

I. OPIS OGÓLNY

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt techniczny instalacji fotowoltaicznej o mocy 38,4 kWp wraz całą infrastrukturą towarzyszącą przeznaczoną do zasilania budynku biurowego MPWiK i urządzeń bazy zaplecza technicznego w Lubinie. Instalacja fotowoltaiczna będzie produkowała energię na potrzeby własne urządzeń i istniejącej instalacji elektrycznej proporcjonalnie do aktualnych warunków pogodowych.

2. Podstawa opracowania

Niniejszą dokumentację sporządzono na podstawie:

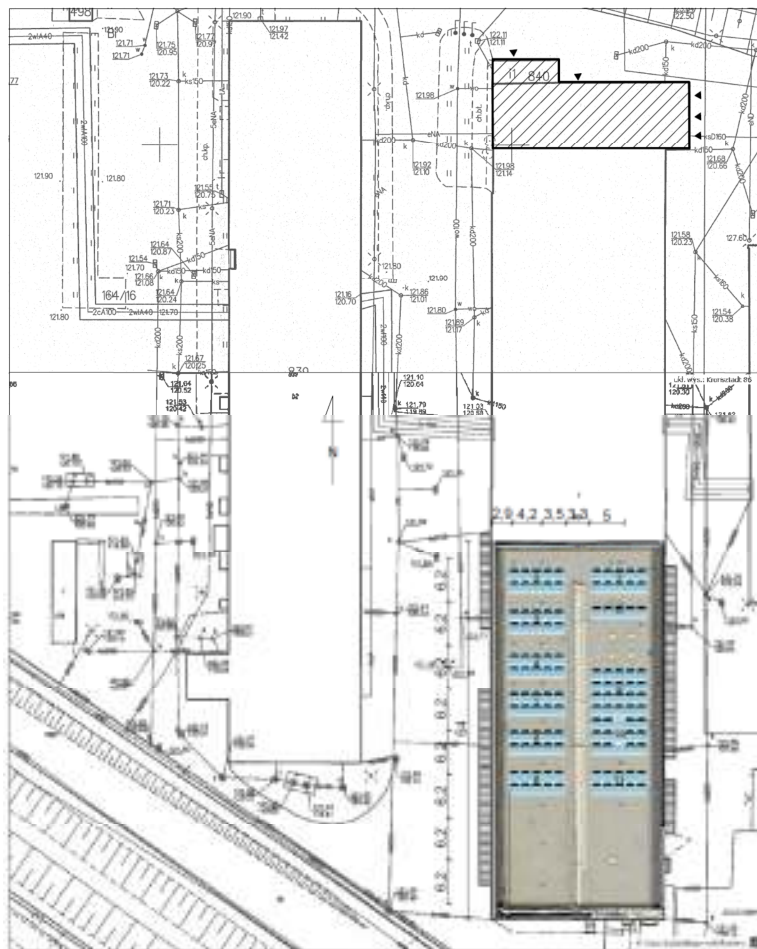
- Umowa z Inwestorem;
- Uzgodnienia i dokumentacja dostarczona przez inwestora;
- Obowiązujące normy i przepisy branżowe m. in.:
- PN-HD 60364-7-712:2007 - Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Część 7712: Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji - Fotowoltaiczne (PV) układy zasilania;
- PN-EN 504382010P „Wymagania dotyczące równoległego przyłączenia mikrogeneratorów do publicznych sieci rozdzielczych niskiego napięcia”.
- PN-HD 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych (norma wieloarkuszowa); o PN-IEC 60364-5-523:2001 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych - Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego - Obciążalność prądowa długotrwała przewodów; o PN-EN 62305-3:2009 Ochrona odgromowa. Część 3: Uszkodzenie fizyczne obiektów i zagrożenie życia; o PN-EN 61173:2002 - Ochrona przepięciowa fotowoltaicznych (PV) systemów wytwarzania mocy elektrycznej — Przewodnik; o Norma N SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.

3. Ogólna charakterystyka obiektu

Obiekt (działka) przeznaczona pod montaż instalacji fotowoltaicznej zlokalizowana jest na terenie bazy zaplecza technicznego MPWiK w Lubinie działka nr 164/16 , OBR. 0006 M. LUBINA

J. EWID. 021101_1.

Analizowany budynek jest budynkiem niskim, na rzucie prostokąta z płaskim ukształtowaniem dachu, dzięki czemu na etapie realizacji inwestycji nie będzie konieczności prowadzenia zbyt wielu prac przygotowawczych na tym terenie. Poniżej zamieszczono widok analizowanego terenu:



Rys. 1 Widok analizowanej działki

II. Opis techniczny

2.1 Ogólna charakterystyka obiektu

Na podstawie przeprowadzonej analizy oceny możliwości technicznych montażu instalacji fotowoltaicznej na terenie Mpwik w Lubinie oraz na podstawie materiałów dostarczonych przez inwestora, danych dotyczących działki i wciąż zwiększającego się zapotrzebowania na energię elektryczną, przewidziano możliwość zainstalowania instalacji fotowoltaicznej składającej się z 120 szt. modułów fotowoltaicznych (PV). Moc znamionowa instalacji przy takiej ilości modułów PN/ będzie wynosić 38,4 kWp. Projektowaną instalację fotowoltaiczną należy podłączyć do wewnętrznej instalacji elektrycznej. Wyprodukowana energia będzie wykorzystana na potrzeby własne budynku biurowego . W sytuacji zaniku napięcia w sieci, falownik przechodzi w tryb uśpienia, oczekując na powrót napięcia sieciowego, dzięki czemu

instalacja nie ma możliwości pracy wyspowej. Przedmiotowa Instalacja fotowoltaiczna będzie składa się z następujących elementów:

- 120 szt. modułów fotowoltaicznych wykonanych w technologii monokrystalicznej o mocy nominalnej 320 Wp każdy.
- 1 szt. falownika trójfazowego, beztransformatorowego o mocy AC do 40 kW łącznie - dla modułów fotowoltaicznych przekształcających energię prądu stałego na energię prądu zmiennego o parametrach dostosowanych do sieci, do której falownik przekazuje nadmiar wyprodukowanej energii. Falownik będzie zamocowany wewnątrz budynku.
- Szynowej konstrukcji systemu mocowania dla modułów fotowoltaicznych posadowionych na dachach płaskich. Moduły PV będą montowane zgodnie z nachyleniem pod kątem 35° wg załączonej specyfikacji
- Skrzynki przyłączeniowej RPV i systemu zabezpieczeń elektroenergetycznych od strony AC (przeciwporażeniowe, przeciążeniowe i zwarciovowe, przeciwprzepięciowe).
- Okablowania i systemu połączeń.
- Uziemienie i Instalacja ekwipotencjalna.

Ponadto w instalacji fotowoltaicznej istnieje możliwość zastosowania następujących systemów zabezpieczających i monitorujących, które usprawniają i poprawiają pracę układu. W skład tych systemów wchodzi:

- Opcjonalny system zdalnego monitoringu (instalacja monitorująca ilość wyprodukowanej energii oraz parametry pracy instalacji fotowoltaicznej).
- Instalacja odgromowa

Powstały układ energii odnawialnej będzie układem przeznaczonym do zużywania energii na własne potrzeby i wprowadzania chwilowych nadwyżek energii do sieci lokalnego operatora energii elektrycznej. Instalacja zostanie wpięta (do rozdzielni głównej nN budynku) do sieci wewnętrznej budynku poprzez skrzynkę RPV za układem pomiarowo-rozliczeniowym. Szacunkowy okres żywotności produktu wynosi 25-30 lat. Bieżące koszty użytkowania rozwiązania sprowadzają się do kosztów okresowych przeglądów serwisowych, ubezpieczenia i ewentualnej opieki technicznej w trakcie eksploatacji.

2.2 Moduły fotowoltaiczne o mocy 320 Wp

W instalacji fotowoltaicznej zastosowano 120 szt. modułów fotowoltaicznych monokrystalicznych o mocy nominalnej 320 Wp każdy. Łączna moc zainstalowana w modułach fotowoltaicznych wynosi 38,4 kWp. Zastosowane moduły fotowoltaiczne wyposażone są w ogniwa polikrystaliczne wykonane wg wybranego systemu, powinny posiadać min. 5 ścieżek skupiających przepływ elektronów (bus-bary), 3 diody zabezpieczające przed efektem zacienienia (diody by-pass). Zastosowane moduły fotowoltaiczne powinny być odporne na warunki atmosferyczne, wydajne i wolne od korozji.

Wybrane moduły fotowoltaiczne zapewniają uzyski energetyczne zarówno w bezpośrednim świetle słonecznym, jak również w świetle rozproszonym. Moduły fotowoltaiczne należy montować do precyzyjnie ułożonych szyn montażowych za pomocą klem w 4 punktach podparcia. Stosując taki system montażu, należy zachować minimum 2 cm odstęp między modułami. Dzięki wielu innowacjom technicznym zastosowane moduły fotowoltaiczne powinny zapewnić uzyski energetyczne zarówno w bezpośrednim świetle słonecznym, jak również w świetle rozproszonym, a ich sprawność nie mniejsza niż 17,4%.

Moduły podczas montażu zostaną połączone przewodami dedykowanymi DC w układy obwodów, a następnie układy obwodów podłączone będą do falownika. Połączenia pomiędzy obwodami DC i falownikiem należy wykonać przez skrzynki DC z rozłącznikami i ochroną przeciwprzepięciową. Najważniejsze parametry elektryczne zastosowanych modułów wpływające na charakterystykę pracy całego układu zamieszczono w tabeli poniżej.

Zastosowane moduły PV powinny charakteryzować się współczynnikami temperatury takimi samymi jak powyżej lub lepszymi, co również świadczy o klasie modułu oraz posiadać trwałą konstrukcję odporną na znaczne obciążenia mechaniczne. Dodatkowo cechują się następującymi gwarancjami i certyfikatami:

- MIN. 10 lat gwarancja na produkt
- 25 lat gwarancji liniowa moc (max. zmniejszanie w wykonaniu 0,7% rocznie)
- Certyfikowane zgodnie z CE, TUV, MCS, IEC 6121 5 i IEC61730

Moduły fotowoltaiczne należy połączyć w łańcuchy zgodnie z parametrami zastosowanych inwerterów za pomocą specjalistycznych przewodów o przekroju 6 mm². Na końcach każdego kabla solarnego należy zamontować końcówki dedykowane do przewodów fotowoltaicznych typu MC-4. W instalacji fotowoltaicznej można zastosować moduły fotowoltaiczne o parametrach równoważnych lub lepszych.

2.3 Falownik fotowoltaiczny o mocy do 40 kW

Energia elektryczna z modułów fotowoltaicznych przekazywana będzie wydzielonymi obwodami do falownika. W falowniku energia będzie przekształcana na napięcie o częstotliwości 50Hz. Układ rozliczeniowy energii elektrycznej należy zamontować w taki sposób, aby spełniał wymogi lokalnego operatora energetycznego OSD, Tauron Dystrybucja SA. Trasy kablowe DC należy prowadzić po belkach wzdłużnych konstrukcji umożliwiającymi ich mocowanie (układanie), co też ma wpływ na późniejszą eksploatację instalacji PV i jej właściwe funkcjonowanie. Kable DC będą prowadzone od najdalej zlokalizowanych obwodów, aż do wejścia falownika, a następnie falownik będzie łączony z rozdzielnią nN zlokalizowanej na parterze budynku lub też w innym miejscu infrastruktury kompleksu po wcześniejszym uzgodnieniu z projektantem. Falownik zostanie połączony poprzez skrzynkę RPV kablem energetycznym wzdłuż wcześniej wyznaczonej trasy kablowej z rozdzielnią główną nN zlokalizowaną w budynku na parterze.

Wyprodukowana energia w instalacji PN/ będzie użytkowana na potrzeby własne, a jej chwilowy nadmiar może być wprowadzony do sieci energetycznej niskiego napięcia. Będzie to możliwe z uwagi na złożone zgłoszenie mikroinstalacji do OSD po jej wykonaniu i odebraniu przez strony (inwestor/wykonawca) w oparciu o protokół końcowy.

Zaprojektowany falownik musi być trójfazowy i wyposażony w więcej niż trzy wejścia MPPT. Na rynku PN/ często są spotykane konstrukcje z 4 —ema MPPT i taka też konstrukcja jest zalecana z uwagi na moc instalacji oraz podział instalacji na mniejsze

fragmenty pracujące z optymalnymi parametrami nawet w przypadku zacinienia pojedynczego obwodu w innej sekcji. Niezależne moduły MPPT gwarantują maksymalną elastyczność instalacji, umożliwiając optymalne wytwarzanie energii i osiąganie sprawności falownika mierzoną poprzez sprawność europejską na poziomie 98,3 %. W instalacji fotowoltaicznej można zastosować falownik fotowoltaiczny o parametrach równoważnych lub lepszych. Inne rozwiązania z 2 MPPT lub 3 MPPT nie nadają się do projektowanej instalacji z uwagi na możliwość pojawiających się chwilowych zaciń lub zabrudzeń poszczególnych modułów PN/ w poszczególnych częściach instalacji w różnych okresach roku, co też docelowo przekłada się na straty w uzyskach energetycznych.

W projektowanej instalacji PN/ sekcje wejściowe (trackery) z funkcją niezależnego śledzenia MPP umożliwiają optymalne pozyskiwanie energii z czterech podzbiorów paneli np. ustawionych w różnych kierunkach. Większa ilość niezależnych podzbiorów to również dogodne rozwiązanie z uwagi na ewentualne uszkodzenia lub awarie występujące po stronie DC w okresie eksploatacji instalacji, z uwagi na fakt, że zawsze mniejsza część modułów jest narażona na przestój w pracy. Niezależne moduły MPPT powinien wspomagać szybki i precyzyjny algorytm do śledzenia punktu maksymalnej mocy w czasie rzeczywistym, przez co inwerter nie traci zbędnego czasu na dostosowywanie się do zmieniających warunków nasłonecznienia. Do każdego MPPT zaleca się podłączenie do dwóch obwodów, przez co nie będzie konieczności stosowania tzw. bezpieczników stringowych w zewnętrznej skrzynce DC.

Do komunikacji posiada następujące interfejsy USB / Bluetooth + APP, RS485, PLC oraz opcjonalnie możliwość współpracy z wbudowaną kartą kompaktową „Fast Ethernet”. Monitorowanie parametrów pracy zarówno lokalnie (dzięki zintegrowanemu serwerowi internetowemu) lub zdalnie (w portalu producenta) za pośrednictwem połączenia sieci LAN. Inwerter o mocy 40 kW powinien być wyposażony w dwa przełączniki DC, zabezpieczenie antywyspowe oraz ograniczniki przepięć typu II po stronie DC i AC. Inwerter musi być przeznaczony zarówno do użytku zewnętrznego jak też wewnętrznego, a stopień ochrony urządzenia musi wynosić IP65 lub lepsze.

Zastosowany inwerter musi posiadać wszystkie certyfikaty do pracy z siecią na terenie Polski. Płaskie krzywe sprawności gwarantują wysoką sprawność przy wszystkich poziomach wyjściowych, co zapewnia spójną i stabilną wydajność w całym zakresie napięcia wejściowego i mocy wyjściowej.

2.4 Gwarancja

Wykonany system fotowoltaiczny zostanie zbudowany z fabrycznie nowych komponentów. Zastosowane jednostki wytwórcze (panele) zaleca się aby posiadały min. 10-letnią gwarancję producenta na produkt, natomiast dla falowników, aby ta gwarancja produktowa wynosiła min. 5 lat z możliwością jej wydłużenia za dodatkową odpłatnością na 10/15/20 lat w zależności od indywidualnych preferencji inwestora.

2.5 Charakterystyka konstrukcji nośnej

Ze względu na pomiary z map satelitarnych, dostarczoną mapę sytuacyjną przez inwestora dla analizowanej instalacji fotowoltaicznej oraz wybór powyższej technologii (z panelami polikrystalicznymi) optymalne uzyski energii otrzymano dla posadowienia konstrukcji montażowej pod kątem 35°.

Przykładowe zamontowanie konstrukcji przedstawiono na załącznikach.

Moduły fotowoltaiczne będą montowane w dwóch rzędach w 11 sekcjach. Konstrukcje pod moduły PV zaleca się zaprojektować i wykonać z systemowych materiałów o znacznej wytrzymałości, dzięki czemu jej elementy nośne, podobnie jak wybrane w konfiguracji komponenty, zapewniają długoletnie funkcjonowanie instalacji fotowoltaicznej. Konstrukcja montażowa dopuszczona do zamontowania na miejscu inwestycji poddana jest na etapie produkcji lub projektu statystycznemu sprawdzeniu jej parametrów (m.in. wytrzymałości) zgodnie z europejską normą DIN. Dzięki czemu spełnia zarówno polskie jak i europejskie wymogi i standardy dotyczące produkcji tej konstrukcji i jej eksploatacji.

2.6 Okablowanie DC oraz AC, trasy kablowe, peszle oraz mocowania łączące

Kabel stałoprądowy będzie prowadzony zaraz pod modułami łącząc jeden z drugim, a następnie grupy paneli wprowadzane na poszczególne wejścia inwertera DC/AC. Połączenie pomiędzy poszczególnymi modułami w rzędzie zostanie wykonane za pomocą kabla DC dołączonego do skrzynki przyłączeniowej dla każdego modułu fotowoltaicznego. Połączenie pomiędzy skrajnymi końcami łańcuchów (stringów), a falownikiem fotowoltaicznym zostanie wykonane za pomocą dedykowanego kabla solarnego 1 x 6 Lmm²J. Zakończenia przewodów zostanie wykonane za pomocą konektorów solarnych MC - 4. Przewody solarne będą charakteryzować się następującymi parametrami:

- napięcie znamionowe: min. 1200V DC,
- podwójna izolacja z gumy usieciowanej, bezhalogenowy, płomienioodporny,
- żyły: wg PN/EN-60228, miedziane wielodrutowe klasy 5,
- izolacja: guma usieciowana -40/+90⁰C,
- powłoka: guma usieciowana M21 odporna na IJV i warunki atmosferyczne,
- temperatura na powierzchni przewodu: max. 90⁰C po ułożeniu na stałe, praca dopuszczalna w temp. -40⁰C do +90⁰C,

Wykonując okablowanie DC, ekipa montująca będzie stosować się do następujących zasad:

- przewody prowadzone będą możliwie jak najkrótszą drogą,
- przewody nie będą naprężane podczas przeciągania,
- będzie zachowana odległość od instalacji odgromowej oraz kabli sieciowych i transmisji danych,
- przewody nie będą krzyżowane z przewodami uziemiającymi.

Kabel energetyczny YKYżo 5 x 25 Cmm2J z wyjścia inwertera będzie połączony z aparatami zabezpieczającymi w rozdzielni RPV. Rozdzielnia RPV będzie połączona z rozdzielnią główną budynku na parterze, dostarczając wyprodukowaną energię na obwody odbiorcze w istniejącej instalacji wewnętrznej obiektu. W ten sposób wyprodukowana energia elektryczna z uwagi na przyjęty inwerter, rodzaj okablowania i system podłączeń będzie mogła zasilать nie tylko urządzenia jednofazowe, ale również zasilать w całości bądź częściowo urządzenia trójfazowe w zależności od ich chwilowego poboru mocy. Kabel AC w budynku będzie prowadzony zgodnie z obowiązującymi przepisami. Analizując przed montażem stan instalacji elektrycznej w budynku zaleca się inwentaryzację i przygotowanie miejsca na wpięcie instalacji fotowoltaicznej w rozdzielni nN. Zaleca się na zastosowanie większego

przekroju kabla YAKXS z uwagi na możliwość późniejszej rozbudowy systemu PV o kolejne sekcje.

2.7 Zabezpieczenia elektroenergetyczne — (DC przeciwprzepięciowe dla wejścia A+B)

Instalacja fotowoltaiczna powinna posiadać układy zabezpieczeń elektroenergetycznych reagujących na nieprawidłowe parametry współpracy z siecią elektroenergetyczną. Układ zabezpieczeń w skrzynkach DC lub też w skrzynce RPV jeśli nie są one zintegrowane w dobranym falowniku. W rozpatrywanym przypadku moduły do inwertera połączone będą w podwójne lub pojedyncze obwody na cztery MPPT. Jeśli zastosowany inwerter będzie wyposażony w zabezpieczenia DC m.in. w dwa niezależne przełączniki DC powodujące rozłączenie poszczególnych sekcji paneli PV od pozostałej części układu fotowoltaicznego oraz ograniczniki przepięć po stronie DC zabezpieczenia te można będzie pominąć w rozdzielni RPV. W celu uniknięcia awarii systemowych między poszczególnymi obwodami paneli PN/ zalecane jest stosowanie zabezpieczeń przeciwprzepięciowych w skrzynkach DC, pod warunkiem, że nie są one zintegrowane w inwerterze.

Ochronę przed wyindukowanymi i bezpośrednimi przepięciami spowodowanymi wyładowaniami atmosferycznymi zaprojektowano stosując ograniczniki przepięciowe klasy II (C). Ograniczniki przepięć typu II pozwalające ograniczyć przepięcia w obwodzie o napięciu maksymalnym do 1000V, przy maksymalnym prądzie wyładowczym 40 kA. W analizowanym przypadku zaleca się zastosować w rozdzielni RPV ogranicznik przepięć typu 1+11.

2.8 Ochrona przeciwporażeniowa, przeciążeniowa i zwarciorowa

Jako środek ochrony przeciwporażeniowej podstawowej (przed dotykiem bezpośrednim) przyjęto izolację części czynnych, stosowanie przegród, osłon (IIP2X) oraz barier. Zainstalowano obudowy (rozdzielnice) oraz urządzenia o II klasie ochronności. Urządzenia klasy ochronności II to urządzenia, których ochrona przeciwporażeniowa podstawowa polega na zastosowaniu izolacji podstawowej, przy uszkodzeniu polega na zastosowaniu izolacji dodatkowej lub polega na zastosowaniu izolacji wzmocnionej. Jako środek ochrony dodatkowej (przed dotykiem pośrednim) przyjęto samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN-C-S, dodatkową i podwójną izolację ochronną oraz połączenia wyrównawcze ochronne zrealizowane dla wszystkich elementów przewodzących instalacji PV. Samoczynne wyłączenia zasilania powinno być realizowane przez wyłącznik różnicowoprądowy o prądzie znamionowym zadziałania 30 mA, w rozdzielni głównej budynku, a w przypadku jego braku wszystkie elementy przewodzące instalacji PN/ zaleca się połączyć przewodami wyrównawczymi ochronnymi.

Przewody łączące odbiorniki energii elektrycznej ze źródłem zasilania powinny być chronione przed skutkami prądów przetężeniowych przez urządzenia zabezpieczające, samoczynnie wyłączające zasilanie w przypadku przeciążenia lub zwarcia. Urządzeniem, które pełni funkcję zabezpieczającą jednocześnie przed prądem przeciążeniowym i przed prądem zwarciorowym jest rozłącznik bezpiecznikowy NSL-E3 lub RBK z wkładkami topikowymi 63 A lub alternatywnie wyłącznik nadprądowy 63 A i charakterystyce B, który będzie zastosowany w przedmiotowej instalacji fotowoltaicznej. Dodatkowo należy zabudować zabezpieczenie główne NSL-E3 z wkładką 80 A w rozdzielni RPV.

Zadaniem wyłącznika jest odcięcie zasilania w sytuacji, gdy wystąpi zwarcie albo przeciążenie.

2.9 Rozdzielnica DC

W instalacji fotowoltaicznej zaleca się zastosowana rozdzielnica DC wyposażonych w ograniczniki przepięć DC po jednym na obwód paneli, jeśli ograniczniki te nie są zintegrowane w inwerterze. Rozdzielnica może zostać wykonana w oparciu o całościowy, prefabrykowany system spełniający wymogi normy PN-HD 60364-7-712. Rozdzielnicę można wyposażać w przyłącza wtykowe kompatybilne z MC4 umożliwiające podłączenie dwóch/trzech/czterech lub więcej łańcuchów generatora fotowoltaicznego. Ponadto rozdzielnica DC powinna posiadać kilka wyprowadzeń na falownik w przypadku rozbudowy systemu i zrównoleglenia obwodów DC. W celu zapewnienia poprawnej i bezpiecznej pracy instalacji i urządzeń elektrycznych w rozdzielnicy wbudowany będzie ogranicznik przepięć DC typu II (alternatywnie 1+11 w przypadku integrowania z instalacją odgromową) oraz rozłącznik DC Ceśli (brak rozłącznika w falowniku) służące do wyłączenia układu w przypadku awarii lub prowadzenia prac konserwacyjnych. Zabezpieczenie przed prądami rewersyjnymi (wkładki bezpiecznikowe DC) nie jest konieczne, ponieważ nie występuje połączenie równoległe co najmniej trzech łańcuchów PN/ na 1 MPPT. Rozdzielnicę DC nie trzeba stosować w przypadku, gdy zabezpieczenia przeciążeniowe i przeciwprzepięciowe są zamontowane w inwerterze.

Podstawowe parametry techniczne rozdzielnicy DC:

- Prąd znamionowy: DC 20 A
- Napięcie znamionowe: DC 1 000 V
- Termiczne warunki pracy: pomiędzy -40°C — $+120^{\circ}\text{C}$
- Klasa ochronności: II
- Stopień ochrony: IP65

W analizowanym przypadku w zależności od zastosowanego falownika przy wykonaniu instalacji PV w oparciu należy lub nie stosować zewnętrzne ograniczniki przepięć DC typu II w rozdzielni RPV.

2.10 Rozdzielnia AC - skrzynki przyłączeniowe z zabezpieczeniami i pomiar energii

Rozdzielnice PN/ przeznaczone są do montowania ich w instalacjach fotowoltaicznych jako skrzynki kompletnie uzupełnione w aparaty zabezpieczające. W skrzynce PN/ zamontowany jest rozłącznik główny AC powodujący rozłączenie instalacji fotowoltaicznej od istniejącej sieci nN. Zgodnie z istniejącymi uregulowaniami energetycznymi instalacja PV jest zakończona tablicą pod licznik dwukierunkowy zgodnie z wytycznymi OSD. Wymianę tego układu pomiarowego w istniejącym złączu kablowopomiarowym w granicy działki / na elewacji budynku wykonuje pracownik OSD, po wcześniejszym zgłoszeniu mikroinstalacji do użytkowania.

Skrzynka AC RPV będzie docelowo wyposażona w szyny montażowe, listwę PEN, rozłączniki bezpiecznikowe listwowe NSL—E3 z wkładkami

63 A i 80 A oraz w ogranicznik przepięć AC typu 1+11 chroniący instalację w przypadku przepięć od strony sieci nN. Rozdzielnia RPV powinna być nieco większa na okoliczność ewentualnej rozbudowy systemu i zabudowy dodatkowych aparatów zabezpieczających.

Pomiar energii wytwarzanej oraz pobieranej z sieci energetycznej będzie realizowany poprzez licznik dwukierunkowy na napięciu 0,4 kV i układ ten powinien umożliwiać pomiar energii czynnej i biernej mierzony w czterech kwadrantach z rejestracją profili obciążenia. Licznik dwukierunkowy powinien posiadać układ transmisji danych pomiarowych dostosowany do protokołów transmisji pomiarów do lokalnego systemu pomiarowo-

rozliczeniowego OSD. Transmisja ta najczęściej jest realizowana przez łącze GSM/GPRS. Układ pomiaru energii wytworzonej i pobranej zostanie zainstalowany w skrzynce przyłączeniowej budynku (złącza kablowych) na tablicy licznikowej. Licznik ten będzie wymieniony przez pracownika OSD po zgłoszeniu mikroinstalacji do sieci.

2.11 Elementy monitorujące pracę instalacji fotowoltaicznej

Podstawową formą reprezentacji danych dotyczących wielkości produkcji i pracy instalacji jest wyświetlacz graficzny inwertera, na którym na bieżąco lub też wstecz istnieje możliwość analizowania i przeglądania danych oraz wyświetlane są również błędy pracy urządzenia. Falowniki solarne posiadają opcjonalną możliwość podłączenia z modulem komunikacyjnym (kartą do komunikacji np. po RS485 lub Wifi) za pomocą złącza RS485. Dzięki takiemu połączeniu karty z Internetem oraz platformie producenta falownika, możliwy jest podgląd w produkcji energii elektrycznej za pośrednictwem interfejsu użytkownika w przeglądarce internetowej. Zdalny podgląd w produkcję wymaga połączenia urządzenia (opcjonalnej karty) do internetu oraz założenie konta na stronie producenta falownika. Podgląd w produkcję jest możliwy zarówno na komputerze jak i na telefonie dzięki aplikacji mobilnej. Dzięki tej usłudze można łatwo monitorować, analizować i porównywać produkcję energii z systemu fotowoltaicznego w rozbiciu na poszczególne dni z dowolnego miejsca z dostępem do Internetu jak i za pomocą smartfona.

Opcjonalny monitoring zdalny może być realizowany przy pomocy komponentów producenta falownika lub też przy pomocy urządzeń zewnętrznych kompatybilnych z danym falownikiem fotowoltaicznym.

2.12 Instalacja uziemiająca — instalacja odgromowa

Poprawna praca, właściwe funkcjonowanie instalacji fotowoltaicznej i jej bezpieczeństwo zapewnione będzie poprzez uziemienie modułów fotowoltaicznych i systemu mocowania oraz zastosowanie ochrony przeciwprzepięciowej. Zastosowane uziemienie zostanie wykonane zgodnie ze obowiązującymi standardami energetycznymi. Uziemienie ochronne zostanie wykonane za pomocą bednarki Fe/Zn 25 Lmm x 4 (mm). Ze względu na usytuowanie oraz charakter instalacji fotowoltaicznej stosowanie dodatkowej ochrony odgromowej w postaci iglic i zwodów nie jest wymagane. Bednarką należy połączyć podpory konstrukcji oraz wykonać połączenia wyrównawcze między stołami linką miedzianą LgYżo 16 mm², a także połączenie obudowę falownika linką miedzianą LgYżo 16 mm² do bednarki. Jeśli w falowniku wbudowane są ograniczniki przepięć po stronie DC+- to nie ma konieczności zabudowy ich w skrzynce zewnętrznej. Połączenia wyrównawcze należy prowadzić równolegle możliwie blisko linii DC i AC, aby uniknąć tworzenie pętli indukcyjnych wywołujących duże przepięcia indukowane.

Jako dodatkową opcję chroniącą przed bezpośrednimi wyładowaniami atmosferycznymi można zastosować instalację odgromową wraz z ogranicznikami przepięć typu 1+11 na przewodach DC+-.

2.13 Ochrona przeciwpożarowa

Ochrona przeciwpożarowa zostanie zapewniona przez natychmiastowe wyłączenie zasilania, które będzie realizowane przez wyłącznik główny zlokalizowany w skrzynce przyłączeniowej lub skrzynce RPV. Elementem spełniającym wyłączenie zasilania po stronie AC i DC jest wyłącznik główny w falowniku. Odłączenie zasilania z sieci spowoduje wyłączenie falownika z uwagi na brak możliwości synchronizacji urządzenia z siecią. Ponadto przewody

elektryczne stałoprądowe będą prowadzone w sposób uniemożliwiający powstanie przypadkowego zwarcia.

2.14 Obliczenia

DOBÓR KABLI I ZABEZPIECZEŃ DLA OBWODU FALOWNIKA o mocy do 40 kW

$$P = 40 \text{ kW} \quad I_B = P / ((\sqrt{3}) \times U \times \cos\phi); \quad I_B = 40 / (1,73 \times 0,4 \times 0,95) = 60,8 \text{ [A]}$$

$$P = 40 \text{ kW} \quad I_B = P / ((\sqrt{3}) \times U \times \cos\phi); \quad I_B = 40 / (1,73 \times 0,4 \times 0,95) = 60,8 \text{ A}$$

Dobrano przewody YKYžo 5 x 25 Lmm²J do podłączenia falownika do skrzynki RPV

Sprawdzenie doboru kabli i zabezpieczenia zgodnie z warunkami LII i 121: LII IB Iz 121 12 1,45 x Iz
IB — obliczeniowy maksymalny prąd roboczy

IN — prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego

Iz — obciążalność prądowa długotrwała przewodu

12 — prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego przed przeciążeniem i zwarcie Jako zabezpieczenie przeciążeniowe kabla dobrano wyłącznik nadmiarowo-prądowy o charakterystyce B i prądzie znamionowym 63 A

(I2 = k X In).

I_B=60,8 A <= IN - 63 A <= Iz 86 A — warunek spełniony

I2 = 1,6 x In 1,6 x 63 A = 100,8 A 100,8 A <= (1,45 x 86 A) = 132,5 A - warunek spełniony

OBLICZENIE SPADKADKU NAPIĘCIA NA OBWODZIE FALOWNIKA o mocy 40 kW

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \times P \times l}{\gamma \times s \times U_n^2} = \frac{100 \times 40\,000 \times 10}{55 \times 25 \times 400^2} = 0,18 \%$$

gdzie:

P - moc czynna U, P z 40 000[W]

L - długość przewodu (ml, L: 10 Cm) (między

falownikiem a RPV) s - przekrój żyły Lmm²J, s: 25

Lmm²J g — konduktywność przewodu Lm/W*mm²1,

dla Cu: 55 Lm/W*mm²1, Un — napięcie

międzyfazowe LV), IInz400[W]

Reasumując: przekroje przewodów zasilających w analizowanym przypadku zostały dobrane poprawnie.

2.15 Uwagi końcowe

Prace powinny być wykonane zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami oraz wytycznymi producentów instalowanych urządzeń przez osoby posiadające niezbędne uprawnienia. Zastosowane aparaty i urządzenia winny posiadać wymagane certyfikaty i dopuszczenia. Wszelkie zmiany lub niezgodności z projektem należy uzgodnić z Inwestorem.

Podczas prowadzenia robót należy stosować się do przepisów BHP, roboty elektryczne należy ukonać pod nadzorem osób uprawnionych.

III. SCHEMAT POSZCZEGÓLNYCH KOMPONENTÓW INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ

Schemat instalacji fotowoltaicznej przedstawia relację połączeń pomiędzy poszczególnymi elementami instalacji. Sekcje paneli PV wyprodukowaną energię elektryczną przekazują kablami dedykowanymi stałoprądowymi na wejścia falowników (DC/AC). Ilość modułów w sekcji jest ściśle związana z ich parametrami technicznymi i zastosowanymi falownikami (DC/AC), które docelowo mają przyjąć wyprodukowany prąd stały z jednostek wytwórczych i zamienić go na prąd przemienny jednofazowy lub trójfazowy.

W zastosowanym rozwiązaniu, falownik jest trójfazowy i wyposażony w rozłącznik po stronie DC oraz zabezpieczenie wyspowe, odłączające inwerter w przypadku braku napięcia zasilania AC. Zastosowany inwerter 40 kW jest wersją najbardziej rozbudowaną w odniesieniu do rozwiązań konkurencyjnych, przy analizowaniu pod kątem wbudowanych zabezpieczeń urządzenia, gdyż standardowo posiada zabezpieczenia tj.: 2szt. przełącznik DC z uwagi na, aż 4 MPPT, ograniczniki przepięć po stronie AC i DC. Falownik 40kW zostanie docelowo połączony na szynie głównej w rozdzielni 0,4kV według standardów energetycznych dla instalacji nN. Rozdzielnia główna nN łączy się z układem pomiarowo-rozliczeniowym, którego właścicielem jest Tauron Dystrybucja S.A.. Tak wykonany układ będzie łączony kablem energetycznym zgodnie z wykonanymi obliczeniami (dla którego izolacja jest wykonana w standardzie 0,6/1kV), którego przekrój dobrano powyżej.

Opracował:

branża elektryczna :

tech. elektr. Marek Cichoński