

Damian GŁUCHY*
Dariusz KURZ*
Grzegorz TRZMIEL*

KRYTERIA DOBORU MODUŁU FOTOWOLTAICZNEGO DO MIKROINSTALACJI

W pracy zwrócono uwagę na problem poprawnego doboru modułów fotowoltaicznych. Przytoczono normatywną definicję pojęcia mikroinstalacji fotowoltaicznej. Zwrócono uwagę na kryteria stosowane przez inwestorów na etapie planowania inwestycji o dowolnej wartości mocy znamionowej. Opisano ich zastosowanie i przydatność dla mikroinstalacji. Wskazano szereg praktycznych uwag, których przestrzeganie pozwoli zmaksymalizować wydajność dla systemów o najmniejszych mocach.

SŁOWA KLUCZOWE: PV, odnawialne źródła energii, mikroinstalacja fotowoltaiczna, degradacja napięciem indukowanym

1. WPROWADZENIE

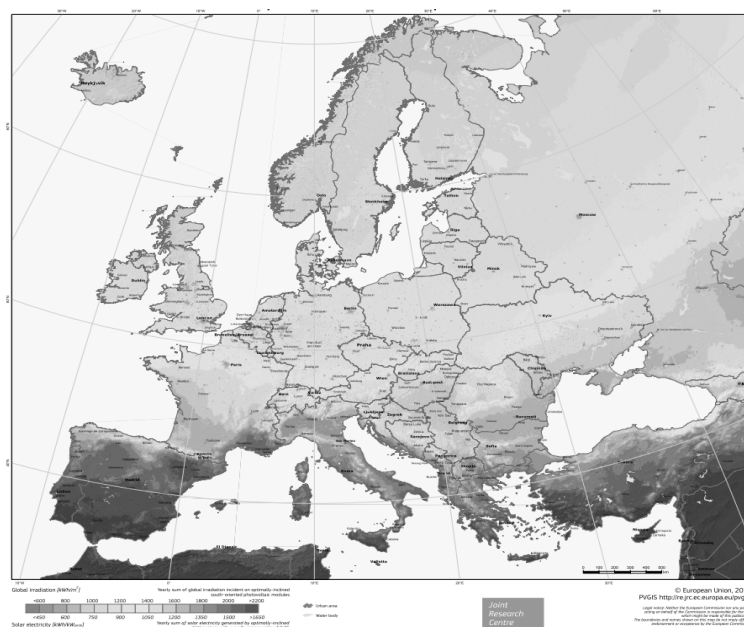
Bezpieczeństwo energetyczne jest jedną z najbardziej istotnych problematyk jakie dotyczą naszą cywilizację na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat. Stale wzrastające zapotrzebowanie na energię elektryczną wiąże się z jej pewnym i racjonalnym pozyskiwaniem. O skali problemu najlepiej świadczą wydarzenia ostatnich miesięcy. Dyskusje, jakie pojawiają się w związku z dotowaniem górnictwa i wprowadzaniem ustaw o OZE (Odnawialnych Źródłach Energii), dowodzą o konieczności świadomego inwestowania w układy do pozyskiwania energii elektrycznej. Zmienna koniunktura na paliwa kopalne, uzależniona od sytuacji politycznej i ekonomicznej świata, skłania do zwiększania potencjału źródeł odnawialnych i ekologicznych.

Choć dostrzegalny jest wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w Polsce, to są to głównie systemy o dużych mocach znamionowych. Należy jednak, korzystając z doświadczeń państw zachodniej Europy i docenić potencjał zdywersyfikowanych mikroinstalacji generujących energię elektryczną. Jedną z wiodących technologii OZE jest stosowanie modułów PV, które są podstawowymi elementami składowymi mikroinstalacji fotowoltaicznych.

* Politechnika Poznańska.

2. PARAMETRY MODUŁÓW FOTOWOLTAICZNYCH

Zadaniem modułu fotowoltaicznego jest konwersja energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną prądu stałego. Dlatego też przed przystąpieniem do inwestycji należy zwrócić szczególną uwagę na wartość promieniowania słonecznego dla danego obszaru. To głównie od jego poziomu zależy dobór rodzaju modułów PV, typu instalacji i jej sposobu pracy. Dostępność energii słonecznej, a wraz z nią średnia temperatura całoroczna obszaru, uzależniona jest w dużej mierze od szerokości geograficznej. Poziomy nasłonecznienia dla Europy przedstawione zostały na rysunku 1[5].



Rys. 1. Dostępność energii słonecznej w Europie [5]

Położenie geograficzne jest jednak tylko elementem lokalizacji, który, oprócz dostępności promieniowania słonecznego, definiuje również optymalny kąt ustawienia baterii słonecznych. Ponadto ma ono znaczny wpływ na częściowe lokalne zacienienia przez obiekty znajdujące się w pobliżu, takie jak drzewa czy budynki.

Często ignorowanym parametrem lokalizacyjno-geograficznym, mającym w praktyce spore znaczenie, jest albedo. Odpowiada ono za wpływ odbicia promieniowania od powierzchni płaskich (woda, śnieg, trawnik) przed panelami PV i posiada duże znaczenie dla ostatecznego uzysku energii z instalacji.

Moduły fotowoltaiczne ze względu na technologię i budowę można podzielić na cienkowarstwowe i klasyczne zbudowane na bazie krzemu krystalicznego. Niezależnie od technologii wykonania moduły fotowoltaiczne charakteryzują cztery podstawowe parametry elektryczne:

- prąd zwarcia I_{sc} ,
- prąd w punkcie mocy maksymalnej I_{MPP} ,
- napięcie obwodu otwartego U_{oc} ,
- napięcie w punkcie mocy maksymalnej V_{MPP} .

To głównie one brane są pod uwagę przez potencjalnych inwestorów na etapie projektowania instalacji. Oprócz tych podstawowych parametrów elektrycznych moduły charakteryzuje jeszcze szereg innych wielkości, jak np. temperatura pracy, współczynnik temperaturowy itp., istotnych pod względem pracy i efektywności/wydajności systemu PV. Ich zestawienie zostało przedstawione we wcześniejszej publikacji autorów [1]. Obok wcześniej wspomnianych 4 głównych parametrów oraz ceny, podczas wyboru typu paneli fotowoltaicznych autorzy zwrócili uwagę na:

- wartość sprawności,
- duży wybór dostawców,
- zapotrzebowanie na dużą powierzchnię potrzebną pod montaż z uwagi na niewielką sprawność,
- typ dobranego falownika,
- walory estetyczne (kolorystyka),
- jakość produktów danego typu na rynku,
- wysoki temperaturowy wskaźnik mocy,
- korozję warstwy TCO (ang. Transparent Conductive Oxides),
- duży ciężar w przeliczeniu na 1 m² powierzchni panelu,
- budowę (konstrukcja bez ramy utrudnia montaż i zmniejsza wytrzymałość).

Istotne są również pewne charakterystyczne cechy poszczególnych typów modułów, jak na przykład:

- niska wydajności w pierwszych godzinach pracy modułów z krzemu krystalicznego QuasiMonokrystalicznego,
- duży spadek wydajności w pierwszych miesiącach pracy modułów cienkowarstwowych z krzemu amorficznego,
- zysk mocy w pierwszych godzinach pracy modułów cienkowarstwowych z mieszaniny CIGS (połączenie miedzi, indu, galu i selenu).

Wszystkie wyżej wspomniane parametry i cechy stanowią punkt odniesienia dla formułowanych założeń inwestorskich. Należy jednak nadmienić, że są to parametry właściwe dla obiektów o stosunkowo dużych mocach zainstalowanych tzn. powyżej 40 kW.

3. KRYTERIA DOBORU MODUŁU PV DO MIKROINSTALACJI

Zagadnienie wyboru modułów fotowoltaicznych zostało wielokrotnie poruszone przez wielu autorów w ich publikacjach. Jednak w opracowaniach tego typu w marginalny sposób traktuje się problematykę projektowania mikroinstalacji, które w niektórych aspektach różnią się od elektrowni przemysłowych większych mocy. Potwierdza to ustawodawca, który określa mikroinstalację jako „odnawialne źródło energii, o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 40 kW, przyłączone do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV lub o łącznej mocy zainstalowanej cieplnej nie większej niż 120 kW” [3]. Tym samym należy uwzględnić, że nie każde rozwiązanie, które skutecznie stosowane jest na farmach fotowoltaicznych, może być z powodzeniem stosowane dla kilku kilowatowych instalacji montowanych na dachach budynków. Poniżej zamieszczone zostały praktyczne kryteria doboru modułów PV do mikroinstalacji, oparte na wcześniej wspomnianych parametrach z not katalogowych:

a) *Stosowanie modułów odpornych na PID*

PID (ang. Potential Induced Degradation) to nic innego jak degradacja indukowanym napięciem; w uproszczeniu jest to utrata mocy przez moduł PV powodowana niewielkim upływającym prądem przy wysokim napięciu. Problem ten dotyczy wszystkich modułów, zarówno tych z krzemu krystalicznego jak i cienkowarstwowych. Zagadnienie PID-u związane jest z napięciem występującym między skrajnymi biegunami łańcuchów modułów a uziemioną ramką. Dlatego też, z uwagi na budowę ogniw, problem ten zachodzi w modułach znajdujących się najbliżej bieguna ujemnego i potęgowany jest przez pracę w warunkach wysokiej temperatury powietrza i wilgotności. Ponadto zjawisko to ma dwojaki charakter: polaryzacyjny, który jest w pełni odwracalny oraz elektrochemiczny, wynikający z korozji ogniw i wiąże się z nieodwracalną utratą mocy. Choć początkowo producenci fotowoltaiki bagatelizowali ten temat, to bardzo szybko okazało się, że w skrajnych przypadkach utrata mocy modułu PV może sięgać 30-70% jego mocy znamionowej.

Problem PID-u, choć najpierw wpływa tylko na nieznaczne obniżenie wydajności modułów, to w perspektywie długofalowej prowadzi do przyspieszonej degradacji ogniw i obniżenia uzysku energii. Stanowi to podstawę do wybierania modułów, które testowane są przez producenta pod kątem odporności na degradację indukowanym napięciem. Tego typu informacje zawsze podawane są w nocie katalogowej, a jej brak jednoznacznie świadczy o nieprzeprowadzeniu takiego badania [2].

b) Produkty certyfikowane

Wszystkie moduły fotowoltaiczne powinny spełniać normy, jakie zostały przyjęte w danym kraju. W Polsce układami godnymi zaufania są następujące normy:

PN-EN 61730-1:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV).

Część 1: Wymagania dotyczące konstrukcji.

PN-EN 61730-2:2007 Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV).

Część 2: Wymagania dotyczące badań.

PN-EN 61730-1:2007/A2:2013-11 Wersja angielska. Ocena bezpieczeństwa modułu fotowoltaicznego (PV).

Ponadto dla modułów z krzemu krystalicznego obowiązują normy:

PN-EN 61215:2002 Naziemne moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego. Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu.

PN-EN 61215:2005 Moduły fotowoltaiczne (PV) z krzemu krystalicznego do zastosowań naziemnych. Kwalifikacja konstrukcji i aprobaty typu.

Natomiast moduły cienkowarstwowe powinny spełniać normy:

PN-EN 61646:2002 Naziemne moduły fotowoltaiczne (PV) z cienkimi warstwami. Kwalifikacja konstrukcji i badanie typu.

PN-EN 61646:2008 Cienkowarstwowe naziemne moduły fotowoltaiczne (PV). Kwalifikacja konstrukcji i zatwierdzenie typu [4].

c) Moduły z warstwą ARC

Warstwa ARC jest to cienka warstwa antyrefleksyjna o grubości kilkudziesięciu nanometrów, służąca do poprawy wydajności ogniw słonecznych. Poprzez naniesienie jej na szyby modułu możliwe jest zwiększenie wydajności od 3,5 do nawet 5% w stosunku do modułów pokrytych klasyczną szybą hartowaną. Ponadto układy z powłoką antyrefleksyjną nie są istotnie droższe od tych bez tej warstwy.

d) Konstrukcje montażowe

Wielokrotnie inwestorzy w celu zmniejszenia kosztów instalacji inwestują w moduły pozbawione ramki. Takie rozwiązania są bardzo dobrze znane w przypadku modułów cienkowarstwowych. Skłoniło to producentów do produkcji modułów nieposiadających ramki z krzemu krystalicznego. Układy tego typu są jednak znacznie trudniejsze we właściwym montażu, a tym samym mniej odporne na uszkodzenia mechaniczne.

e) Warunki gwarancji

Jednym z chwytów marketingowych stosowanych przez dystrybutorów PV jest oferowanie 25 letniej gwarancji na moc. Należy jednak mieć świadomość, że na rynku praktycznie nie ma firmy, która od tak długiego czasu oferuje podzespoły

fotowoltaiczne. Tym samym nie można być pewnym czy ewentualna gwarancja będzie możliwa do zrealizowania. Jak pokazuje przykład z 2013 roku (upadek chińskiej firmy Suntech), nawet największe firmy, posiadające bieżące wielomilionowe zamówienia, nie mogą być pewne o swoją przyszłość. W praktyce dostrzec można problemy z podstawową gwarancją na wady ukryte PV, która wynosi około 10 lat, a jest trudna w realizacji, w szczególności, gdy producent nie posiada fabryki lub przedstawicielstwa w Europie. Mając na uwadze, że żaden z 10 największych producentów PV nie produkuje swoich modułów w, rodzą się spore obawy związane z wiarygodnością gwarancji.

f) Wybór modułów wysokonapięciowych i niskoprądowych

Jednym z głównych problemów w przypadku mikroinstalacji jest odpowiednia konfiguracja prądowo-napięciowa systemu. Efektywna praca falownika jest możliwa tylko w przypadku odpowiedniego napięcia na wejściu, które pochodzi z łańcucha modułów. W przypadku połączonych szeregowo najpopularniejszych na rynku modułów o mocy znamionowej 250-260 W często można się spotkać z wartością zbyt niskiego napięcia. Jest to szczególnie widoczne w przypadku najmniejszych instalacji.

W celu bardziej efektywnej pracy należy dobierać moduły oparte o mniejsze 5" ogniwa zamiast o wcześniej wspomniane 6" ogniwa stosowane w popularnych panelach przemysłowych. Alternatywnym rozwiązaniem mogą być moduły cienkowarstwowe głównie oparte o CIGS, które podobnie jak moduły z krzemu krystalicznego są bezproblemowe w montażu i eksploatacji.

g) Panele o niskim temperaturowym wskaźniku mocy

O tym parametrze wspomniano we wcześniejszej części pracy. Nadmienić należy, że niski temperaturowy wskaźnik mocy oznacza niewielki spadek wydajności w upalne dni, co ma szczególne znaczenie w przypadku instalacji dachowych, które zazwyczaj nie są optymalnie wentylowane. Dlatego też, mikroinstalacje fotowoltaiczne montowane na dachach powinny być oparte o panele cienkowarstwowe, najlepiej CIGS zamiast CdTe lub z krzemu amorficznego.

h) Wystrzeżenie się modułów z krzemu amorficznego

Modułom z krzemu amorficznego można przypisać przede wszystkim jedną zaletę, jaką jest niska cena. To głównie ona zachęca inwestorów do ich stosowania. Natomiast pozostałe właściwości tych elementów są często pomijane, co stanowi spory błąd. Główną słabością modułów z krzemu amorficznego jest ich niska sprawność, która jednoznacznie przekłada się na wysoki koszt montażu oraz konieczność przeznaczania dużej powierzchni montażowej pod inwestycję. Kolejnym uchybieniem jest bardzo niski prąd pracy. W praktyce problem ten rozwiązuje się poprzez wykonywanie licznych

połączeń równoległych, lecz niesie to ze sobą konieczność odpowiedniego zabezpieczania każdego łańcucha modułów diodami blokującymi lub bezpiecznikami [2]. Dodać do tego należy często występujący problem korozji warstwy TCO, co wymaga stosowania, we współpracy z nimi, drogich falowników transformatorowych. Ponadto moduły z krzemu amorficznego posiadają niską wydajność, a tym samym uzysk z zainstalowanej mocy jest znacznie niższy niż w analogicznych instalacjach opartych o moduły CIGS lub krzem krystaliczny. Wszystkie powyższe cechy sprawiają, że fotowoltaika tego typu nie jest dobrym wyborem w mikroinstalacji.

5. WNIOSKI

Potencjalny inwestor, przystępując do wyboru rodzaju modułu fotowoltaicznego, swoją decyzję powinien opierać nie tylko na parametrach podstawowych modułów fotowoltaicznych, ale również na gruntownej analizie wszystkich pozostałych właściwości zdefiniowanych w notach katalogowych. Uwzględniając ponadto praktyczne uwagi, dotyczące prawidłowego wyboru modułów PV, ryzyko związane z inwestycją zostaje zmniejszone do minimum. Wnikliwa analiza rynku, przez pryzmat zamieszczonych w niniejszej pracy uwag, pozwala zawęzić wybór paneli dla mikroinstalacji do układów mono lub polikrystalicznych o mocach nieco niższych od układów przemysłowych tj. 190-220 Wp (60 ogniw 5") lub modułów CIGS o mocach 130 Wp lub większych przy sprawności powyżej 12%.

LITERATURA

- [1] Głuchy D., KurzD., Trzmiel G.: Selection criteria for photovoltaic module types. CPEE - 15th International Workshop "Computational Problems of Electrical Engineering", 2014.
- [2] Szymański B., Instalacje fotowoltaiczne, GlobEnergia, Kraków, 2014.
- [3] Dz.U. 2013 poz. 984 „o zmianie ustawy – Prawo energetyczne”.
- [4] Normy z energetyki słonecznej PN-EN 61730-1:2007, PN-EN 61215:2002, PN-EN 61646:2002.
- [5] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis>, 12.01.2015.

SELECTION CRITERIA FOR MICROINSTALLATIONS PHOTOVOLTAIC MODULES

The paper presents the problem of proper selection of photovoltaic modules. The normative definition of micro-installations of photovoltaic was reviewed. Attention was drawn to the criteria used by investors in the planning PV installation of any power. Described their use and suitability for micro-installations. Identified a number of practical remarks, which compliance will maximize performance for systems with the smallest power.