

# SŁOWNIK FOTOWOLTAIKI

## UWAGI OGÓLNE

Poniższe opracowanie oparte jest o IEC 61836 - Solar Photovoltaic Energy Systems. Terms and Symbols

- terminy "PV" i "fotowoltaika" mogą być czytane i używane zamiennie, są powszechnie stosowane
- często używane są nieprawidłowe określenia fotowoltanika lub fotowoltaniczny, powstałe ze skojarzenia ze znanym powszechnie słowem **galwaniczny** (wg Słownika Wyrazów Obcych I. techn. «związany z powlekaniami wyrobów metalowych innym metalem za pomocą elektrolizy, powstały w wyniku tego procesu»
- 2. fiz. ogniwo galwaniczne** «źródło stałego prądu elektrycznego, w którym energia elektryczna wyzwała się w wyniku reakcji elektrochemicznych».
- można używać wyrażenia „**kollektor fotowoltaiczny**”; nie należy go jednak mylić z terminem „kollektor słoneczny”, które jest urządzeniem przetwarzającym energię słoneczną w sposób bierny i służący do podgrzewania wody.
- wyrażenie „**panel PV**” jest stosowane zamiennie z wyrażeniem „**moduł PV**”.
- w żadnym wypadku **nie należy nazywać** modułów fotowoltaicznych *solarami*.
- należy używać wyrażenia „**system fotowoltaiczny**”, a nie „**instalacja fotowoltaiczna**”
- należy używać frazy „**elektrownie fotowoltaiczne**” lub „**systemy fotowoltaiczne**”, a nie „**farmy słoneczne/fotowoltaiczne**” lub „**elektrownie ogniw fotowoltaicznych**”,
- "WP" nie jest zalecaną jednostką dla mocy znamionowej, np. poprawna terminologia to "moc znamionowa modułu wynosi 50 W", a nie "moc modułu wynosi 50 WP"

## AUTOR



dr inż.  
**Tadeusz Żdanowicz**

Politechnika Wroclawska, Polskie  
Towarzystwo Fotowoltaiki,  
Przewodniczący KT54

## AUTOR



dr inż.  
**Stanisław M.  
Pietruszko**

Politechnika Warszawska, Polskie  
Towarzystwo Fotowoltaiki; Zastępca  
Przewodniczącego KT54

Nazwy „fotowoltaiczny” po raz pierwszy formalnie użył A. Einstein w pracy z 1905 roku, wydanej w czasopiśmie *Annalen der Physik* pod tytułem „*On a Heuristic Viewpoint Concerning the Production and Transformation of Light*”. Wytłumaczył on efekt fotoelektryczny zewnętrzny jako emisję elektronów z powierzchni metalu poprzez wykonanie przez nie pracy wyjścia pod wpływem padającego promieniowania korpuskularnego o odpowiedniej długości fali. Odkryty w 1839 roku przez A. E. Becquerela efekt zwany zjawiskiem fotoelektrycznym wewnętrznym, polegający na wzbudzeniu elektronów z pasma walencyjnego do pasma przewodnictwa w półprzewodniku pod wpływem absorpcji promieniowania korpuskularnego, Einstein nazwał **efektem fotowoltaicznym** ze względu na możliwość powstania różnicy potencjałów na złączu p-n (lub innej barierze potencjału) w półprzewodniku. Za tą pracę otrzymał on nagrodę Nobla w 1921 roku.

Fotowoltaika jest więc działem nauki i techniki zajmującym się badaniem procesu bezpośredniego przetwarzania energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Przymiotnik fotowoltaiczny jest połączeniem przedrostka foto- (wg Słownika Wyrazów Obcych «pierwszy człon wyrazów złożonych wskazujący na ich związek znaczeniowy ze światłem, np. fotodetektor, fotochromia» <od gr. phōs phōtós światło>), i przymiotnika -voltaiczny utworzonego słowa od volt (wolt) (fiz. «jednostka napięcia elektrycznego, potencjału elektrycznego lub siły elektromotorycznej (symbol - V) <od nazwiska A. Volta, 1745–1827, fizyk włoski>). Przymiotnik fotowoltaiczny znaczy więc "światło-napięcie elektryczne lub elektryczność".

## WIELKOŚCI FIZYCZNE

<b>optyczna masa atmosfery AM</b>	(ang. <i>airmass</i> )	długość drogi poprzez atmosferę ziemską pokonywana przez wiązkę optyczną bezpośredniego promieniowania słonecznego, wyrażona jako wielokrotność drogi pokonywanej do punktu na poziomie morza, przy słońcu w zenicie.
<b>napromieniowanie, globalne</b>	(ang. <i>global irradiation</i> )	globalne natężenie promieniowania scałkowane w określonym przedziale czasu. Jednostka: J/m <sup>2</sup> .
<b>natężenie promieniowania</b>	(ang. <i>irradiance</i> )	moc promieniowania padającego na jednostkę natężenie promieniowania G pola powierzchni. Jednostka: W/m <sup>2</sup>
<b>natężenie promieniowania, globalne</b>	(ang. <i>global irradiance</i> )	całkowita moc promieniowania padająca na jednostkę pola powierzchni poziomej = natężenie promieniowania bezpośredniego w płaszczyźnie poziomej + natężenie promieniowania rozproszonego w płaszczyźnie poziomej. Jednostka: W/m <sup>2</sup> .
<b>współczynnik wypełnienia FF</b>	(ang. <i>fill factor</i> )	stosunek mocy maksymalnej do iloczynu napięcia obwodu otwartego i prądu zwarcowego.

**ROZWIĄZANIA MATERIAŁOWE**

<b>krzem</b>	<b>(ang. silicon, symbol Si)</b>	pierwiastek chemiczny z grupy półmetali, o masie atomowej 14, szeroko stosowany jako materiał <i>półprzewodnikowy</i> , jest składnikiem piasku i kwarcu w postaci monotlenku SiO lub dwutlenku krzemu SiO <sub>2</sub> (krzemionka); materiał najpowszechniej stosowany w mikroelektronice i ogniwach PV.
<b>krzem krystaliczny</b>	<b>(ang. crystalline silicon lub single crystalline silicon, symbol c-Si)</b>	materiał wykazujący strukturę krystaliczną (czyli wysoce uporządkowaną sieć atomów krzemu).
<b>krzem multikrystaliczny</b>	<b>(ang. multicrystalline silicon, symbol mc-Si)</b>	prostokątne bryły krzemu, otrzymane w procesie odlewania (ang. casting) roztopionego krzemu, o dużych ziarnach krystalicznych o wielkości od 1 mm do 10 mm).
<b>płytki krzemowa</b>	<b>(ang. wafer)</b>	płytki krzemowa z krzemu mono- lub multikrystalicznego, będąca podstawą wytwarzania układów scalonych w mikroelektronice, jak również krystalicznych ogniw PV.

**ROZWIĄZANIA TECHNICZNE**

<b>cienkowarstwowe ogniwa fotowoltaiczne</b>	<b>(ang. thin film photovoltaic cell)</b>	ogniwa fotowoltaiczne składające się z cienkich warstw półprzewodnika o grubości rzędu pojedynczych mikrometrów nanoszonych na mechanicznie stabilne podłoża, takie jak np. szkło, folia plastikowa lub metalowa.
<b>CSP</b>	<b>(ang. Concentrated Solar Power)</b>	Ciepłota Elektrownia Słoneczna. Źródłem energii elektrycznej jest energia promieniowania słonecznego, która jest, skupiana przez paraboliczne lustro na wieży z kotłem lub na rurach z płynem, zazwyczaj olejem syntetycznym. Zestaw luster umieszczony jest na trackerach śledzących ruch Słońca.
<b>falownik</b>	<b>(ang. inverter)</b>	urządzenie, które zamienia wejściowy prąd stały na wyjściowy prąd przemienny.
<b>hybrydowy system fotowoltaiczny</b>	<b>(ang hybrid photovoltaic system)</b>	
<b>konstrukcja nośna</b>	<b>(ang. support structure)</b>	struktura, na której są zamocowane moduły fotowoltaiczne, panele lub grupy modułów.
<b>moduł fotowoltaiczny</b>	<b>(ang. photovoltaic module)</b>	kompletny i zabezpieczony przed wpływem środowiska zestaw połączonych ogniw fotowoltaicznych.
<b>ogniwo fotowoltaiczne lub słoneczne</b>	<b>(ang. photovoltaic or solar cell)</b>	podstawowy element fotowoltaiczny (PV) generujący energię elektryczną gdy jest wystawiony na działanie światła słonecznego lub sztucznego.
<b>ogniwa fotowoltaiczne na bazie związków chemicznych</b>	<b>(ang. compound semiconductor photovoltaic cell)</b>	ogniwa fotowoltaiczne składające się z różnych związków chemicznych takich jak np. GaAs (III – V grupa), CdS/CdTe (II-VI grupa), CdS/CuInSe <sub>2</sub> , etc. Ogniwa te stosowane są z koncentratorem promieniowania - CPV, (ang. <i>concentrator photovoltaic cell</i> - CPV), nie mylić z CSP (ang. <i>Concentrated Solar Power</i> ).
<b>ogniwo fotowoltaiczne uczulane barwnikiem lub krócej ogniwo barwnikowe</b>	<b>(ang. dye-sensitized photovoltaic cell)</b>	przyrząd fotoelektrochemiczny wykorzystujący do konwersji fotowoltaicznej cząstki organicznego barwnika osadzone w matrycy nieorganicznego dwutlenku tytanu (TiO <sub>2</sub> ), składa się z dwóch elektrod i elektrolitu umożliwiającego transport nośników prądu.
<b>organiczne ogniwa fotowoltaiczne</b>	<b>(ang. organic photovoltaic cell)</b>	ogniwa wykonane z polimerowych lub innych materiałów organicznych.
<b>panel</b>	<b>(ang. panel)</b>	zestaw umocowanych, wzajemnie połączonych modułów, wstępnie zmontowanych i okablowanych, przewidzianych jako elementy możliwe do montowania w sekcji pola modułów lub w polu modułów.

<b>pole modułów</b>	<b>(ang. array)</b>	mechanicznie zintegrowany zespół modułów lub paneli łącznie z konstrukcją nośną ale bez fundamentu, aparatury nadążnej, urządzenia do kontroli termicznej oraz innych podobnych elementów, stanowiący urządzenie do przetwarzania energii promieniowania słonecznego na energię prądu stałego.
<b>sprawność falownika</b>	<b>(ang. inverter efficiency)</b>	stosunek skutecznej elektrycznej mocy wyjściowej prądu przemiennego falownika do elektrycznej mocy wejściowej prądu stałego.
<b>system fotowoltaiczny podłączony do sieci</b>	<b>(ang. grid-connected photovoltaic system)</b>	
<b>system wyspowy</b>	<b>(ang. island PV system)</b>	stan, w którym część sieci energetycznej zawierająca obciążenie i generator elektryczny, nadal pracuje odizolowana od reszty sieci energetycznej.
<b>złącze półprzewodnikowe lub złącze p-n</b>	<b>(ang. junction of semiconductors or p-n junction)</b>	złącze dwóch półprzewodników o różnych typach przewodnictwa – p i n. W złączu występuje bariera potencjału pomiędzy dwoma półprzewodnikami różniącymi się właściwościami elektrycznymi, lub między strukturą półprzewodnika i warstwą innego typu, charakteryzującą się powstaniem bariery potencjału utrudniającej ruch jednego rodzaju nośników ładunku z jednego obszaru do innego.

## PARAMETRY

<b>charakterystyka prądowo-napięciowa <math>I = f(V)</math></b>	<b>(ang. current-voltage characteristic)</b>	natężenie prądu wyjściowego generatora fotowoltaicznego (PV) jako funkcja napięcia wyjściowego w określonej temperaturze i natężeniu promieniowania.
<b>moc maksymalna <math>P_{max}</math></b>	<b>(ang. maximum power)</b>	określona wartość mocy wyjściowej generatora fotowoltaicznego (PV) w standardowych warunkach testowania STC.
<b>napięcie dla punktu mocy maksymalnej <math>V_{Pmax}</math></b>	<b>(ang. maximum power voltage)</b>	wartość napięcia odpowiadająca mocy maksymalnej. Jednostka: V.
<b>napięcie obwodu otwartego <math>V_{oc}</math></b>	<b>(ang. open-circuit voltage)</b>	napięcie na końcówkach nieobciążonego (otwartego) generatora fotowoltaicznego (PV) w określonej temperaturze i natężeniu promieniowania. Jednostka: V
<b>prąd w punkcie mocy maksymalnej <math>I_{Pmax}</math></b>	<b>(ang. maximum power current)</b>	natężenie prądu odpowiadające mocy maksymalnej. Jednostka: A.
<b>prąd zwarciaowy <math>I_{sc}</math></b>	<b>(ang. short-circuit current)</b>	natężenie prądu wyjściowego generatora fotowoltaicznego (PV) w warunkach zwarcia, w określonej temperaturze i w określonym natężeniu promieniowania. Jednostka: A.
<b>sprawność zamiany promieniowania świetlnego na energię elektryczną</b>	<b>(ang. conversion efficiency)</b>	stosunek mocy generowanej przez element fotowoltaiczny na jednostkę powierzchni do padającego promieniowania świetlnego w standardowych warunkach testowania (ang. <i>Standard Test Conditions</i> , STC). Jednostka: bezwymiarowa, zazwyczaj wyrażana w procentach.
<b>standardowe warunki testowania</b>	<b>(ang. standard test conditions, STC)</b>	odnoszą się do wartości natężenia promieniowania w płaszczyźnie elementu mierzonego ( $1000 \text{ W/m}^2$ ), optyczna masa atmosfery dla widma słonecznego odniesienia ( $AM = 1.5G$ ), temperatura modułu $25^\circ\text{C}$ .
<b>warunki testu odbiorczego</b>	<b>(ang. acceptance test conditions)</b>	wartości odniesienia dla temperatury otoczenia, natężenia promieniowania oraz rozkładu widma promieniowania w płaszczyźnie kolektora fotowoltaicznego (PV) określane dla ustalenia jego mocy.
<b>zainstalowana moc</b>	<b>(ang. installed capacity)</b>	znamionowa całkowita moc generatora PV w systemie fotowoltaicznym.
<b>znamionowa temperatura robocza ogniwa NOCT</b>	<b>(ang. nominal operating cell temperature)</b>	średnia równowagowa temperatura ogniwa słonecznego w obrębie modułu, w warunkach odniesienia – natężenie napromieniowania $800 \text{ W/m}^2$ , temperatura otaczającego powietrza $20^\circ\text{C}$ , prędkość wiatru $1 \text{ m/s}$ , przy otwartym obwodzie elektrycznym modułu zamontowanego na otwartym stelażu, przy prostopadłym promieniowaniu w słoneczne południe. Jednostka: $^\circ\text{C}$ .