

Podstawowe zagadnienia projektowania i wykonawstwa instalacji fotowoltaicznych

Instalacje fotowoltaiczne stają się coraz popularniejsze w naszym krajobrazie. Jednak doświadczenia z przygotowania inwestycji oraz przegląd instalacji już uruchomionych pozwalają stwierdzić, że wiedza zarówno inwestorów, jak i instalatorów na temat technicznych aspektów wykonywania instalacji jest często niewystarczająca. Skutki tego niejednokrotnie przekładają się na znaczny wzrost kosztów inwestycji w stosunku do zaplanowanych, wydłużenie procesu inwestycji, a także na uzyski energii i bezpieczeństwo obiektów, na których instalacja została zabudowana. Warto więc zwrócić na nie uwagę.

Henryk Klein, OPA-LABOR

Na początku procesu inwestycyjnego OZE należy spełnić kilka wymogów prawnych. Należy do nich zaliczyć konieczność uzyskania:

- decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia,
- planu zagospodarowania przestrzennego lub warunków zabudowy,
- warunków przyłączenia do sieci elektroenergetycznej,
- pozwolenia na budowę.

Należy przestrzegać kolejności tych czynności ze względu na warunki wydawania wymienionych dokumentów.

Pozwolenia na budowę nie wymagają roboty budowlanej polegającej na montażu urządzeń fotowoltaicznych o zainstalowanej mocy elektrycznej do 40 kW. Należy jednak zaznaczyć, że jeżeli zabudowa instalacji pociąga za sobą zmianę konstrukcji budynku, na którym wykonywane są roboty (np. zmiana istniejącej konstrukcji dachu lub jego przebudowa albo rozbudowa), to te roboty wymagać będą pozwolenia lub zgłoszenia robót budowlanych (art. 29 i 30 ustawy Prawo budowlane).

Uzyskania warunków przyłączenia do sieci elektroenergetycznej nie wymagają mikroinstalacje fotowoltaiczne o mocy nieprzekraczającej 40 kW i jednocześnie nieprzekraczającej istniejącej

mocy przyłączeniowej podmiotu, który zamierza tę instalację przyłączyć i jest do sieci przyłączony jako odbiorca końcowy. W tym przypadku jedynym wymaganiem formalnym jest zgłoszenie zamiaru przyłączenia mikroinstalacji właściwemu operatorowi sieci dystrybucyjnej.

Ocena techniczno-ekonomiczna

Jako że do chwili obecnej znakomita większość powstałych w kraju instalacji fotowoltaicznych przyłączonych do sieci elektroenergetycznej (*on grid*) budowana jest przy znacznym finansowaniu z programów pomocowych dedykowanych instalacjom odnawialnych źródeł energii (OZE), pozyskiwanych np. z narodowego lub wojewódzkich funduszy ochrony środowiska lub też regionalnych programów operacyjnych, przygotowanie dokumentacji inwestycji przebiega dwuetapowo.

Pierwszy etap to przygotowanie dokumentów aplikacyjnych do wystąpienia o dofinansowanie. Jest to etap, na którym inwestor jeszcze nie wie, czy do inwestycji przystąpi (będzie to zależało od uzyskania dofinansowania), lecz w którym konieczne jest ustalenie biznesplanu przedsięwzięcia, obejmującego zarówno przyszłe oczekiwane przychody z inwestycji, jak i jej koszty. Istotne jest, że dofinansowanie przyznane na podstawie dokumentacji



Rys. 1. Przykład dodatkowych konstrukcji wsporczych, wspartych na punktach konstrukcyjnych budynku

aplikacyjnej może być zmniejszone, jeśli mniejszy od oszacowanego okaże się koszt inwestycji, na pewno jednak nie zostanie ono zwiększone przy wzroście tego kosztu ponad wartość aplikacyjną.

Potencjalny inwestor musi ponieść koszty związane z wydaniem wymienionych w punkcie 1 warunków, decyzji i pozwoleń. Jednocześnie na ogół oczekuje pomocy od potencjalnego dostawcy w zakresie przygotowania projektu koncepcyjnego, który obejmował będzie zarówno kosztorys, jak i prognozę produkcji energii. Bardzo często jednak inwestor – nie będąc pewnym uzyskania dofinansowania – oczekuje tej pomocy jako pewnej formy oferty wstępnej wykonawcy, składanej bezpłatnie lub po symbolicznych kosztach. Przy takim założeniu wykonawca, dbając o własny interes (nie ma przecież gwarancji wykonania robót), ogranicza koszty opracowania koncepcji. Ofiarą tego zwykle padają kwestie istotne dla prawidłowego oszacowania zarówno kosztów inwestycji, jak i planowanych przychodów, których opracowanie wymaga wykonania pewnych badań, inwentaryzacji i opracowań, często zlecanych zewnętrznym podmiotom po określonych cenach rynkowych.

Po stronie kosztów dotyczy to zwłaszcza zagadnienia mocowania konstrukcji wsporczych instalacji fotowoltaicznej. Dla doboru właściwych konstrukcji wsporczych konieczne jest:

- wykonanie badań gruntu pod zabudowę instalacji wolnostojących,
- ocena stanu technicznego i możliwości bezpośredniego zamocowania konstrukcji wsporczych do powierzchni budynku przewidzianych pod zabudowę instalacji.

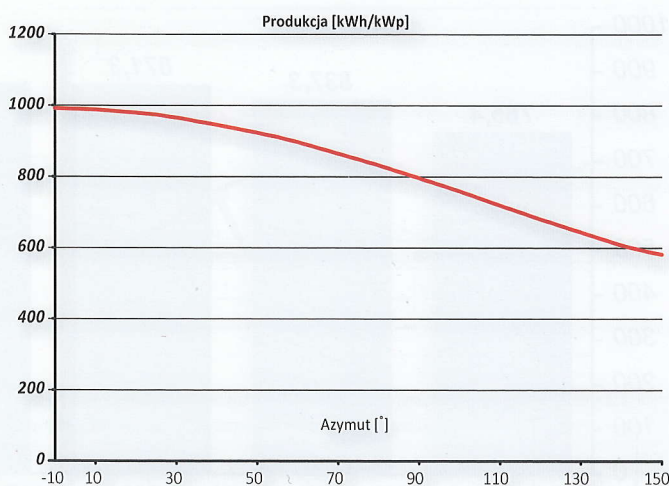
Przykładowo, w obiektach budowlanych brak wymaganej podporności powierzchni dachowej lub brak możliwości bezpośredniego zamocowania konstrukcji wsporczych do konstrukcji dachu (np. wskutek rodzaju zastosowanego ocieplenia lub gwarancji na istniejące pokrycie dachu), wymusza konieczność wykonania specjalnych dodatkowych konstrukcji wsporczych, podpartych na wybranych punktach konstrukcyjnych (rys. 1). Z doświadczeń autora wynika, że koszt takich dodatkowych konstrukcji może zwiększyć łączny koszt inwestycji od 20 do nawet 50%.

Z kolei po stronie oczekiwanych przychodów niezwykle istotne jest realne oszacowanie wielkości tzw. autokonsumpcji, czyli ilości energii, którą będzie w stanie zużyć sam inwestor – producent energii w instalacji PV. Wynika to ze znacznej różnicy cen pomiędzy energią sprzedawaną z OZE a energią kupowaną przez podmiot od sprzedawcy energii, z uwzględnieniem opłat przesyłowych. Jako konsumenci nabywający energię płacimy za nią od kilkudziesięciu do kilkuset procent więcej, niż otrzymujemy z tytułu sprzedaży jako jej producenci (prosumenci).

Wobec tego przyjęcie nierzeczywistych proporcji pomiędzy ilościami energii wyprodukowanej na własne potrzeby a odsprzedawanej może w sposób diametralny zmienić okres zwrotu inwestycji.

Prowadzi to do wniosku, że w planowaniu inwestycji OZE należy uwzględnić pewne wydatki przed uzyskaniem dofinansowania, a to w celu sporządzenia realnych kosztorysów uwzględniających rzeczywiste warunki zabudowy, a także profesjonalnych prognoz produkcji i przychodów.

Zaniżone kosztorysy zaowocują zmniejszeniem dofinansowania zewnętrznego i niemiłą niespodzianką kosztową w chwili przystąpienia do realizacji budowy. Z kolei brak rzetelnej



Rys. 2. Zależność jednostkowej rocznej produkcji energii instalacji – zabudowanej pod kątem optymalnym do poziomu – od geograficznego kierunku zabudowy

analizy przychodów może spowodować dużo mniejsze przychody z inwestycji.

Dokumentacja projektowa i techniczna

Budowa instalacji fotowoltaicznej powinna być zrealizowana na podstawie sporządzonej dokumentacji projektowej. Z kolei dokumentacja techniczna instalacji powinna obejmować wspomnianą dokumentację projektową, a także instrukcje, karty katalogowe, karty i dokumenty gwarancyjne oraz protokoły prób i pomiarów odbiorczych.

W przypadku instalacji wykonywanych na podstawie pozwolenia na budowę, pewien zakres dokumentacji projektowej określony jest wymogami ustawy Prawo budowlane i aktów wykonawczych oraz sprawdzany przez organa nadzoru budowlanego.

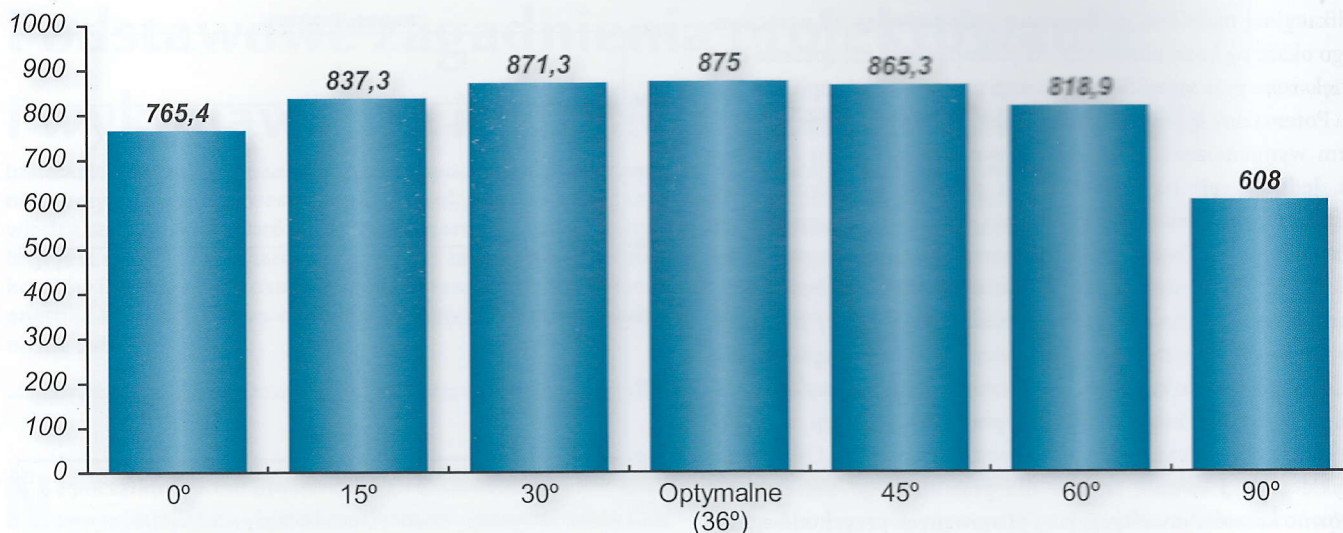
Niestety, często się zdarza, że dokumentacja projektowa jest szczątkowa, a pozostałych dokumentów (poza gwarancją) nie ma w ogóle.

Należy zaznaczyć, że posiadanie kompletnej dokumentacji technicznej instalacji leży w najgłębszym interesie inwestora. Nie dość, że potwierdza, iż instalacja jest bezpieczna i dobrze wykonana (protokoły badań odbiorczych), to jeszcze jest podstawą do roszczeń wobec nierzetelnego wykonawcy.

Inwestor powinien – i ma prawo – na etapie umowy zażądać, aby w skład dostawy weszła dokumentacja projektowa obejmująca:

- opis systemu konstrukcyjnego modułów PV i sprawdzenie wytrzymałości podłoża, do którego będzie mocowany,
- rozmieszczenie modułów PV i sposób łączenia ich w gałęzie,
- schematy elektryczne instalacji i sprawdzenie prawidłowości doboru elementów instalacji,
- określenie środków ochrony od porażeń, zwarć i przeciążeń,
- ocenę zagrożenia wyladowaniami atmosferycznymi i dobór środków ochrony odgromowej, jeśli będą wymagane,
- dobór środków ochrony przeciwprzepięciowej,
- układy i urządzenia wymagane przez operatora sieci, do której instalacja ma być przyłączona.

Dokumentacja powinna być sporządzona przez uprawnionych projektantów – elektryka i konstruktora. Warto podkreślić, że wszelkie programy kalkulacyjne przeznaczone do instalacji fotowoltaicznych i wspomagające ich projektowanie informują



Rys. 3. Roczna produkcja energii elektrycznej z instalacji o mocy 1 kWp w zależności od kąta nachylenia modułów; kierunek południowy, Rzeszów

korzystającego, że posadowienie instalacji na obiekcie wymaga sprawdzenia konstrukcji wsporczych przez uprawnionego konstruktora. Nie istnieją programy projektujące instalacje i zastępujące projektanta.

Brak dokumentacji projektowej i protokołów odbiorczych powoduje, że użytkownik staje w obliczu odpowiedzialności za robotę budowlaną niezwyfikowaną z wymaganiami Prawa budowlanego, a w konsekwencji – w sytuacji powstania ewentualnego zagrożenia lub szkody, której źródłem jest instalacja – ponosi osobistą odpowiedzialność. Ponadto jest mu dużo trudniej wykazać ewentualne błędy wykonawcze i dochodzić roszczeń.

Umiejscowienie modułów w projekcie

W celu uzyskania optymalnej produkcji energii powinno się zabudować moduły w optymalnej orientacji geograficznej i pod optymalnym kątem do podłoża. Dla krajowych warunków nasłonecznienia optymalny kąt zabudowy wynosi od 34° do 36°, zaś najlepszą orientacją geograficzną jest kierunek południowy. Należy jednak pamiętać, że – zwłaszcza w przypadku instalacji lokowanych na obiektach budowlanych – sam kształt i sposób wykonania bryły budynku, jej orientacja geograficzna i otoczenie ograniczają swobodę wyboru położenia i kierunku zabudowy modułów. Zależność jednostkowej rocznej produkcji z instalacji fotowoltaicznej (kWh/kWp) od azymutu ustawienia modułów ułożonych względem ziemi pod kątem optymalnym przedstawiono na rys. 2. Z kolei zależność produkcji jednostkowej instalacji zabudowanej w kierunku południowym od nachylenia modułów do poziomu

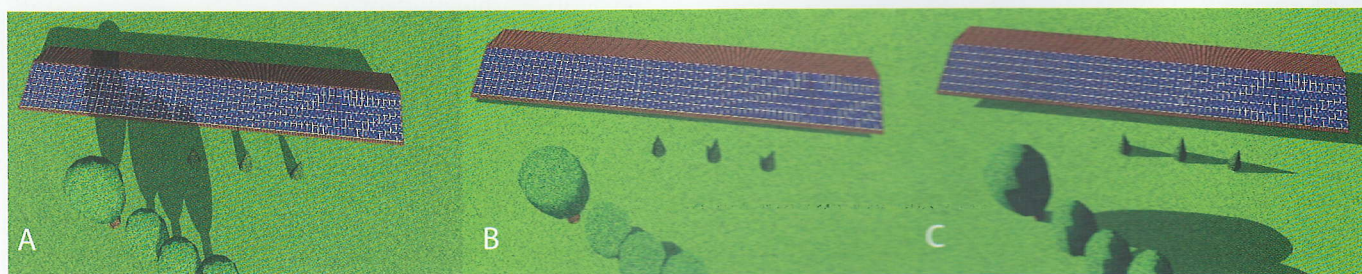
przedstawia rys. 3. Optymalny dla danej lokalizacji sposób zabudowy powinien być częścią dokumentacji projektowej.

Bardzo istotne przy projektowaniu i zabudowie modułów jest unikanie zacienień – zarówno zacienień wzajemnych, rzucanych przez kolejno zabudowywane rzędy modułów, jak i zacienień powodowanych przez elementy budynku (kominy, klimatyzatory itp.) i elementy zewnętrzne (drzewa, słupy, budynki).

Długość cieni rzucanych przez stacjonarne przeszkody zależy od ich wysokości oraz od pory dnia i pory roku; zmienność tę zilustrowano na rys. 4.

W zasadzie niemożliwe jest takie wzajemne usytuowanie grupy blisko położonych obiektów, aby przez cały rok o dowolnej porze doby nie zacieniały się wcale. Instalacje fotowoltaiczne najczęściej projektuje się tak, aby produkowały energię przez cały rok. W tym celu jako najmniejszy kąt padania promieni słonecznych γ (przy którym cienie są najdłuższe) przyjmuje się kąt odpowiadający położeniu Słońca w południe najkrótszego dnia roku, czyli 23 grudnia. W położeniu geograficznym Polski jest to kąt ok. 16°. Ma to istotny związek z kątem nachylenia modułów do poziomu (α), gdyż zwiększanie tego kąta powoduje wzrost wysokości rzutu pionowego modułów c1 (rys. 5), wydłużenie cienia rzucanego przez moduł, a w konsekwencji wzrost koniecznego odstępu e między rzędami modułów. Związek tych parametrów ilustruje rys. 5.

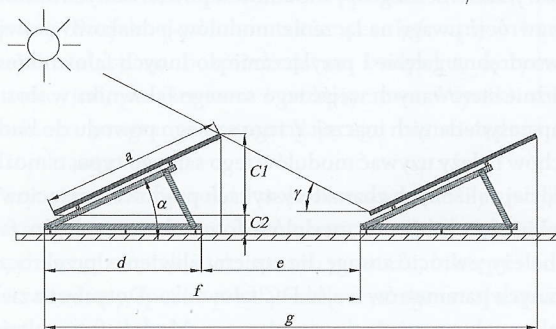
Jeśli dysponujemy ograniczoną powierzchnią pod zabudowę, wybór optymalnego kąta nachylenia ze względu na jednostkową wielkość rocznej produkcji z pojedynczego modułu spowoduje



Rys. 4. Wpływ pory roku i pory doby na długość i kierunek cieni. Lokalizacja: Cieszyń, Polska, dnia: a) 23 grudnia, godz. 11:00, b) 20 czerwca, godz. 11:00, c) 20 czerwca, godz. 17:00

ograniczenie łącznej mocy, którą na tej powierzchni możemy zbudować, a w konsekwencji – produkcji globalnej z połaci, którą mamy pod zabudowę. Wybór rozmieszczenia i nachylenia modułów musi uwzględniać najistotniejsze dla inwestora kryterium. Może to być największa produkcja jednostkowa (kWh/kWp), która najczęściej (ale nie zawsze) przekłada się na najwyższą stopę zwrotu z inwestycji, lub też zdolność do uzyskania największej produkcji rocznej z będącej do dyspozycji powierzchni zabudowy.

Z kolei, analizując potencjalne zacienienia od sąsiadujących obiektów, warto pamiętać, że utrata produkcji wywołana zacieleniem nie jest proporcjonalna do powierzchni zacielenia. Pojedyncze ogniwa fotowoltaiczne łączone są szeregowo w gałęzie, które z kolei – połączone równolegle – wyprowadzone są do zacisków przyłączeniowych falownika. Zacielenie jednego ogniwa powoduje ograniczenie produkcji wszystkich ogniw całej gałęzi do wartości wynikającej z prądu zacielenego ogniwa, a co za tym idzie – ograniczenie produkcji całego modułu. Z kolei moduły łączą się w szeregowo-równoległe gałęzie i przyłącza do wejść falowników fotowoltaicznych. Analogiczne ograniczenie produkcji występuje dla gałęzi modułów, w których jeden pracuje z ograniczoną na skutek zacielenia wydajnością. Prowadzi to do konkluzji, że w miejscach, których lokalne przeszkody (kominy, drzewa, gzymsy itp.) powodowałyby miejscowe, powtarzalne zacielenia jednego lub kilku modułów lub ich fragmentów, modułów tych nie należy zabudowywać, gdyż strata produkcji wywołana ich wpływem na pracę gałęzi, której byłyby częścią,



Rys. 5. Związek pomiędzy najmniejszym kątem padania promieni słonecznych γ , kątem nachylenia modułów α a minimalnym odstępem e między modułami

może być większa od energii, jaką te moduły wyprodukują w okresie pełnego nasłonecznienia.

Jak dobrać i połączyć moduły

Jak już wspomniano, łańcuch modułów fotowoltaicznych ma zdolność produkcji energii elektrycznej ograniczoną przez zdolność najsłabszego w danym momencie modułu w łańcuchu. Słabość ta może wynikać zarówno z zacielenia modułu, jak i jego indywidualnej charakterystyki prądowo-napięciowej, odmiennej od charakterystyk pozostałych modułów gałęzi.

W instalacjach, których poszczególne części (sekcje) zamocowane są w odmiennych warunkach (inne kąty lub azymuty



FOTOWOLTAIKA
doradztwo
projektowanie
dostawa
montaż
serwis

na zdjęciu: nagrodzona na Targach ENEX 2014, wykonana przez OPA-LABOR elektrownia fotowoltaiczna na dachach zabudowlanych budynków dawnej kopalni „Pstrowski” – obecnie firmy MARANI w Zabrze.

Przedsiębiorstwo OPA-LABOR Sp. z o.o.

41-103 Siemianowice Śl., ul. Wyzwolenia 22

tel.: 32 288 16 09; fax: 32 220 11 31

www.opalabor.pl; opa@opalabor.pl

zabudowy, zacielenia grupy modułów w powtarzalnych okresach), należy zwrócić uwagę na łączenie modułów jednakowo naświetlanych w odrębne gałęzie i przyłączanie do innych falowników lub niezależnie sterowanych wejść tego samego falownika w stosunku do grup naświetlanych inaczej. Z tego samego powodu do budowy łańcuchów należy używać modułów tego samego typu, o możliwie najbardziej zbliżonych charakterystykach prądowo-napięciowych.

Dobierając łańcuchy modułów fotowoltaicznych do falownika, należy zwrócić uwagę na uniemożliwienie przekroczenia granicznych parametrów wejść DC falownika. Dotyczy to zwłaszcza maksymalnego napięcia wejściowego. Moduły fotowoltaiczne charakteryzują się zmiennością napięcia wyjściowego na otwartym obwodzie (bez obciążenia) w zależności od temperatury – im zimniej, tym napięcie jest wyższe. Określa to tzw. współczynnik temperaturowy wyrażony w procentach lub w $V/^{\circ}C$. Znamionowe napięcie modułów określone jest dla temperatury otoczenia (i modułu) $25^{\circ}C$. Moduły jednak pracować będą w całym zakresie temperatur występujących w danej strefie klimatycznej, a w miesiącach zimowych zdarzają się mroźne dni o silnym nasłonecznieniu. W związku z tym, przy doborze liczby modułów w szeregowej gałęzi przyłączonej do wejścia falownika konieczne jest uwzględnienie napięcia, jakie wystąpi na otwartym obwodzie modułu przy minimalnej spodziewanej temperaturze. Napięcie występujące w tych warunkach na wyjściu szeregowego łańcucha modułów nie powinno przekraczać maksymalnego napięcia wejścia DC falownika.

Zabudowa i montaż modułów

Moduły fotowoltaiczne powinny być mocowane z wykorzystaniem systemu montażowego dobrane odpowiednio do właściwości powierzchni zabudowy (gruntu, dachu, elewacji obiektu). Sposób zabudowy powinien uprzednio zostać zaaprobowany przez uprawnionego konstruktora, przy uwzględnieniu właściwości gruntu lub podporności oraz rodzaju konstrukcji i pokrycia dachu lub też elewacji obiektu budowlanego. Należy pamiętać, że zabudowa instalacji nie może spowodować pogorszenia odporności obiektu na zjawiska meteorologiczne – szczelności, odporności na wiatr i obciążenie śniegiem. Nie może również spowodować utraty posiadanych przez inwestora gwarancji na wykonane uprzednio fragmenty obiektu.

Istotną kwestią jest dotrzymywanie warunków zabudowy określanych w instrukcjach montażu modułów fotowoltaicznych i systemów montażowych. Przy zabudowie modułów należy zapewnić określoną przez producenta przestrzeń pomiędzy tylną powierzchnią modułów a powierzchnią zabudowy (najczęściej nie mniej niż 10 cm) w celu zapewnienia prawidłowej wentylacji i niedopuszczenia do nadmiernego nagrzewania. Należy także przeanalizować wpływ maksymalnej oczekiwanej temperatury modułów na elementy poszycia budynku, do których jest mocowana lub poprzez które jest prowadzona konstrukcja wsporcza. Miejsca mocowania modułów, rodzaje uchwytów, a także sposób wykonywania czynności montażowych powinny być zgodne z instrukcją montażu.

Instalacja odgromowa i ochrona przeciwprzepięciowa

Przy analizie konieczności zastosowania ochrony odgromowej i przeciwprzepięciowej dla instalacji fotowoltaicznej oraz

dokonywaniu wyboru systemów i klas tej ochrony konieczne jest niejako dwustronne spojrzenie na to zagadnienie.

Po pierwsze, uszkodzeniu mogą ulec elementy wchodzące w skład samej instalacji fotowoltaicznej. Rozbudowana instalacja odgromowa i przeciwprzepięciowa jednak pociąga za sobą określone koszty, a ponadto żadna ochrona odgromowa nie daje 100% gwarancji na brak uszkodzeń od wyładowań atmosferycznych. Pozostaje zatem pytanie, na ile prawdopodobne jest, aby instalacja fotowoltaiczna zabudowana w określonej lokalizacji i określonym otoczeniu, pozbawiona ochrony odgromowej, uległa podczas użytkowania uszkodzeniu wskutek wyładowań atmosferycznych i jaki może być rozmiar tych uszkodzeń. Pomocne są tutaj lokalne statystyki dotyczące częstości i skutków wyładowań. Nie od rzeczy jest to, że przy zabudowie pionowych zwodów odgromowych należy uwzględnić rzucane przez nie cienie i ich ewentualny wpływ na produkcję, co znacznie komplikuje ich prawidłowe rozmieszczenie. Czy zatem warto (opłaca się) zwiększać koszt inwestycji, ryzykując utratę części produkcji, by ustrzec się potencjalnego zagrożenia? Pewną pomocą w odpowiedzi na to pytanie mogą być wymagania firmy ubezpieczeniowej, w której naszą instalację będziemy ubezpieczać. Jeśli podstawą do wykluczenia odpowiedzialności ubezpieczyciela może stanowić brak tej ochrony, należy ją po prostu wykonać. Niemniej jednak zagadnienie ochrony odgromowej i sposobu jej wykonania – jeśli nie istnieją inne techniczne lub prawne przesłanki wskazujące na wybór określonego rozwiązania – powinno być przedmiotem uzgodnienia pomiędzy wykonawcą a inwestorem.

Drugi aspekt to nieunikniona styczność instalacji fotowoltaicznej z innymi obiektami i instalacjami. Styczność ta będzie występowała zawsze w miejscu przyłączenia instalacji do systemu elektroenergetycznego oraz – w instalacjach montowanych na obiektach budowlanych – w miejscu ich zabudowy. Zabudowa i uruchomienie instalacji fotowoltaicznej nie może pogorszyć bezpieczeństwa obiektu i instalacji, z którymi jest połączona. Wynika z tego, że odpowiednia ochrona przeciwprzepięciowa konieczna będzie zawsze w miejscu przyłączenia instalacji PV do istniejącej sieci. Jeżeli obiekt budowlany, na którym zbudowana będzie instalacja, wyposażony był w urządzenia ochrony odgromowej, to po wykonaniu instalacji fotowoltaicznej żadna z jego części nie może być chroniona gorzej niż przed montażem. Niedopuszczalne jest zatem przebudowywanie lub likwidacja istniejących elementów ochrony odgromowej bez dokumentacji projektowej uzasadniającej wykonanie tych czynności. Dobór urządzeń ochrony odgromowej (LPS) zabudowanej instalacji musi przewidywać klasę LPS nie gorszą od wymaganej i zastosowanej uprzednio dla obiektu, na którym została posadowiona. Jeśli natomiast w stanie istniejącym budynek nie był wyposażony w LPS, a zabudowa instalacji PV nie zmienia jego parametrów w sposób wskazujący na automatyczną konieczność jego zastosowania (nie powoduje wzrostu narażenia na wyładowania atmosferyczne), jedynymi kryteriami są kryteria ekonomiczne. Należy jednak pamiętać, że przedmiotowy obiekt mógł być projektowany i wykonany w czasie obowiązywania innych przepisów i norm w zakresie ochrony odgromowej, dlatego też wymagalność stosowania LPS dla nowej instalacji PV należy każdorazowo sprawdzić, odwołując się do obowiązujących przepisów i norm.

O czym warto pamiętać

Na koniec warto zebrać kilka uwag dla potencjalnych inwestorów i wykonawców:

- Przygotowując inwestycję, warto dołożyć wysiłku w celu przygotowania kosztorysu przedsięwzięcia, w którym uwzględniono rzeczywiste koszty wynikające z indywidualnych warunków charakterystycznych dla miejsca zabudowy. Lepiej wydać 2 tys. zł na początku, niż w połowie przedsięwzięcia odkryć, że brakuje nam 200 tys. zł.
- Przed rozpoczęciem budowy konieczne jest uzyskanie wszelkich niezbędnych pozwoleń, zgody i warunków, zależnych od wielkości projektowanej instalacji, miejsca jej przyłączenia i zakresu ingerencji w konstrukcję budynku, na którym inwestycja jest przewidziana.
- Wykonanie każdej instalacji powinno być poprzedzone dobrym projektem. Niejednokrotnie na produkcję energii bardziej wpłynie właściwe usytuowanie i połączenie modułów niż ich sprawność wykazana w karcie katalogowej. Projekt powinien także oceniać wpływ budowanej instalacji na bezpieczeństwo budynku, w tym konstrukcyjne, porażeniowe i przepięciowe. Wyniki obliczeń żadnego programu wspomagającego nie zastępują oceny projektanta.
- Przy prowadzeniu robót wykonawczych należy uwzględnić wymagania zawarte w dokumentacji technicznej montowanych urządzeń, takie jak: sposób montażu, odstęp i odległości zabudowy, sposób przyłączenia, wymagane zabezpieczenia oraz czynności zakazane w czasie montażu.
- Po zakończeniu prac wykonawca powinien wykonać próby i pomiary odbiorcze co najmniej w zakresie ochrony odgromowej (jeśli została wykonana lub przebudowana), ochrony przeciwporażeniowej oraz jakości wykonania instalacji elektrycznych. Inne próby i pomiary powinien określić inwestor na etapie ofertowania.

BIBLIOGRAFIA

PN-EN 62305 Ochrona odgromowa.

Instrukcje i karty katalogowe firmy Alumero: www.alumero.at/pl/Home.html

Instrukcje i karty katalogowe firmy Oberhauser: www.oberhauser-pv.de/index.php?id=1&L=2

Karty katalogowe i instrukcje montażu/eksploatacji modułów fotowoltaicznych i falowników fotowoltaicznych.

freelight

autoryzowany
dystrybutor
firmy Fronius

Fronius
SHIFTING THE LIMITS



- serwis gwarancyjny i pogwarancyjny
- pomoc techniczna
- najniższe ceny



Szczególnie polecamy rodzinę SYMO - najmniejsze falowniki trójfazowe do mikroinstalacji!

<http://www.freelight.eu>

tel. +48 (22) 203 55 35, gsm +48 (533) 099 329
mail: fronius@freelight.eu, <http://www.mikroinstalacje.com.pl>