

# ROZWÓJ FOTOWOLTAIKI I INSTRUMENTY WSPARCIA FINANSOWEGO

## THE DEVELOPMENT OF PHOTOVOLTAIC AND FINANCIAL SUPPORT INSTRUMENTS

**J. Bigorajski**

Institut Techniki Ciepłej, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Politechnika Warszawska, Warszawa, Polska

### STRESZCZENIE

W artykule krótko opisano historię rozwoju fotowoltaiki. Artykuł opisuje również różne mechanizmy wsparcia finansowego dla instalacji odnawialnych źródeł energii w tym instalacji PV, ze szczególnym uwzględnieniem ustawy o odnawialnych źródłach energii. Pod uwagę wzięto zarówno środki krajowe z NFOŚiGW (Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej), środki z wojewódzkich funduszy ochrony środowiska jak i środki zagraniczne.

### ABSTRACT

This article briefly describes the history of the development of photovoltaics. The article also describes the different mechanisms of financial support for the installation of renewable energy sources including PV installations, with particular emphasis on the law on renewable energy sources. They were taken into account both national funds from the NFEP&WM (National Fund for Environmental Protection and Water Management) or from voivodeship funds for environmental protection and water management) and foreign funds.

### WPROWADZENIE

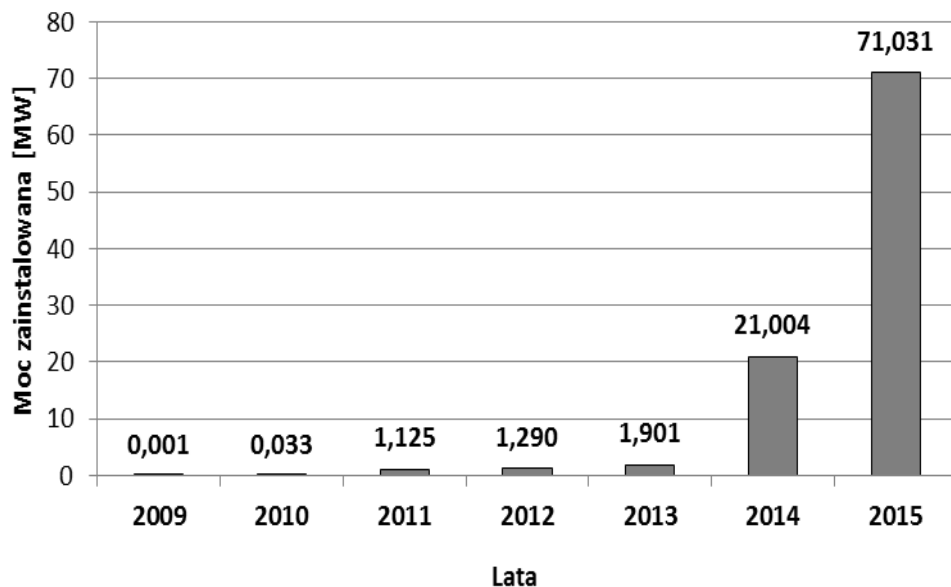
Wielkie scentralizowane systemy elektroenergetyczne oparte głównie na elektrowniach węglowych powoli tracą na znaczeniu. Jest to spowodowane malejącymi zasobami paliw konwencjonalnych, rosnącym zapotrzebowaniem na energię na Ziemi, coraz większą świadomością społeczną oraz coraz większą dbałością o ochronę środowiska. Wszystko to powoduje, że większym zainteresowaniem cieszą się systemy energetyczne oparte na odnawialnych źródłach energii.

Odnawialnym źródłem energii, które ma największy potencjał jest energia promieniowania słonecznego. Słońce wypromieniowuje ogromne ilości energii. W ciągu godziny do Ziemi dociera więcej energii ze Słońca, niż cała ludzkość zużywa w ciągu roku. Są dwa typy konwersji energii promieniowania

słonecznego najczęściej wykorzystywane przez człowieka – konwersja fototermiczna, czyli zamiana energii promieniowania słonecznego na ciepło oraz konwersja fotoelektryczna, czyli zamiana energii promieniowania słonecznego na energię elektryczną. Konwersja fotoelektryczna zachodząca w ogniwach fotowoltaicznych jest obecnie jednym z najbardziej perspektywicznych sposobów wykorzystania energii promieniowania słonecznego.

### HISTORIA I ROZWÓJ FOTOWOLTAIKI

Historia ogniw fotowoltaicznych rozpoczęła się w 1839 roku, kiedy to francuski fizyk Alexandre Edmond Becquerel po raz pierwszy przez przypadek zaobserwował, efekt fotowoltaiczny [Klugmann-Radziemska E.: *Fotowoltaika w teorii i praktyce*, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2010]. Prowadził on eksperymenty dotyczące przewodności elektrolitu i zaobserwował, że w obwodzie dwóch oświetlonych elektrod (Cl – Ag) zanurzonych w elektrolicie natężenie prądu wzrasta gdy elektrody są oświetlone. Nie potrafił on jednak do końca wyjaśnić i opisać tego zjawiska. Dopiero w 1905 roku Albert Einstein wykorzystując teorię kwantów Maxa Plancka dokonał pełnego opisu efektu fotowoltaicznego, za co w 1921 roku otrzymał nagrodę Nobla. Bazując na odkryciach swoich poprzedników inny uczony, Russel Ohl w 1941 roku skonstruował pierwsze krzemowe ogniwo ze złączem p-n. Ogromny wpływ na rozwój krzemowych ogniw fotowoltaicznych miała metoda produkcji kryształów krzemu o wysokiej czystości, która została opracowana przez polskiego chemika związanego z Politechniką Warszawską - Jana Czochrańskiego [Lewandowski W.M.: *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2012]. Polski uczony opracował tą metodę na przełomie lat czterdziestych i pięćdziesiątych XX w. [Lewandowski W.M.: *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2012].



Rys. 1. Przyrost mocy zainstalowanej fotowoltaiki w Polsce, stan na dzień 31.12.2015  
wg: <http://www.ure.gov.pl>

Pierwszym poważnym zastosowaniem ogniw fotowoltaicznych było zasilanie satelitów okołozemskich. W 1958 roku w ogniu fotowoltaiczne wyposażony został satelita okołozemski Vanguard I, zainstalowano w nim moduły fotowoltaiczne składające się z 6 ogniw fotowoltaicznych, które dostarczały 5 W mocy elektrycznej [Klugmann-Radziemska E.: *Fotowoltaika w teorii i praktyce*, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2010]. Zapotrzebowanie na źródła energii o niewielkiej masie i dużej niezawodności dla zastosowań kosmicznych było siłą napędową rozwoju technologii fotowoltaicznej w jej początkowym okresie. Dopiero w latach sześćdziesiątych postęp techniczny pozwolił na wykorzystywanie ogniw fotowoltaicznych w zastosowaniach komercyjnych [Pietruszko S.M.: *Fotowoltaika - słoneczna energia elektryczna*, Polska Energetyka Słoneczna nr 1/2003].

Ciągły rozwój fotowoltaiki pozwala na osiąganie coraz wyższych sprawności oraz coraz niższych kosztów inwestycyjnych, dzięki czemu liczba zainstalowanych systemów fotowoltaicznych stale rośnie. Biorąc pod uwagę dotychczasowy przyrost mocy zainstalowanej w fotowoltaice na świecie szacuje się, że w 2050 roku będzie ona stanowić około 11% światowej produkcji energii elektrycznej [Technology Roadmap Solar photovoltaic energy, IEA International Energy Agency]. Również w Polsce zaobserwować można znaczący przyrost mocy zainstalowanej w fotowoltaice w ostatnich latach. Na rysunku 1 przedstawiono wzrost mocy zainstalowanej w fotowoltaice w Polsce w latach od 2009 do 2015. Tylko w 2015 roku zainstalowane zostało ponad 50 MW instalacji fotowoltaicznych.

Pomimo stosunkowo szybkiego rozwoju w ostatnich kilku latach, fotowoltaika w Polsce nadal

nie osiągnęła tzw. grid parity, czyli stanu w którym energia elektryczna z fotowoltaiki mogłaby być dostarczana po koszcie uśrednionym mniejszym albo równym kosztowi nabycia energii z sieci elektroenergetycznej. Wobec tego do dalszego rozwoju fotowoltaiki niezbędne są instrumenty wsparcia finansowego.

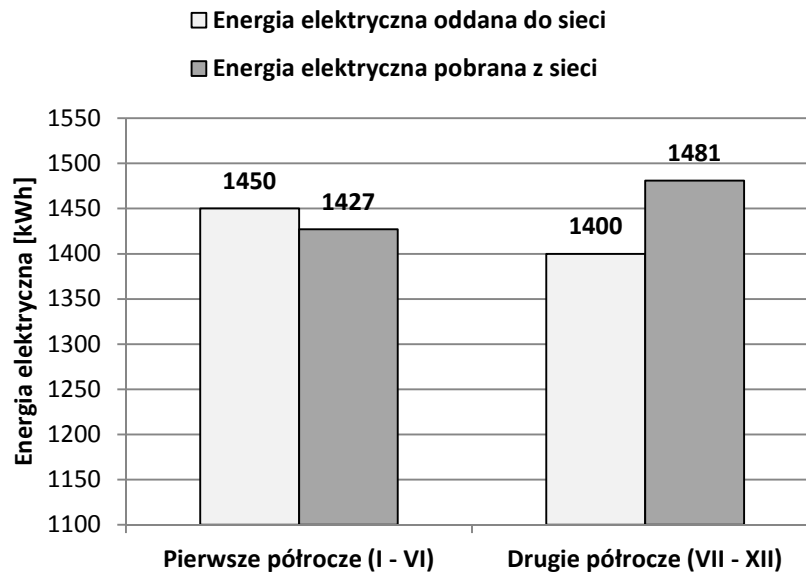
## INSTRUMENTY WSPARCIA FINANSOWEGO

### Ustawa o odnawialnych źródłach energii

Dokumentem, który wiele zmienił w obszarze finansowania instalacji fotowoltaicznych w Polsce jest ustawa o odnawialnych źródłach energii, która została uchwalona 20 lutego 2015 roku. Jednym z mechanizmów wsparcia mikroinstalacji OZE, który wprowadziła ustawa (od 1 stycznia 2016) jest bilansowanie półroczne energii (ang. net metering). Półroczne bilansowanie energii polega on na tym, że w okresach półrocznych nastąpi rozliczenie (zbilansowanie) ilości energii elektrycznej wyprodukowanej i wprowadzonej do sieci elektroenergetycznej przez właściciela mikroinstalacji oraz energii pobranej przez niego z sieci elektroenergetycznej. Przykład liczbowy został zaprezentowany na rysunku 2.

Z rysunku 2 wynika, że w pierwszym półroczu więcej energii zostało oddane do sieci. W tym przypadku za energię pobraną z sieci nie zapłacimy nic i dodatkowo uzyskamy zapłatę za 23 kWh oddane do sieci - niezbilansowana nadwyżka energii oddanej do sieci: (1450 kWh – 1427 kWh = 23 kWh).

W przypadku drugiego półrocza sytuacja jest inna. Więcej energii zostało pobrane niż oddane do sieci. W tym przypadku właściciel instalacji



Rys. 2. Bilansowanie półroczne energii elektrycznej oddanej i pobranej z sieci

będzie zobowiązany do zapłaty za różnicę wynoszącą 81 kWh – niezbilansowana część energii elektrycznej pobranej z sieci:

(1400 kWh – 1481 kWh = - 81 kWh).

Należy jednak pamiętać, że koszt energii elektrycznej, pobieranej z sieci elektroenergetycznej składa się z kosztu samej energii elektrycznej, podatku VAT, akcyzy podatków i opłat lokalnych, kosztów własnych spółki dystrybucyjnej, marży spółki dystrybucyjnej oraz kosztów zakupu usług przesyłowych. Niestety bilansowanie półroczne energii dotyczy wyłącznie kosztów samej energii elektrycznej (pozostałe koszty nie ulegają bilansowaniu). Oznacza to, że w przykładzie z rysunku 2, zbilansowaniu ulega jedynie koszt samej energii elektrycznej, natomiast właściciel instalacji nadal pozostaje zobowiązany do uregulowania pozostałych kosztów związanych z pobieraniem energii elektrycznej z sieci.

Kolejnym mechanizmem wsparcia, który ma wprowadzić ustawa o OZE są taryfy gwarantowane (ang. feed in tariff). Mechanizm ten z zgodnie z nowelizacją ustawy o OZE z dnia 29 grudnia 2015 roku ma zacząć obowiązywać od 1 lipca 2016 roku. Mechanizm taryf gwarantowanych wprowadzi stałe ceny energii elektrycznej dla właścicieli mikroinstalacji OZE, którzy wprowadzają nadwyżki energii elektrycznej do sieci. W przypadku instalacji fotowoltaicznych taryfy gwarantowane dla instalacji o mocy do 3 kWp włącznie mają wynosić 0,75 PLN/kWh, a dla mocy od 3 do 10 kWp włącznie 0,65 PLN/kWh.

Warto zwrócić uwagę, że system bilansowania półrocznego energii będzie obowiązywał wszystkie mikroinstalacje fotowoltaiczne, również te, których właściciele będą w przyszłości korzystać z taryf gwarantowanych. Oznacza to że, dla przykładu z rysunku 2 właściciel mikroinstalacji fotowoltaicznej taryfę gwarantowaną otrzyma tylko za pierwsze półrocze i tylko za 23 kWh (czyli za niezbilansowaną nadwyżkę energii elektrycznej oddanej do sieci). Za drugie półrocze nie otrzyma taryf gwarantowanych

ponieważ cała oddana do sieci energia elektryczna została zbilansowana.

Opisany mechanizm bilansowania półrocznego energii obowiązuje dla mikroinstalacji OZE, czyli dla instalacji o mocy do 40 kWp włącznie, z kolei taryfy gwarantowane będą obowiązywać dla instalacji OZE o mocy do 10 kWp włącznie. Dla większych instalacji (powyżej 40 kW) ustawa o OZE w miejsce zielonych certyfikatów wprowadza system aukcyjny. Przedmiotem aukcji będzie określona przez Prezesa URE ilość wyprodukowanej w instalacji OZE energii elektrycznej. Aukcję wygrają podmioty, które zaoferują, że będą dostarczać energię elektryczną po najniższych cenach (aukcja holenderska). Podmioty, które wygrać aukcję będą miały zagwarantowaną cenę energii elektrycznej na 15 lat.

#### Program priorytetowy NFOŚiGW „Prosument”

Program priorytetowy Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej o nazwie „Prosument” dotyczy wsparcia mikroinstalacji OZE dla osób fizycznych, wspólnot lub spółdzielni mieszkaniowych. Program ten jest wdrażany trzema ścieżkami: poprzez banki, poprzez samorządy oraz poprzez Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. W ramach programu przewidziane jest finansowanie odnawialnych źródeł energii elektrycznej (w tym fotowoltaiki) o mocy do 40 kW lub źródeł ciepła o mocy do 300 kW. W ramach programu można skorzystać z kredytu preferencyjnego oprocentowanego na poziomie 1% oraz z dofinansowania na poziomie 40% dla źródeł energii elektrycznej i 20% dla źródeł ciepła. W przypadku korzystania z programu poprzez banki, dodatkowo pobierana jest prowizja 3% od kwoty udzielonego kredytu w pierwszym roku i 1,5% od kwoty kredytu pozostałej od spłaty w kolejnych latach kredytowania. Od kwoty dotacji nie jest pobierana przez banki żadna dodatkowa opłata. Beneficjent jest jednak zobowiązany do odprowadzenia podatku dochodowego od kwoty dotacji.

Z zasady zakazu podwójnego finansowania wynika, że nie można łączyć dofinansowania w ramach programu „Prosument” z korzystaniem z taryf gwarantowanych. Oznacza to, że inwestorzy, którzy skorzystali już z programu „Prosument” nie będą mogli w przyszłości skorzystać z taryf gwarantowanych. Z kolei osoby, które wybudują mikroinstalację OZE w przyszłości, już po wejściu w życie taryf gwarantowanych, będą zobowiązane do wyboru jednego z systemów wsparcia – tzn. program „Prosument” lub taryfy gwarantowane.

### Finansowanie z WFOŚiGW

Nie tylko NFOŚiGW, ale również Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oferują finansowanie instalacji fotowoltaicznych. W zależności od województwa w ofercie dostępne jest preferencyjne finansowanie z dopłatami do kapitału lub z dopłatami do odsetek. Kredyty przy współpracy z WFOŚiGW dają możliwość finansowania do 90% kosztów inwestycji. Okres kredytowania wynosi do 12 lat, a dopłata do kapitału może wynieść do 40%. Szczegóły oferty uzależnione są od województwa w którym realizowana będzie inwestycja.



Rys. 3. Instalacje fotowoltaiczne zintegrowane z dachem budynku - widok ogólny, Freiburg (Niemcy)

### Program priorytetowy NFOŚiGW „Bocian”

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej przygotował również program umożliwiający finansowanie instalacji OZE skierowany do przedsiębiorców. W ramach programu priorytetowego "Bocian" przedsiębiorcy mogą uzyskać pożyczkę na instalację fotowoltaiczną o mocy od 40 kWp do 1 MWp włącznie. Pożyczka może zostać zaciągnięta maksymalnie na 85% kosztów kwalifikowanych realizowanego przedsięwzięcia (maksymalnie 40 mln PLN), na okres maksymalnie 15 lat. W przypadku finansowania preferencyjnego oprocentowanie pożyczki wynosi WIBOR 3M, nie mniej niż 2% w skali roku. Wnioski można składać bezpośrednio do NFOŚiGW, nabór wniosków odbywa się w trybie ciągłym.

### Program priorytetowy NFOŚiGW „Poprawa efektywności energetycznej. Inwestycje energooszczędne w małych i średnich przedsiębiorstwach”

Głównym celem tego programu jest ograniczenie zużycia energii w wyniku realizacji inwestycji w zakresie efektywności energetycznej i zastosowania odnawialnych źródeł energii w sektorze małych i średnich przedsiębiorstw. Wysokość kredytu z dotacją wynosi do 100% kosztów kwalifikowanych przedsięwzięcia. Beneficjenci programu mogą otrzymać do 15% dotacji na realizowane przedsięwzięcie.

Maksymalna kwota kredytu w ramach tego programu wynosi 1 mln EUR. Wnioski można składać do 31 grudnia 2016 roku.



Rys. 4. Instalacja fotowoltaiczna zintegrowana z dachem budynku, Freiburg, Niemcy

Niestety w ramach programu sfinansować można tylko instalacje fotowoltaiczne zintegrowane z budynkiem, czyli takie, w których moduły fotowoltaiczne zastępują dany element budynku np. dach, obudowę fasady itp. (przykład instalacji zintegrowanej z dachem budynku zaprezentowany został na rysunkach 3 i 4). Biorąc pod uwagę, że w Polsce instalacje fotowoltaiczne zintegrowane z budynkiem stanowią niewielką część wszystkich instalacji fotowoltaicznych jest to dość znaczące ograniczenie możliwości finansowania.

## WNIOSKI

Fotowoltaika jest jedną z najszybciej rozwijających się technologii energetycznych. Mimo znaczącego przyrostu mocy zainstalowanej w ostatnich latach w Polsce technologia ta nadal potrzebuje mechanizmów wsparcia finansowego.

Na rynku dostępnych jest wiele możliwości finansowania tego typu przedsięwzięć, zarówno kredyty z dopłatami do odsetek jak i z dopłatami do kapitału. Wybór konkretnego sposobu finansowania uzależniony jest od rodzaju beneficjenta oraz mocy zainstalowanej instalacji fotowoltaicznej.

## LITERATURA

Chmielniak T.: *Technologie energetyczne*, WNT, Warszawa 2008

Chwieduk D.: *Energetyka Słoneczna Budynku*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2011

IEA International Energy Agency: *2014 Snapshot of Global PV Markets*, Photovoltaic Power Systems Programme, Report IEA PVPS T1-26:2015

Klugmann-Radziemska E.: *Fotowoltaika w teorii i praktyce*, Wydawnictwo BTC, Legionowo 2010

Lewandowski W.M.: *Proekologiczne odnawialne źródła energii*, Wydawnictwo WNT, Warszawa 2012

Pietruszko S.M.: *Fotowoltaika - słoneczna energia elektryczna*, Polska Energetyka Słoneczna nr 1/2003

Pluta Z.: *Słoneczne instalacje energetyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2008

*Technology Roadmap Solar photovoltaic energy*, IEA  
International Energy Agency, październik 2010

Program priorytetowy „*Poprawa efektywności energetycznej. Inwestycje energooszczędne w małych i średnich przedsiębiorstwach*”

Program priorytetowy „*Wspieranie rozproszonych, odnawialnych źródeł energii. Bocian – rozproszone, odnawialne źródła energii*”

Program priorytetowy „*Wspieranie rozproszonych, odnawialnych źródeł energii. Prosument - linia dofinansowania z przeznaczeniem na zakup i montaż mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii*”

<http://www.ure.gov.pl>, (z dnia 26.02.2016)

<https://www.nfosigw.gov.pl>, (z dnia 27.02.2016)

Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii z późniejszymi zmianami