną energię z źródła OZE.

Minimalne wymagania techniczne i jakościowe urządzeń i materiałów

Minimalne wymagania techniczne i jakościowe dla zestawu fotowoltaicznego

Wszystkie parametry powinny być potwierdzone w kartach katalogowych i oświadczeniach wystawionych przez producenta oraz certyfikatami i wynikami badań stwierdzającymi odbycie testu potwierdzającymi osiągnięcie minimalnych wymaganych parametrów. Wyżej wymienione dokumenty powinny zostać dołączone do oferty złożonej przez Wykonawcę.

Minimalne parametry modułu fotowoltaicznego

Moduły fotowoltaiczne monokrystaliczne- projektuje się o mocy nominalnej 300Wp każdy i wymiarach- wysokość i- szerokość zgodna z normami zamontowane na dachu określającymi

wpływ czynników zewnętrznych dla III strefy obciążenia opadami śniegu oraz I strefy obciążenia wiatrem.

Panele należy łączyć tak, aby osiągnąć maksymalny punkt pracy falownika, a jednocześnie nie przekroczyć napięcia pracy.

Parametry techniczne modułów fotowoltaicznych (przy STC):

Lp.	Podstawowe minimalne parametry techniczne, którym powinny odpowiadać oferowane urządzenia	Jednostka	Wartość parametrów
1	Moc maksymalna	Wp	300
2	Ilość ogniw	szt.	60
3	Współczynnik wypełnienia	-	> 0,770
4	Wydajność	%	> 18,40
5	Długość	mm	1640 mm – 1675
6	Szerokość	mm	992 – 1001
7	Grubość	mm	40 - 33
8	Waga	-	> 18,5 kg
9	Gniazdo przyłączeniowe	-	Min IP67
10	Min. obciążenie statyczne – przednia strona modułu	Pa	> 6000
11	Min. obciążenie statyczne – tylna strona modułu (ssanie wiatru)	Pa	>3000
12	Zabezpieczenie prądu zwrotnego	A	25
13	Przepuszczalność światła warstwy antyrefleksyjnej	%	>94

Moduły PV posiadające jeden z certyfikatów zgodności z normą PN-EN 61215 lub PN-EN 61646 lub z normami równoważnymi, wydany przez właściwą akredytowaną jednostkę certyfikującą.

Wszystkie parametry powinny być potwierdzone w kartach katalogowych i oświadczeniach wystawionych przez producenta PV oraz certyfikatami i wynikami badań stwierdzającymi odbycie testu na gradobicie i odporność na obciążenie i potwierdzającymi osiągnięcie minimalnych wymaganych parametrów. Wyżej wymienione dokumenty powinny zostać dołączone do oferty przetargowej złożonej przez Wykonawcę.

W trakcie montażu, na żądanie Inwestora należy wykonać pomiar uzysków wydajności modułu fotowoltaicznego przy nasłonecznieniu 650-800 W/m² za pomocą certyfikowanych mirników do

pomiarów instalacji fotowoltaicznych. Na podstawie pomiarów należy sporządzić protokół i dołączyć do dokumentacji powykonawczej.

Minimalne parametry inwertera fotowoltaicznego

Zadaniem inwerterów fotowoltaicznych jest przekształcenie wygenerowanej przez moduły fotowoltaiczne energii na prąd przemienny dostarczany do sieci Użytkownika. W niniejszym projekcie wykorzystane zostaną inwertery trójfazowe. Po stronie napięcia zmiennego AC zostaną one podłączone do lokalnej rozdzielnic zbiorczej, natomiast po stronie napięcia stałego DC- do rozdzielnic RDC.

Moc inwerterów po stronie AC powinna być odpowiednia do mocy generatora fotowoltaicznego oraz zgodna z wymaganiami producenta. Falownik powinien mieć możliwość wprowadzenia ustawień krajowych odpowiednich dla systemu dystrybucyjnego obowiązującego w Polsce. Inwertery mają możliwość komunikacji i diagnostyki poprzez system nadzorujący. Inwerter w przypadku braku zasilania sieciowego przechodzą automatycznie w tryb uśpienia (ang. Stand-By) aż do momentu powrotu napięcia sieciowego.

Parametry łańcuchów po stronie napięcia stałego zostały dobrane tak by nie przekraczały w żadnych warunkach dopuszczalnych parametrów wejściowych inwerterów.

Poniżej w tabelach przedstawiono parametry elektryczne dla projektowania inwertera.

Inwerter przetwarzający energię ze źródła fotowoltaicznego przyłączonego do sieci musi umożliwić nastawy podstawowych parametrów, które muszą być zgodne z wytycznymi PGE. W przypadku pojawienia się nowych wytycznych PGE na dzień rozpoczęcia prac montażowych, wykonawca ma obowiązek dostosować się do nowych wytycznych.

Projektowana instalacja posiada zabezpieczenia przed pracą wyspową. W przypadkach sytuacji awaryjnych zabezpieczenia mają działać na łącznik sprzęgający instalację mikroinstalacji z siecią w celu niedopuszczenia do wyspowej pracy mikroinstalacji na sieć dystrybucyjną, w szczególności przy zaniku napięcia w tej sieci, nie dopuszcza się zainstalowania przetwornika prądu nie spełniającego w/w. wymagań.

Falownik musi współpracować lokalnie z monitoringiem, który może być do niego doinstalowany także jako zewnętrzny moduł komunikacji bezprzewodowej. Z kolei za pomocą zewnętrznego rejestratora danych, możliwa jest komunikacja zdalna wykorzystująca sieć internetową. Każdy z systemów monitoringu – zbiera niezbędne dane z falowników, pozwalając śledzić parametry pracy i ilość wyprodukowanej energii. Wykorzystując monitoring zdalny, oraz połączenie do Internetu, zbierane dane w czasie rzeczywistym mogą być odczytane przez użytkownika z dowolnego miejsca na świecie za pomocą komputera lub smartfona.

Projektowany inwerter musi posiadać wbudowany lub zewnętrzny wyświetlacz umożliwiający łatwą obsługę urządzenia, odczyt bieżących oraz zgromadzonych danych o mocy, napięciu lub awarii.

Minimalne parametry optymalizatorów

W celu zredukowania wpływu zacienienia na pracę instalacji projektuje się zamontowanie do każdego modułu fotowoltaicznego optymalizatorów. Dopuszcza się zastosowanie optymalizatorów zintegrowanych z modulem. Optymalizator musi być kompatybilny z zastosowanym modulem fotowoltaicznym. Złącza wejściowe i wyjściowe MC4, stopień ochrony IP68.

Minimalne parametry rozdzielnic fotowoltaicznych RDC i RAC

Skrzynki połączeniowo-ochronne RDC i RAC służą do zainstalowania zabezpieczeń, łączenia stringów paneli fotowoltaicznych. Muszą to być obudowy hermetyczne IP 65 wykonane z odpornego na promieniowanie UV tworzywa sztucznego.

W skrzynkach zostaną zainstalowane ochronniki przeciwprzepięciowe, bezpieczniki (topikowe) oraz wyłączniki nadprądowe, gniazda MC-4 – dopuszcza się tylko i wyłącznie rozdzielnicę RDC posiadającą atest i deklarację zgodności na kompletny wyrób.

Minimalne parametry licznika energii brutto po stronie AC

Urządzenie służy do wskazań energii elektrycznej prądu przemiennego trójfazowego w układzie bezpośrednim, specjalny układ elektroniczny pod wpływem przepływającego prądu i przyłożonego napięcia generuje impulsy w ilości proporcjonalnej do pobieranej energii elektrycznej.

Podłączenie wybudowanej mikroinstalacji do sieci wewnętrznej po stronie AC

Kabel strony AC typu YDY 3x16mm² ułożony w rurce ochronnej RL-28 mocowanej na uchwytych lub listwie, zostanie wyprowadzony z zacisków inwertera i doprowadzony do proj. rozdzielnicy AC RN-AC 1x12 n/t o stopni min. IP 65, rozdzielnica zostanie wpięta przelotowo w ist. WLZ odbiorcy przed ist. tablicą z zabezpieczeniami obwodów budynku.

Minimalne parametry okablowanie po stronie DC

Połączenie paneli od strony DC zostanie wykonane przy wykorzystaniu przewodów solarnych charakteryzujących się następującymi parametrami:

- Napięcie znamionowe 0,6/1kV,
- Pojedyncza wiązka o przekroju nie mniejszym od cp-6,0mm²
- Podwójna izolacja

- Izolacja: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5
- Izolacja: polwinitowa na 90°C
- Powłoka: polwinitowa odporna na UV
- Temperatura wg PN-93/E-90400:
 - Na powierzchni przewodu: max. 90°C
 - Po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -30oC do +90oC
 - Instalacje ruchome, praca dopuszczalna w temp. -30oC do +90oC

Przewody należy spinać opaskami odpornymi na UV do konstrukcji pod panelami, przewody prowadzić w rurach giętkich odpornych na promieniowanie UV oraz niską temperaturę otoczenia, wszystkie przejścia przez pokrycie dachowe wykonywać przy pomocy okapników lub wywietrzników dopasowanych do profilu blachy pokrycia dachowego, miejsca przejścia dodatkowo uszczelnić masą uszczelniającą lub silikonem dachowym, kable wprowadzone do budynków muszą być po całości zabezpieczone rurą osłonową nie dopuszcza się przejść przez ściany budynków bez stosowania rur osłonowych.

Minimalne parametry złącza od strony napięcia DC

Każdy moduł należy wyposażać w złączki typu MC4 lub równoważnymi spełniającymi wymagania instalacji fotowoltaicznych o stopniu ochrony co najmniej IP 65. Parametry techniczne złącz przewodowania systemu fotowoltaicznego:

- Maksymalny prąd systemu fotowoltaicznego: 30A
- Maksymalne napięcie systemu fotowoltaicznego: 1000V
- Termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C- +90°C
- Stopień ochrony: IP 65

Złącza kablowe powinny zapewnić możliwość rozłączania serwisowego paneli fotowoltaicznych

Minimalne parametry konstrukcji

Moduły PV zostaną zamontowane na aluminiowej konstrukcji. Uchwyty powinny być wykonane z materiałów niekorodujących, np. aluminium lub stal nierdzewna. Do odbioru należy dostarczyć protokół z dokręcania śrub konstrukcji mocujących panele jak też zacisków elektrycznych.

Projektuje się zastosowanie balastowej konstrukcji aerodynamicznej z wiatrownicami, umożliwiającą użycie zmniejszonego ciężaru balastu, o następujących parametrach:

Lp.	Podstawowe minimalne parametry techniczne, którym powinny odpowiadać oferowane urządzenia	Jednostka	Wartość parametrów
DANE TECHNICZNE			
1	Materiał systemu	-	aluminium i stal nierdzewna
2	Kąt nachylenia	stopni	15
3	Orientacja	-	pozioma
4	System montażu	-	po dłuższym boku na szynie montażowej 38x45 typ 101.001
5	Obciążenie dachu (konstrukcja bez modułów)	kg	3,80 kg/m ²

System zarządzania energią TIK (technologia Informacyjno-Komunikacyjna)

Opis systemu TIK

W celu monitorowania poprawnej pracy instalacji fotowoltaicznej wdrożony zostanie System Zarządzania Energią (dalej zwany SZE). Umożliwi on prezentację przez sieć ON-LINE uzysku energetycznego z Instalacji fotowoltaicznej oraz pokazywanie ilości zaoszczędzonego CO₂ w stosunku do konwencjonalnej metody produkcji energii (węgiel kamienny) przeliczonej wg. normy: ISO 50001 oraz ISO 14064.

Zbierane dane z procesora inwertera można odczytać przez wyświetlacz zabudowany na inwerterze. Za pośrednictwem wyświetlacza użytkownik może odczytać aktualną, a miesięczną lub roczną oraz sumaryczną ilość energii elektrycznej na swojej instalacji. Wszystkie dostępne dane dotyczące pracy są gromadzone w pamięci inwertera. Przekaz zbieranych danych może być udostępniony również przez aplikację zainstalowaną na smartfonach korzystających z sieci GSM lub sieci zewnętrznej. Przy wykorzystaniu protokołu TCP/IP i sieci Ethernet będzie możliwe monitorowanie i zarządzanie SZE. Użytkownik będzie miał możliwość analizowania i weryfikowania poprawnego funkcjonowania systemu. Tylko osoby znające hasło zabezpieczające będą miały dostęp do szczegółowych danych dotyczących instalacji.

Głównym elementem systemu może być oprogramowanie komunikujące się z inwerterem. Jego podstawowym zadaniem będzie zbieranie i przetwarzanie danych dotyczących pracy instalacji fotowoltaicznej oraz inwerterów fotowoltaicznych. Połączenie pomiędzy poszczególnymi elementami systemu zrealizowane zostanie za pomocą magistrali (sieci) komunikacyjnej.

Zadania Systemu Zarządzania Energią

- Wizualizacja stanu inwertera w systemie fotowoltaicznym;

- Wizualizacja uzysków energetycznych;
- Diagnostyka awarii inwertera w systemie fotowoltaicznym;
- Dostęp przez strony www do interfejsu dla wielu operatorów jednocześnie;
- Przechowywanie danych pomiarowych i statystycznych w zabezpieczonej bazie.

Funkcje Systemu Zarządzania Energią

Monitoring i wizualizacja uzysków energetycznych modułów fotowoltaicznych

Moduły fotowoltaiczne zostaną podpięte do inwertera fotowoltaicznego, który udostępni informację na temat aktualnej produkowanej energii do SZE. Odczyt wszystkich danych zostanie zrealizowane za pomocą konwerterów magistrali RS 485/Ethernet. Dzięki temu w systemie wizualizacyjnym udostępnione zostaną następujące parametry :

- Generowane napięcie;
- Generowany prąd;
- Generowana moc.

Diagnostyka instalacji

Użytkownik posiadający uprawnienia do poszczególnych elementów systemu będzie miał możliwość weryfikacji poprawności działania instalacji PV pod względem stabilności pracy wszystkich urządzeń oraz ilości wytworzonej energii.

Graficzny interfejs użytkownika

Graficzny interfejs użytkownika będzie umożliwiał monitorowanie, przeglądanie aktualnych i archiwalnych danych oraz analizowanie poprawności działania poszczególnych urządzeń. Dane będą mogły zostać przedstawione w postaci czytelnych kolorowych grafik obrazujących w intuicyjny sposób aktualny stan pracy poszczególnych elementów. Użytkownik w poszczególnym momencie będzie miał możliwość sprawdzania archiwalnych danych i zaprezentowania ich w postaci wykresów obejmujących dowolny zakres czasowy.

Wizualizacja umożliwia udostępnienie anonimowym użytkownikom strony www pokazującej aktualny stan wybranego procesu technologicznego bez konieczności logowania się do systemu. Funkcjonalność ta ułatwia możliwość prezentacji np. zaoszczędzonego CO₂ przez całą instalację fotowoltaiczną.

Instalacje ochronne

Minimalne parametry

Dla systemów fotowoltaicznych projektuje się następujące rodzaje ochronne

- Ochrona przeciwporażeniowa
- Ochrona odgromowa

- Ochrona przeciwprzepięciowa
- Ochrona przeciążeniowa i zwarciowa
- Izolowanie i rozłączenie instalacji

Wyżej wymienione środki ochronne należy zapewnić zarówno po stronie DC instalacji jak i po stronie AC

Ochrona przeciwporażeniowa, izolowanie i rozłączanie

Ochronę przeciwporażeniową w systemie fotowoltaicznym realizowana jest przez:

1. Ochronę podstawową, przed dotykiem bezpośrednim
 - Izolacja podstawowa
 - Ograniczenie dostępu – osłony, umieszczenie poza zasięgiem ręki
 - Odłączenie inwertera z zapewnieniem bezpiecznej izolacji podczas prac konserwacyjnych i usuwaniu awarii
2. Umieszczenie tabliczek ostrzegawczych („pod napięciem”, „nie dotykać” itp.)
3. Ochrona przy uszkodzeniu
 - Urządzenie II klasy ochronności lub uziemiona połączenia wyrównawczego
 - Połączenie inwertera z przewodem PE sieci AC.

Parametry ochrony przeciwpożarowej

Ochrona przed dotykiem bezpośrednim – jest realizowana przez izolację podstawową oraz wszelkie działania ograniczające dostęp do elementów systemu PV. Jeżeli chodzi o ochronę przeciwporażeniową podstawową w budynkach, to należy umieścić systemy fotowoltaiczne na dachu zapewniając ograniczenie dostępu do elementów systemu. Inwertery montowane wewnątrz budynku są one wykonane w I klasie izolacji, więc powinny się znajdować w pomieszczeniu o ograniczonym dostępie lub w dodatkowych obudowach zamykanych na klucz. Przewody w budynku prowadzone w przeznaczonych do tego trasach kablowych, korytach lub rurkach itp. Dodatkowo w budynkach należy stosować tabliczki ostrzegawcze.

Ochrona przy uszkodzeniu, przed dotykiem pośrednim – projektowana jest przez wykorzystanie urządzeń II klasy ochronności oraz uziemione połączenia wyrównawcze. Panele fotowoltaiczne są zazwyczaj wykonane w II klasie ochronności, a przewody i kable DC mają wzmocnioną lub podwójną izolację. Jeżeli tak nie jest, to należy wykonać uziemione połączenia wyrównawcze metalowych elementów systemu, uziemienie jednego z przewodów strony DC (minus) oraz konieczne jest zastosowanie zabezpieczeń zwarciovych po stronie DC. Zabezpieczenia te jednak nie zapewniają samoczynnego wyłączenia zasilania w przypadku każdego uszkodzenia, ze względu na zależność prądu zwarciovego paneli od nasłonecznienia,

dlatego najlepszym projektowanym środkiem ochrony przeciwporażeniowej przy uszkodzeniu po stronie DC systemu PV jest izolacja podwójna lub wzmocniona oraz urządzenia w II klasie ochronności. Zdarza się, że producent inwertera uziemienie jednego z przewodów mimo tego, że panele i przewody są w II klasie ochronności. Jest to spowodowane brakiem separacji galwanicznej pomiędzy stroną DC i AC wewnątrz inwertera i ma chronić system PV przed uszkodzeniem w przypadku prądów zwarciovych pochodzących z sieci elektroenergetycznej. Projektuje się wykonać połączenia metalowych, przewodzących części konstrukcyjnych systemu z główną szyną uziemiającą budynku lub uziomem. Jest to część ochrony odgromowej a nie przeciwpożarowej. Sam inwerter posiada tylko izolację podstawową, dlatego jeśli nie ma możliwości poza dostępem osób nieupoważnionych, musi zostać zamontowany w dodatkowej obudowie lub przesłonie.

Parametry ochrony przepięciowej instalacji fotowoltaicznej po stronie AC i DC

Ochrona przepięciowa oznacza ochronę przed przepięciami pochodzącymi z sieci energetycznej, przed przepięciami i sprzężeniami wywołanymi uderzeniem pioruna w okolice instalacji i instalację oraz innymi przepięciami powstałymi w instalacji fotowoltaicznej i sterującej, do tego zaprojektowano ochronniki przepięciowe. Ochronniki należy zabezpieczyć dodatkowo bezpiecznikiem wówczas gdy zaleca dany producent.

Projektuje się ograniczniki przepięć DC typu I (B+C) – PV – 1000V/12,5kA 1-bieg, $I_{max}=40kA$ zawierające w swojej budowie iskiernik gazowy, warystor który zabezpieczony bezpiecznikiem termicznym – odłącznikiem pozwalającym ograniczyć przepięcia do poziomu $U_p \leq 4$ kV przy prądzie udarowym (8/20) 40kA (12,5kA na jeden biegun). Każde wejście inwertera DC zostanie zabezpieczone jednym ochronnikiem przepięciowym. Ochronniki przepięciowe instalacji fotowoltaicznej zostaną zabudowane w osobnej rozdzielni dedykowanej RDC.

Projektuje się, zastosowanie tylko ograniczniki przepięć typu I (B+C). Po stronie DC, SPD powinien być zainstalowany na wejściu inwertera, jak najbliżej niego. Jeżeli odległość między panelami, a inwerterem jest większa niż 10m, to należy zastosować dwa ograniczniki przepięć- na wejściu inwertera, oraz przy panelach. Po stronie DC stosuje się SPD dedykowane dla systemów fotowoltaicznych. Po stronie AC inwertera stosuje się ograniczniki przepięć dedykowane dla odpowiedniej sieci prądu przemiennego. Jeżeli odległość między rozdzielnią główną budynku, a inwerterem jest większa niż 10m, należy zastosować dwa SPD. Jeżeli ta odległość jest mniejsza – wystarczy jeden SPD typu C 2P TNC Iimb 12,5kA.

System fotowoltaiczny zainstalowany na dachu z urządzeniem piorunochronnym – informacja

Jeżeli odstęp izolacyjny jest zachowany, to zasady instalowania SPD po stronie DC są identyczne jak w przypadku gdy budynek nie jest wyposażony w urządzenia piorunochronne.

Jeżeli jednak odstępy izolacyjne nie są zachowane lub dach jest wykonany z metalu, to należy wykonać dodatkowe połączenia wyrównawcze między obudową paneli a układem zwodów. Ze względu na możliwość oddziaływania na instalację wewnętrzną budynku części prądu piorunowego, po stronie DC należy zastosować SPD typu I dedykowane dla instalacji fotowoltaicznych. Po stronie AC zasady stosowania ochrony przepięciowej są takie same jak w poprzednim przypadku – SPD typu I i II.

Parametry wyrównywania potencjałów

Dla niemożliwienia występowania różnicy potencjału w nieelektrycznych instalacji fotowoltaicznej należy, wykonać wewnętrzne połączenia wyrównawcze metalowe obudowy konstrukcji panel PV należy podłączyć do lokalnej szyny połączeń wyrównawczych projektowanej w rozdzielnicy RDC.

Ochrona odgromowa

Elementy systemu fotowoltaicznego muszą być umieszczone w przestrzeni ochronnej przy zachowaniu odpowiedniego odstępu izolacyjnego, uniemożliwiającego wystąpienie przeskoków iskrowych pomiędzy elementami instalacji odgromowej (zwody i przewody), a metalowymi elementami chronionego urządzenia. Odstęp izolacyjny wyznacza się według wzoru określonego w normach, zazwyczaj jest to odległość 0,5-1m. Odległość ta zależy od:

- Klasy urządzenia piorunochronnego (LPS)
- Rozpływu prądu w przewodach prądu LPS
- Materiału odstępu izolacyjnego
- Długość przewodów LPS od zbliżenia do połączenia wyrównawczego

Również przewody powinny być prowadzone w odpowiednich odstępach od elementów instalacji odgromowej. Może się zdarzyć, że zachowanie odstępu izolacyjnego nie jest możliwe, lub dach jest wykonany z blachy. W takim przypadku należy wykonać połączenia wyrównawcze pomiędzy elementami konstrukcyjnymi systemu fotowoltaicznego, a elementami instalacji odgromowej (lub dachem). Nie wykonuje się natomiast z GSU budynku. Minimalne przekroje połączeń wyrównawczych określa norma.

Obliczenia

Moc instalacji fotowoltaicznej całego układu połączonego szeregowo $P=39,96\text{kWp}$.

$$0,300\text{kW} \times 84 \text{ szt.} = 25,20 \text{ kWp}$$

Szacuje się, że produkcja energii elektrycznej z instalacji fotowoltaicznej wyniesie 38935 kWh w skali roku. Rzeczywiste osiągi mogą odbiegać od założonych. Na osiągi będzie miała wpływ pogoda podczas badanego okresu czasu.

Dobór zabezpieczeń strony DC

Dobór zabezpieczeń przed prądem wstecznym

Wkładki topikowe gPV o charakterystyce zwarciowej

$$I_n \geq I_{sc} / k * 1,4$$

Dobrano bezpiecznik pierwszy od str. paneli np. CH10x38 16A gPV oraz drugi przed inwerterem w przypadku obwodu dłuższego niż L-1m np. CH10x38 20A gPV

Bezpieczniki po stronie DC muszą mieć napięcie znamionowe spełniające warunek

$$U_n \geq U_{oc} * 1,2$$

Gdzie

U_n – napięcie znamionowe bezpiecznika

U_{oc} – napięcie obwodu otwartego łańcucha modułów

Projektuje się zabezpieczenie po stronie DC = CH10x38 16A gPV oraz drugi przed inwerterem np. CH10x38 20A gPV o napięciu znamionowym co najmniej 1000V

W rozdzielnicy RDC projektuje się rozłącznik izolacyjny po stronie stałoprądowej 1000V/ 32A

Obliczanie strony zmiennoprądowej AC

Na podstawie wytycznych Rejonu Energetycznego dla mikroinstalacji projektuje się urządzenie łączeniowe w postaci wyłącznika nadprądowego.

Dobieram zabezpieczenie nadprądowe

$$1,13 * I_{sc} \leq I_n \leq 1,45 * I_{sc}$$

Dobrano zabezpieczenie S303 C32A montowane w RN-AC.

Ochrona przepięciowa strony AC

W przypadku braku instalacji odgromowej lub zachowaniu odstępów izolacyjnych dla ochrony przepięciowej projektuje się ochronnik przepięciowy po stronie DC typu II (klasy C) montowany w rozdzielnicy instalacji fotowoltaicznej RDC.

W przypadku istnienia ochrony odgromowej i braku możliwości zachowania odstępów izolacyjnych, dla ochrony przepięciowej projektuje się ochronnik przepięciowy po stronie DC typu I i II (klasy B+C) montowany w rozdzielnicy instalacji fotowoltaicznej RDC.

$$U_c \geq 1,2 * U_{oc} * stc$$

Zabezpieczanie strony AC

W przypadku braku instalacji odgromowej lub zachowaniu odstępów izolacyjnych dla ochrony przepięciowej projektuje się ochronnik przepięciowy po stronie AC typu SPD II (C).

W przypadku dokonania zainstalowania innych parametrów urządzeń niż przyjęte do obliczeń, a dopuszczalne przez projektanta w projekcie, wykonawca ma obowiązek potwierdzić nowymi obliczeniami zastosowanie nowych parametrów w celu dostosowania zabezpieczeń strony DC i AC do prawidłowej eksploatacji instalacji. Obliczenia muszą być wykonane przez uprawnionego projektanta.

WYMOGI DLA WYKONAWCY W CELU ZGŁOSZENIA I ODBIORU MIKROINSTALACJI DO SECI DYSTRYBUCYJNEJ

Po stronie wykonawcy jest obowiązek dokonać – zgłoszenia i odbioru wybudowanej mikroinstalacji do sieci dystrybucyjnej PGE Dystrybucja S.A. Oddział Warszawa Rejon Energetyczny Łuków na podstawie poniższych wytycznych. Załączone wytyczne są aktualne na dzień wykonania projektu, w przypadku zmian wytycznych do czasu rozpoczęcia robót wykonawca ma obowiązek wybudować i zgłosić instalację na aktualnych wytycznych.

Budowa zarówno samej mikro instalacji jak i instalacji łączącej mikro instalację z siecią elektroenergetyczną może być wykonana jedynie przez osobę posiadającą właściwe uprawnienia:

- Certyfikat wydany przez Urząd Dozoru Technicznego w zakresie instalowania: systemów fotowoltaicznych

lub

- Uprawnienia budowlane (jeśli wymagane).

Jeżeli moc instalowana w budowanej mikroinstalacji wymaga wymiany zabezpieczenia głównego wynikającego ze zwiększenia mocy istniejącego obiektu, podmiot zobowiązany jest do złożenia wniosku o zwiększenie mocy przyłączeniowej dla tego obiektu.

Wymagania dodatkowe dla wykonawcy

- Za wybudowanie mikro instalacji i przyłączenie poprzez uprawnionego instalatora, który zagwarantuje poprawną realizację projektu, montaż i funkcjonowanie mikro instalacji przy spełnieniu jednocześnie bezpieczeństwa pracy mikro instalacji i współpracy z siecią elektroenergetyczną PGE Dystrybucja S.A. odpowiada wykonawca.
- Mikroinstalacja powinna być wybudowana zgodnie z obowiązującymi przepisami i zasadami wiedzy technicznej oraz spełniać wymogi techniczne i eksploatacyjne zawarte w art. 7a ustawy Prawo energetyczne, Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego i Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej.
- Przy budowie mikro instalacji zastosować należy zabezpieczenie przed pracą wyspową. W przypadkach sytuacji awaryjnych zabezpieczenia mają działać na łącznik sprzęgający instalację dystrybucyjną, w szczególności przy zaniku napięcia w tej sieci.

Sprawdzanie zgodności wykonania prac związanych z instalacją mikroinstalacji pod względem danych ze zgłoszenia

Sprawdzenie zgodności wykonania prac związanych z instalacją mikro instalacji polegać będzie na sprawdzeniu rodzaju i mocy zainstalowanych źródeł oraz parametrów przetwornika.

Uwagi końcowe

Przedstawione w niniejszym opracowaniu typu i rodzaje materiałów oraz ich producenci stanowią podstawę i materiał wyjściowy do założeń projektowych. Dopuszcza się przy tym stosowanie innych niż podane w opracowaniu typy i rodzaje opraw, aparatury i urządzeń pod warunkiem zachowania parametrów technicznych ww. Przed oddaniem obiektu do użytkowania dokonać niezbędnych pomiarów eksploatacyjnych w szczególności dotyczących ochrony przeciwporażeniowej ponadto dostatecznie często przyciskiem test badać skuteczność zadziałania wyłącznika przeciwporażeniowego, sporządzić protokoły z pomiarów.