



Mariusz TRELA\*, Anna DUBEL\*

## Porównanie systemów wsparcia odnawialnych źródeł energii w Polsce: zielone certyfikaty vs system aukcyjny, na przykładzie instalacji PV

**STRESZCZENIE:** Artykuł przedstawia zmiany w polskim prawie dotyczącym odnawialnych źródeł energii w 2016 roku w stosunku do dużych instalacji komercyjnych oraz wpływ tych zmian na opłacalność inwestowania w technologie energetyki odnawialnej ze szczególnym uwzględnieniem energii słonecznej. Porównano dwa systemy wsparcia: oparty na zielonych certyfikatach oraz system aukcyjny. Omówiono w szczególności mechanizm ustalania ceny w systemie aukcyjnym i jego wpływ na opłacalność inwestowania w technologie fotowoltaiczne. Zaprezentowano dyskusję wyników w świetle rozwiązań praktykowanych w innych państwach. Wnioski dotyczą wpływu planowanych zmian na rozwój sektora odnawialnej energii w Polsce.

**SŁOWA KLUCZOWE:** odnawiane źródła energii, systemy wsparcia, zielone certyfikaty, system aukcyjny

### Wprowadzenie

Polityka energetyczna i klimatyczna Unii Europejskiej wspierają rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE), aby osiągnąć cele zakładane w strategii „Europa 2020”, pakiecie klimatycz-

---

\* Dr inż. – AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

no-energetycznym UE do 2020 roku i w przyjętym w 2014 roku przez państwa członkowskie UE dokumencie Ramy polityki w zakresie klimatu i energii do 2030 roku, do których należą:

- ◆ dwudziestoprocentowe ograniczenie emisji gazów cieplarnianych do 2020 roku i co najmniej czterdziestoprocentowe do 2030 roku w stosunku do poziomu emisji z 1990 roku,
- ◆ dwudziestoprocentowy udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii w UE do 2020 roku i 27-procentowy do 2030 roku,
- ◆ dwudziestoprocentowa poprawa efektywności energetycznej do 2020 roku i przynajmniej 27% oszczędności energii do 2030 roku, w porównaniu do scenariusza bazowego.

Poziom realizacji wspomnianych celów, jak również instrumenty wsparcia dla ich osiągnięcia są zróżnicowane w państwach członkowskich UE. Przykładowo planowany do 2020 roku udział energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii mieści się w zakresie od 10% w przypadku Malty, do 49% w Szwecji. Obok dowolności w stosowaniu instrumentów na poziomie krajowym projektowane są również instrumenty na szczeblu UE odpowiadające na aktualne problemy (Giacomarra i Bono 2015) i integrujące wysiłki różnych sektorów na rzecz osiągnięcia założonych celów. Przykładem może być zintegrowany instrument wspierający inwestycje w zakresie priorytetowej infrastruktury UE w dziedzinie transportu, energetyki i telekomunikacji – „Łącząc Europę” (Komisja Europejska 2011). W zakresie rozwoju energetyki ze źródeł odnawialnych z powodzeniem najczęściej wykorzystywane na świecie są następujące systemy: aukcyjne (ang. *RES auctions schemes, demand auctions, procurement auctions*), taryf gwarantowanych (ang. *Feed-in Tariff scheme – FiT*), świadectw pochodzenia zielonych certyfikatów (ang. *Tradable Green Certificates – TGCs*) (Kylili i Fikaides 2015).

Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu w swoim najnowszym raporcie (IPCC 2014) podkreśla znaczenie OZE w zapobieganiu zmianom klimatycznym i wzywa do podejmowania jak najszybciej efektywnych społecznie inwestycji w tym zakresie.

Realizowana polityka energetyczna UE determinuje rozwój polskiej polityki energetycznej (Paska i Surma 2013), której celami od wielu lat są: zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego, wzrost konkurencyjności gospodarki i jej efektywności energetycznej, a także ochrony środowiska (Ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 roku; Paska i Surma 2013; Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku). W zakresie rozwoju wykorzystania OZE Polska stawia sobie za cel „wzrost udziału odnawialnych źródeł energii w finalnym zużyciu energii co najmniej do poziomu 15% w 2020 roku oraz dalszy wzrost tego wskaźnika w latach następnych” (Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku), a w ramach działań na rzecz rozwoju wykorzystania OZE „utrzymanie mechanizmów wsparcia dla producentów energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych, np. poprzez system świadectw pochodzenia” (Polityka Energetyczna Polski do 2030 roku).

Jednym z najbardziej obiecujących odnawialnych źródeł energii jest fotowoltaika, która „w końcu dojrzeje jako główne globalne źródło energii” (Frost & Sullivan 2016). Według raportu przychody z instalacji PV w 2015 roku wyniosły 113,75 mld dolarów i powinny rosnąć o 9,5% rocznie, przy równoczesnym wzroście mocy zainstalowanej o 8,6%. Ponadto, do 2020 roku koszt systemów energetyki solarnej osiągnie na niektórych obszarach tzw. *grid parity*

(aktualny średni koszt wytwarzania energii na danym obszarze). Systemy wsparcia są jednym z kluczowych czynników napędzających rozwój tego rynku.

Sposobów produkcji czystej energii jest bardzo wiele, podobnie jak możliwych zachęt do ich implementacji. Jednak opłacalność farm fotowoltaicznych (Trela i Dubel 2015), jak również ich korzyści środowiskowe (Dubel i Trela 2015) zależą od wielu fizycznych, technicznych i polityczno-ekonomicznych czynników. Badania i analizy (Verde i Paziienza 2016) wskazują, że systemy oparte na mechanizmach rynkowych są bardziej efektywne ekonomicznie ze społecznego punktu widzenia, zwłaszcza jeśli minimalizują efekty dystrybucyjne<sup>1</sup>, niż te oparte na subsydiach, których źródłem są opłaty emisyjne (wg zasady zanieczyszczający płaci) lub wyższe koszty energii (wg zasady użytkownik płaci). Stąd nie tylko bezpośrednio dofinansowanie inwestycji, ale również tworzenie specjalnych rynków, które powodują wzrost opłacalności inwestycji w OZE, jest motorem ich realizacji.

## 1. Cel, zakres i metodyka analizy

W artykule porównano w sposób systematyczny dwa systemy wsparcia: oparty na zielonych certyfikatach oraz system aukcyjny, pod kątem ich wpływu na opłacalność inwestowania w technologie OZE. W tym celu przeanalizowano mechanizm ustalania cen sprzedaży energii elektrycznej wyprodukowanej w odnawialnych źródłach energii w obu systemach, który determinuje możliwości kształtowania się przychodów i ich przewidywalność, co w efekcie wpływa na decyzje inwestycyjne. Wskazano również przykłady i znaczenie rozwiązań, które są stosowane na świecie, a które są oparte na uzyskiwaniu przez producentów zielonych certyfikatów (m.in. Belgia, Dania, Rumunia, Szwecja czy Wielkiej Brytania), taryf gwarantowanych (m.in. Niemcy, Republika Czeska, Grecja, Japonia), czy systemie aukcyjnym (m.in. Wielka Brytania, Brazylia, Chiny). Systemy te cały czas są poddawane modyfikacjom, aby osiągnąć jak najlepsze w danym państwie efekty, zgodnie z założonymi narodowymi celami i krajowymi planami działań dotyczącymi OZE.

## 2. System zielonych certyfikatów vs system aukcyjny

System zielonych certyfikatów został wprowadzony w Polsce w 1 października 2005 roku na podstawie znowelizowanej ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 roku Prawo energetyczne. Zakłada on, że na jednostkę energii elektrycznej (1 kWh) wytworzoną w odnawialnym źródle energii

---

<sup>1</sup> Efekty dystrybucyjne rozumiane jako nierównomierne zmiany w podaży pieniądza.

prezes Urzędu Regulacji Energetyki (URE) wydaje świadectwo pochodzenia, które w momencie zarejestrowania go w systemie ewidencyjnym Rejestru Świadectw Pochodzenia, podlega konwersji na zielony certyfikat. W ten sposób powstają prawa majątkowe, które następnie podlegają obrotowi na Towarowej Gieldzie Energii (TGE SA). Podmioty zobowiązane do wykazania posiadania określonej ilości świadectw pochodzenia energii ze źródeł odnawialnych (m.in. odbiorcy przemysłowi, przedsiębiorstwa energetyczne) mogą nabyć te prawa majątkowe w obrocie giełdowym i przedstawić je do umorzenia prezesowi Urzędu Regulacji Energetyki. W przypadku nieprzedstawienia wymaganej ilości zielonych certyfikatów podmiot taki jest zobowiązany do zapłaty tzw. opłaty zastępczej. Cena tych praw majątkowych w obrocie giełdowym jest uzależniona od wielkości ich podaży, wielkości popytu na nie oraz od wysokości opłaty zastępczej. Państwo nie skupuje certyfikatów, system nie przewiduje ceny minimalnej dla nich, a wysokości opłat zastępczych są corocznie ogłaszane przez prezesa URE. Opłaty zastępcze zasilają Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, który finansuje następnie działania i projekty z tych dziedzin podejmowane przez różne podmioty. Finansuje on przykładowo działania wspierające rozwój aktywności prosumenckiej w zakresie OZE (np. programy Prosument, Bocian, JAWOR).

System aukcyjny w Polsce wprowadzono na podstawie nowelizacji ustawy z dnia 20 lutego 2015 roku o odnawialnych źródłach energii. Zgodnie z jego założeniami producenci energii elektrycznej z odnawialnych źródeł przygotowują ofertę zawierającą cenę za jednostkę wyprodukowanej energii (1 MWh) oraz ilość energii, którą zobowiązują się dostarczyć w okresie kolejnych 15 lat. Zaoferowana cena nie może być wyższa niż cena referencyjna określona dla danego źródła energii w rozporządzeniu ministra gospodarki. Wybrane do dofinansowania zostaną oferty gwarantujące najniższą cenę za jednostkę oferowanej energii.

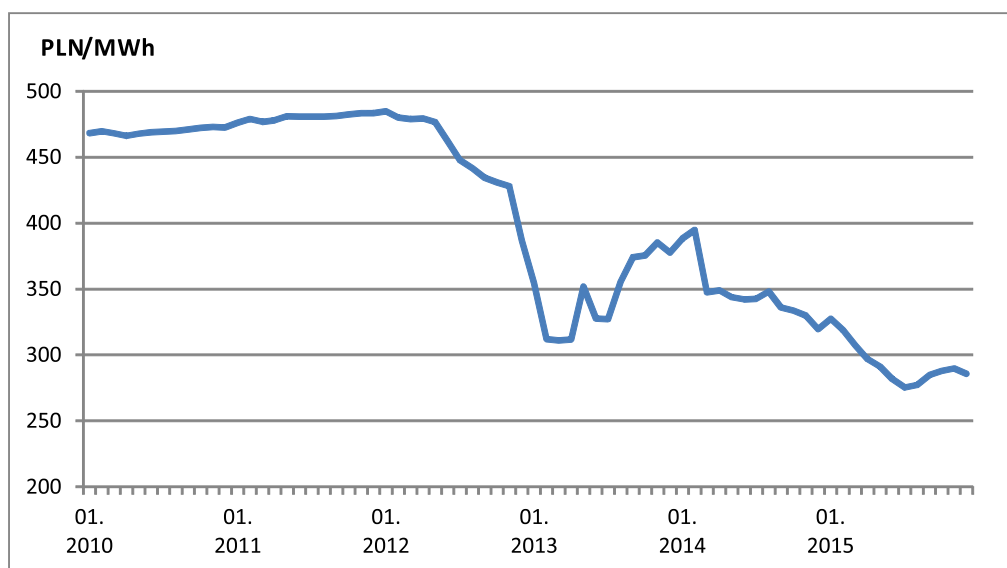
Od momentu rozpoczęcia obowiązywania systemu każda instalacja OZE, która zacznie produkcję energii elektrycznej i jednocześnie jej urządzenia wytwarzające tą energię zostały wyprodukowane nie wcześniej niż 48 miesięcy przed dniem wytworzenia po raz pierwszy energii (72 miesiące w przypadku energetyki wiatrowej na morzu) jest objęta systemem aukcyjnym i nie może brać udziału w systemie zielonych certyfikatów. Właściciele instalacji, które rozpoczęły sprzedaż energii przed tą datą będą mieli prawo dalszego uczestnictwa w rynku zielonych certyfikatów, mogą oni jednak nie skorzystać z tego prawa i uczestniczyć w systemie aukcyjnym.

### 3. Wahania cen energii w systemie zielonych certyfikatów

Cena uzyskiwana przez właściciela elektrowni ze sprzedaży energii elektrycznej wyprodukowanej w odnawialnych źródłach energii w systemie zielonych certyfikatów jest sumą dwóch składowych:

1. Ceny energii na rynku konkurencyjnym.
2. Ceny prawa majątkowego – tzw. zielonego certyfikatu.

Przyjęto, że pierwszą składową będzie średnia ceny sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym w danym roku, opublikowana przez prezesa Urzędu Regulacji Energetyki, natomiast drugą składową będzie ważona średnia miesięczna cena sprzedaży prawa majątkowego na Towarowej Giełdzie Energii (OZEX\_A).



Rys. 1. Uśredniona cena uzyskiwana przez właściciela elektrowni z tytułu sprzedaży energii elektrycznej wyprodukowanej w odnawialnym źródle energii w Polsce w latach 2010–2015 [PLN/MWh]  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie TGE S.A. oraz URE, dostęp 15.05.2016 roku

Fig. 1. Average price obtained by the owner of a power plant for the sale of electricity produced in a renewable energy source in Poland in 2010–2015 [PLN/MWh]

Wahania cen energii elektrycznej w analizowanym okresie były znaczące i wynosiły około 40% porównując koniec 2015 roku do 2011 roku (280–290 PLN/MWh w stosunku do 475–480 PLN/MWh). Tak duża i trudna do przewidzenia różnica w cenie powoduje istotne obniżenie przychodów w stosunku do tych, prognozowanych przez inwestorów na etapie podejmowania decyzji o budowie elektrowni. Szczególnie dotyczy to sytuacji, w których proces decyzyjny rozpoczął się w latach 2009–2011. Biorąc pod uwagę dodatkowo, że aktualna cena sprzedaży energii nie zapewnia wystarczającej rentowności inwestycji w przypadku niektórych źródeł (np. elektrownie fotowoltaiczne) należy się spodziewać, że brak zmian doprowadzi do sytuacji, w której część z działających elektrowni zostanie zlikwidowana, a jednocześnie nowe inwestycje w OZE będą powstawać sporadycznie. W kontekście celów energetycznych Unii Europejskiej oraz zobowiązań Polski jako państwa członkowskiego taka perspektywa wydaje się być nieakceptowana. Jako wyjście z tej sytuacji zostały zaproponowane zmiany, których podstawowym elementem jest wprowadzenie systemu aukcyjnego w miejsce giełdowego obrotu prawami majątkowymi.

## 4. Mechanizm ustalania ceny w systemie aukcyjnym

Zgodnie z ustawą z dnia 20 lutego 2015 roku o odnawialnych źródłach energii cena sprzedaży jednostki energii elektrycznej nie może być wyższa niż cena referencyjna. Jednocześnie art. 39 pkt 1 stanowi, że: „Łączna wartość pomocy publicznej (...) nie może przekroczyć różnicy między wartością stanowiącą iloczyn ceny referencyjnej energii elektrycznej wytworzonej w instalacji odnawialnego źródła energii (...) i ilości energii elektrycznej wytworzonej z odnawialnego źródła energii w tej instalacji w okresie 15 lat, (...) a przychodami ze sprzedaży tej samej ilości energii elektrycznej (...) ustalonymi według średniej ceny sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym ogłoszonej przez prezesa URE (...) obowiązującej w dniu złożenia oferty”.

Zestawiając art. 39 pkt 1 z punktem 2 tego samego artykułu ustawy o OZE, w którym ustawodawca określa co się składa na łączną pomoc publiczną, należy stwierdzić, że jakiegokolwiek dofinansowanie budowy instalacji OZE pochodzące z funduszy Unii Europejskiej czy też funduszy budżetu państwa będzie wpływało na ustalenie ceny, po której producent będzie mógł zaoferować wyprodukowaną energię elektryczną w systemie aukcyjnym.

Na podstawie ustawy, można wyciągnąć wniosek, że aby ustalić maksymalną cenę, którą inwestor będzie mógł zaoferować za produkowaną energię elektryczną przystępując do aukcji, w obliczeniach należy uwzględnić maksymalną pomoc publiczną dla danego rodzaju inwestycji oraz wielkość otrzymanej do tej pory pomocy publicznej. Aby ustalić maksymalną pomoc publiczną dla danego rodzaju inwestycji, należy od ceny referencyjnej dla instalacji danego rodzaju odjąć średnią cenę sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym ustalaną przez prezesa URE, a następnie tę różnicę pomnożyć przez ilość energii elektrycznej wyprodukowanej przez instalację w okresie 15 lat od momentu rozpoczęcia jej sprzedaży. Natomiast wielkość otrzymanej do tej pory pomocy publicznej jest to kwota przyznanego dofinansowania zgodnie z art. 39 pkt 2 ustawy o odnawialnych źródłach energii. Dysponując takimi danymi należy od maksymalnej pomocy publicznej odjąć wartość otrzymanej pomocy publicznej, a następnie różnicę tę podzielić przez ilość jednostek energii elektrycznej (wyrażonych w MWh) zakontraktowanej w ramach systemu aukcyjnego przez okres 15 lat. Oznacza to, że w rzeczywistości, aby ustalić maksymalną cenę na aukcję można od ceny referencyjnej dla danego źródła energii odjąć wartość dotacji przypadającą na jednostkę wyprodukowanej energii. Należy zwrócić uwagę, że planowanie takie musi zostać przeprowadzone dla okresu 15 lat, czyli otrzymane dofinansowanie należy podzielić przez ilość wyprodukowanej energii przez 15 lat, żeby otrzymać dofinansowanie przypadające na jednostkę wyprodukowanej energii elektrycznej i tę wartość odjąć od ceny referencyjnej. Taki sposób działania uniezależnia w praktyce ustalenie ceny ofertowej od średniej ceny sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym, do której odwołuje się art. 39 pkt 1 ustawy o OZE.

Dopiero względem tak ustalonej ceny producent energii może podjąć ewentualną decyzję o jej obniżce, tym samym akceptując mniejszą stopę zwrotu z inwestycji.

## 5. Wyniki analizy porównawczej

Nowy system wsparcia powoduje możliwość kalkulacji przychodów z tytułu sprzedaży energii elektrycznej wytwarzanej przez odnawialne źródła przez okres 15 lat od rozpoczęcia jej produkcji. System zielonych certyfikatów uniemożliwił wiarygodną prognozę przychodów ze względu na bardzo duże wahania cen tych praw majątkowych, co uniemożliwiało inwestorom przeprowadzenie wiarygodnej kalkulacji rentowności inwestycji.

Ponadto system aukcyjny powoduje zwiększenie opłacalności inwestowania w technologie umożliwiające podniesienie wydajności systemu produkującego energię elektryczną. Wynika to z faktu, że wzrost wydajności produkcji energii będzie wpływał na wzrost przychodów nie tylko ze względu na zwiększenie ilości jednostek sprzedawanej energii, ale także ze względu na zwiększenie ceny, jaką inwestor uzyskuje ze sprzedaży każdej jednostki energii. Jest to następstwem konstrukcji mechanizmu ustalania ceny w systemie aukcyjnym w sytuacji, gdy inwestor otrzymał wsparcie z funduszy unijnych (co dotyczy prawie wszystkich inwestycji w OZE w Polsce). W celu zobrazowania tego mechanizmu przedstawione zostały zmiany przychodu na przykładzie elektrowni fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej 1 MWp wykorzystującej konstrukcję wsporczą nieruchomą oraz konstrukcję wsporczą o dwóch stopniach swobody. Założenia do obliczeń przedstawiono w tabeli 1.

TABELA 1. Założenia do obliczeń w przypadku elektrowni fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej 1 MWp o nieruchomej konstrukcji wsporczej (1) oraz o ruchomej konstrukcji wsporczej (2)

TABLE 1. Assumptions for calculations for a 1 MWp photovoltaic power plant with a fixed support structure (1) and a movable support structure (2)

	Elektrownia pv o mocy 1 MWp o nieruchomej konstrukcji wsporczej (1)	Elektrownia pv o mocy 1 MWp o ruchomej konstrukcji wsporczej (2)
Cena instalacji [PLN]	3 876 049	4 651 258
Dofinansowanie z UE [PLN]	1 902 558	2 261 236
Produkcja energii w pierwszym roku* [MWh/rok]	1 000	1 300
Produkcja energii w okresie 15 lat [MWh]	14 160	18 408
Cena na aukcji [PLN]	310,64	322,16
Cena referencyjna [PLN]	425,00	
Wzrost wydajności [%]	30	
Wzrost kosztów [%]	20	
Wysokość dofinansowania [% kosztów kwalifikowalnych]	60	

\* Przyjęto degradację paneli fotowoltaicznych na poziomie 0,8%/rok.

Źródło: opracowanie własne.

Kategoria wzrost wydajności oznacza procentowy wzrost wielkości produkowanej energii elektrycznej przez instalację pv o ruchomej konstrukcji wsporczej w stosunku do analogicznej instalacji o nieruchomej konstrukcji wsporczej.

Kategoria „wzrost kosztów” oznacza procentowy wzrost kosztów inwestycyjnych związanych z wykonaniem instalacji pv o ruchomej konstrukcji wsporczej w stosunku do analogicznej instalacji o nieruchomej konstrukcji wsporczej.

Na podstawie powyższych danych można wyciągnąć wnioski dotyczące zmian przychodów zarówno w przypadku systemu aukcyjnego (występuje zmiana wielkości produkcji energii oraz zmiana ceny z wartości odpowiednio 1000 do 1300 MWh oraz 310,64 do 322,16 PLN/MWh), jak też systemu opartego na zielonych certyfikatach (występuje zmiana wielkości produkcji energii z 1000 do 1300 MWh, cena pozostaje na poziomie 310,64 PLN/MWh<sup>2</sup>), co przedstawiono w tabeli 2.

TABELA 2. Prognozowane zdyskontowane różnice przychodów ze sprzedaży energii elektrycznej z elektrowni fotowoltaicznej o mocy zainstalowanej 1 MWp o nieruchomej konstrukcji wsporczej (1) oraz o ruchomej konstrukcji wsporczej (2) w systemie aukcyjnym oraz w systemie zielonych certyfikatów [PLN]

TABLE 2. Predicted discounted differences in revenues from the sale of electricity from a photovoltaic power plant with installed capacity of 1 MWp with fixed support structure (1) and movable support structure (2) in the auction system and in the system of green certificates [PLN]

System aukcyjny	
Wskaźnik finansowy	[PLN]
Zdyskontowana różnica przychodów po 1 roku	104 009
Zdyskontowana różnica przychodów w okresie 15 lat	1 142 326
Zielone certyfikaty	
Wskaźnik finansowy	[PLN]
Zdyskontowana różnica przychodów po 1 roku	89 294
Zdyskontowana różnica przychodów w okresie 15 lat	980 704

Źródło: opracowanie własne, przyjęto współczynnik dyskontowy 0,05.

Cena na poziomie 310,64 PLN/MWh energii elektrycznej dla systemu zielonych certyfikatów jest wartością teoretyczną, przyjętą tylko w celu umożliwienia porównania zmian przychodów dla tych dwóch rodzajów systemów wsparcia (rzeczywiste ceny przedstawiono w rozdziale dotyczącym wahań cen).

Na podstawie powyższych danych można stwierdzić, że przy identycznych dodatkowych nakładach inwestycyjnych, które są konieczne do uruchomienia instalacji fotowoltaicznej opartej na systemie nadążnym i są niezależne od mechanizmu kalkulacji ceny sprzedaży energii, większa zachęta do stosowania technologii zwiększających wydajność źródła energii występuje

<sup>2</sup> Przyjęto, że zmiana wielkości podaży zielonych certyfikatów w wyniku wzrostu produkcji energii elektrycznej w analizowanej instalacji nie wpłynęłaby na zmianę ceny rynkowej tych praw majątkowych.



je w przypadku systemu aukcyjnego. Wynika to z konstrukcji mechanizmu ustalania ceny. Co prawda możliwe byłoby uzyskanie różnicy przychodów korzystnej dla systemu zielonych certyfikatów, ale cena sprzedaży energii elektrycznej w tym systemie, przy przyjętych założeniach, musiałaby być na poziomie nie mniejszym niż 361 PLN/MWh. Aktualne warunki rynkowe powodują, że rzeczywista cena w systemie zielonych certyfikatów (rys. 1) jest nawet znacznie niższa niż zakładana do powyższej kalkulacji cena teoretyczna i ewentualne osiągnięcie ceny na poziomie 361 PLN/MWh, przy braku interwencji państwa, wydaje się bardzo mało prawdopodobne w bliskiej przyszłości.

## 6. Dyskusja wyników w świetle rozwiązań praktykowanych w innych państwach

Przychody zależą od wielu czynników takich jak warunki zewnętrzne np. nasłonecznienie, a także wielkość systemu, poziom dofinansowania, czy cena sprzedaży energii (Trela i Dubel 2014; Mayer i in. 2014; Rodrigues i in. 2016) Racjonalne decyzje inwestycyjne są podejmowane na podstawie optymalizacji ryzyka uzyskania pożądanego poziomu zysków i ich prognozowanej wysokości. Ustalenie mechanizmów i określenie reguł prawnych stymulujących efektywne wytwarzanie energii odnawialnej jest przedmiotem eksperymentu w skali globalnej. Państwa analizując warunki lokalne i ucząc się na własnych doświadczeniach i praktykach stosowanych w innych krajach ciągle adaptują i modyfikują swoje systemy. Komisja Europejska zwraca uwagę na wymianę dobrych praktyk między państwami członkowskimi, dlatego poniżej przedstawiono wybrane przykłady wskazując na cechy rozwiązań, które miały zagwarantować większą efektywność takich systemów.

W każdym państwie ustalone zasady działania rynków są nieco odmienne. Systemy taryf gwarantowanych oferują stabilne i gwarantowane przychody dla inwestorów, jednak mogą powodować wzrost kosztów wytwarzania energii, co jest mitygowane poprzez zmniejszanie wysokości taryf w czasie, odzwierciedlające spadek kosztów technologii. Kompensacje mogą się odbywać na kilka sposobów m.in. umowy na zakup energii czy *net metering*. Włochy po wcześniejszych doświadczeniach z FiT (do 2001 roku) i po braku sukcesu systemu handlu zielonymi certyfikatami (2001–2007) osiągnęły bardzo wysoki poziom mocy zainstalowanej z instalacji fotowoltaicznych po 5 latach od implementacji zmodyfikowanego systemu (2007–2011).

Rynek zielonych certyfikatów jest postrzegany jako mający wysoki potencjał do wspierania produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych przy jak najniższych kosztach (Poputoaia i Fripp 2008) Taki rynek można kształtować poprzez różnorodne regulacje, takie jak: obowiązek zakupu certyfikatów przez podmioty (np. Wielka Brytania, Belgia), publiczne mechanizmy kompensujące (np. w Wielkiej Brytanii – przekazywanie do uczestników systemu wpływów z opłaty manipulacyjnej gromadzonej przez fundusz państwowy), angażowanie środków państwowych do zakupu certyfikatów, stosowanie dla certyfikatów cen gwarantowanych (Szwecja

– w przypadku, gdy cena certyfikatów spadnie poniżej określonego poziomu) lub minimalnych (Rumunia) (Kowara i in. 2014).

Systemy aukcyjne wdrożone do 2013 roku w 44 państwach na świecie, w tym 30 krajach rozwijających się (Lucas i in. 2013) są postrzegane jako przynoszące jeszcze większe niż zielone certyfikaty oszczędności w wydatkach na energię elektryczną dzięki funkcjonowaniu mechanizmów rynkowych (przykład Hiszpanii) (Azofra i in. 2015).

Rynek duński jest częścią obszaru wymiany rynkowej energii państw skandynawskich, który funkcjonuje m.in. na podstawie systemu aukcyjnego cen krańcowych (ang. *Marginal Price Auction System*). Cena rynkowa jest określana z jednodniowym wyprzedzeniem. Prowadzone są badania nad innymi korzystniejszymi dla różnych uczestników rynku zasadami organizowania aukcji (Nielsen i in. 2011).

Aukcje popytowe nie są jedynym efektywnym mechanizmem aukcyjnym na rynku energii słonecznej. Badania prowadzone w Austrii wskazały na wzrost produkcji energii elektrycznej z systemów fotowoltaicznych do 18% i oszczędności funduszy publicznych przeznaczonych na wsparcie takich inwestycji do 41%, w wyniku implementacji aukcji dotyczących alokowania dofinansowania na dachowe instalacje fotowoltaiczne (Mayer i in. 2014).

Brak benchmarku i ciągle zmiany implementowanych systemów wskazują na brak jednoznacznie optymalnego rozwiązania gwarantującego efektywną realizację globalnych celów zrównoważonego rozwoju w zakresie energetyki i ochrony klimatu.

## Podsumowanie

System wsparcia OZE wykorzystujący aukcje do określania ceny zakupu energii elektrycznej od jej producentów umożliwia wygenerowanie większego zysku z inwestycji polegającej na budowie farmy fotowoltaicznej o mocy 1 MWp lub większej (zakładając proporcjonalność kosztów inwestycyjnych i operacyjnych) niż system zielonych certyfikatów w aktualnych warunkach rynkowych w Polsce.

Zaproponowany system aukcyjny stwarza większą zachętę do wykorzystywania układu naddającego przy budowie elektrowni fotowoltaicznej niż system zielonych certyfikatów. Wynika to z mechanizmu ustalania ceny w systemie aukcyjnym oraz z warunków na rynku energii odnawialnej w Polsce.

Biorąc pod uwagę, że okres eksploatacji elektrowni fotowoltaicznej zakładany jest na około 25 lat, to okres wsparcia 15 lat przewidziany przez system aukcyjny jest niewystarczający i nie gwarantuje opłacalności podejmowania przez inwestora takiej inwestycji.

Dla wszystkich odnawialnych źródeł energii system aukcyjny umożliwia wykonanie znacznie dokładniejszych prognoz przychodów niż system oparty na zielonych certyfikatach, w którym nieprzewidywalnym parametrem jest cena prawa majątkowego. Powoduje to zmniejszenie ryzyka dla inwestora w porównaniu z systemem zielonych certyfikatów.

## Literatura

- AZOFRA i in. 2015 – AZOFRA, D., JIMÉNEZ, E., MARTÍNEZ, E., BLANCO, J. i SAENZ-DÍEZ, J.C. 2015. Econo-  
mical–environmental impact of subsidised renewable energy sources for electricity (RES-E) in the  
Spanish system. *Energy for Sustainable Development* Volume 29, December 2015, s. 47–56.
- DUBEL, A. i TRELA, M. 2014. Efektywność finansowania elektrowni fotowoltaicznych. [W:] *Środowiskowe  
i finansowe uwarunkowania funkcjonowania podmiotów gospodarczych*, red. M. Czyż i J. Dyduch,  
Kraków: Wydawnictwa AGH.
- Frost & Sullivan, 2016. Global Solar Power Market – 2016 Update. Solar PV Gains Momentum as a Glo-  
bally Irreversible Mainstream Energy Source.
- GIACOMARRA, M. i BONO, F. 2015. European Union commitment towards RES market penetration: From  
the first legislative acts to the publication of the recent guidelines on State aid 2014/2020. *Renewable  
and Sustainable Energy Reviews* Volume 47, July 2015, s. 218–232.
- Komisja Europejska, 2011 – Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady ustanawiające instrument  
„Łącząc Europę”, Bruksela, dnia 19.10.2011, KOM(2011) 665.
- KOWARA i in. 2014 – KOWARA, M., LASOCKI, K. i TREPKA, M. (red.) 2014. Analiza polskiego systemu  
wsparcia produkcji energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii w postaci Zielonych Certyfi-  
katów na podstawie prawa pomocy publicznej. K&L Gates, strona CIRE [Online] Dostępne w: [http://  
www.cire.pl/pokaz-pdf-%252Fpliki%252F2%252Fanaliza\\_polskiego\\_systemu\\_zc\\_\\_publikacja.pdf](http://www.cire.pl/pokaz-pdf-%252Fpliki%252F2%252Fanaliza_polskiego_systemu_zc__publikacja.pdf),  
[Dostęp: 30.06.2016].
- KYLILI, A. i FOKAIDES, P.A. 2015. Competitive auction mechanisms for the promotion renewable energy  
technologies: The case of the 50 MW photovoltaics projects in Cyprus. *Renewable and Sustainable  
Energy Reviews* Volume 42, February 2015, s. 226–233.
- LUCAS i in. 2013 – LUCAS, H., FERROUKHI, R. i HAWILA, D. 2013. *Renewable Energy Auctions in Develop-  
ping Countries*. International Renewable Energy Agency (IRENA).
- MAYR i in. 2014 – MAYR, D., SCHMIDT, J. i SCHMID, E. 2014. The potentials of a reverse auction in allo-  
cating subsidies for cost-effective roof-top photovoltaic system deployment. *Energy Policy* Volume 69,  
June 2014, s. 555–565.
- Ministerstwo Gospodarki, 2009 – Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Warszawa, 10 listopada  
2009 r.
- Ministerstwo Gospodarki, 2010. Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych, War-  
szawa.
- NIELSEN i in. 2011 – NIELSEN, S., SORKNÆS, P. i ØSTERGAARD, P.A. 2011. Electricity market auction  
settings in a future Danish electricity system with a high penetration of renewable energy sources –  
A comparison of marginal pricing and pay-as-bid. *Energy* Volume 36, Issue 7, July 2011, s. 4434–4444.
- PASKA, J. i SURMA, T. 2013. Polityka energetyczna Polski na tle polityki energetycznej Unii Europejskiej.  
*Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 16, z. 4.
- POPUTOAIA, D. i FRIPP, M. 2008. European Experience with Tradable Green Certificates and Feed-in Ta-  
riffs for Renewable Electricity Support, Environmental Change Institute, University of Oxford, UK.
- RODRIGUES i in. 2016 – RODRIGUES, S., TORABIKALAKI, R., FARIA, F., CAFÔFO, N., CHEN, X., RAMEZANI,  
IVAKI, A., MATA-LIMA, H. i MORGADO-DIAS, F. 2016. Economic feasibility analysis of small scale PV  
systems in different countries. *Solar Energy* Volume 131, June 2016, s. 81–95.
- TRELA, M. i DUBEL, A. 2014. Efektywność ekonomiczna elektrowni fotowoltaicznych oraz uniknięte kosz-  
ty zewnętrzne w wyniku ich funkcjonowania. [W:] *Środowiskowe i finansowe uwarunkowania funkcyj-  
nowania podmiotów gospodarczych*, red. M. Czyż i J. Dyduch, Kraków: Wydawnictwa AGH.
- Ustawa o odnawialnych źródłach energii z dnia 20 lutego 2015 roku.

Ustawa Prawo energetyczne z dnia 10 kwietnia 1997 roku.

VERDE, S.F. i GRAZIA PAZIENZA, M. 2016. Energy and climate hand-in-hand: Financing RES-E support with carbon revenues. *Energy Policy* January 2016, s. 234–244.

Mariusz TRELA, Anna DUBEL

## Comparing the support systems for renewable energy sources in Poland green certificates vs auction systems

### Abstract

The paper presents the changes in the Polish law on renewable energy sources in 2016 in relation to big commercial systems and the impact of these changes on the profitability of investing in renewable energy technologies with a particular emphasis on solar energy. We compare the two support systems: based on the “green certificates” and an “auction system”. In particular, the mechanism for determining prices at an auction and its impact on the profitability of investing in photovoltaic technologies are presented. The outcomes are discussed in view of solutions practiced in other countries. The conclusions concern the impact of the planned changes on the development of the renewable energy sector in Poland.

KEYWORDS: renewable energy sources, incentives, green certificates, auction system