

Piotr Gradziuk

Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

EFEKTYWNOŚĆ NAKŁADÓW INWESTYCYJNYCH NA REDUKCJĘ EMISJI CO₂ NA PRZYKŁADZIE PROJEKTÓW Z ZAKRESU ODNAWIALNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII WSPÓLFINANSOWANYCH Z FUNDUSZY EUROPEJSKICH W WOJEWÓDZTWIE LUBELSKIM

*THE EFFICIENCY ON INVESTMENTS OF CO₂ EMISSION ABATEMENT.
A CASE STUDY OF PROJECTS SUPPORTED BY OF THE EUROPEAN FUNDS
FOR THE DEVELOPMENT OF USE OF RES IN LUBELSKIE VOIVODSHIP*

Słowa kluczowe: efektywność, koszty redukcji emisji CO₂, Fundusze Europejskie, nakłady inwestycyjne, OZE

Key words: efficiency, cost of reducing CO₂ emissions, European Funds, investments, RES

JEL codes: D61, G18, H23, O13, P148, Q42, Q54

Abstrakt. Przedstawiono ocenę ekonomicznej efektywności nakładów inwestycyjnych na redukcję emisji CO₂ poprzez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Dane źródłowe pochodziły z departamentów Regionalnego Programu Operacyjnego Urzędu Marszałkowskiego Województwa Lubelskiego w Lublinie oraz funduszy europejskich Ministerstwa Energii. Z przeprowadzonych analiz wynika, że w województwie lubelskim w ramach programów i działań łączna wartość zrealizowanych inwestycji z zakresu OZE wyniosła 390,9 mln zł, w tym 284,9 mln zł to dofinansowanie, co stanowiło 72,9% wartości projektów. Najwięcej środków przeznaczono na instalacje systemów solarnych służących do przygotowania ciepłej wody użytkowej (87,7%). Pozostałe wydatkowano na fotowoltaikę (4,6%), kotłownie na biomasę (4,2) oraz biogazownie rolniczą (2,8%) i w oczyszczalni ścieków (0,7%). Najkorzystniejszymi efektami redukcji emisji CO₂ charakteryzowały się kotłownie zasilane biomasą (793 zł/Mg CO₂) oraz biogazownie (1024-2344 zł/Mg CO₂). Najwyższe wskaźniki odnotowano dla instalacji fotowoltaicznych (6193 zł/Mg CO₂) i kolektorów słonecznych (4631 zł/Mg CO₂). Kluczowym czynnikiem wpływającym na takie kształtowanie się tych wielkości były znaczące różnice w ilości wytwarzanej energii oraz nakłady inwestycyjne na jednostkę zainstalowanej mocy.

Wstęp

Wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych jest szczególnie ważne w obliczu nieuchronnej transformacji gospodarki na mniej emisyjną i wykorzystującą zasoby w sposób zrównoważony, a jednocześnie konkurencyjną oraz innowacyjną. Zakres tej transformacji wynika z przyjętego przez Unię Europejską (UE) *Planu działania prowadzącego do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 roku* [KE 2011] oraz *Narodowego Programu Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej* [MG 2015]. Z uwagi na to, że koszty wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych są znacznie wyższe niż w źródłach wykorzystujących paliwa nieodnawialne, rozwój tego rynku uzależniony jest od wysokości subwencji [Żylicz 2012]. Narzędzia wsparcia energetyki odnawialnej to instrumenty regulacyjne, finansowe oraz programy finansowania [Graczyk 2011]. Mechanizmy regulacyjne i finansowe odnoszą się głównie do wytwarzania energii i jej nośników. Ich kluczowym elementem są programy finansowania inwestycji z zakresu odnawialnych źródeł energii (OZE). Dlatego UE i poszczególne jej kraje decydują się na wsparcie produkcji energii z odnawialnych źródeł, ponieważ jest to obecnie główny sposób realizacji narodowych celów wskaźnikowych, wynikających z pakietu energetyczno-klimatycznego, a w niedalekiej przyszłości, także globalnej umowy klimatycznej uzgodnionej podczas odbywającej się w Paryżu w 2015 roku XXI Konferencji Stron – COP (Conference of the Parties) Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu – UNFCCC (United Nations

Framework Convention on Climate Change). W UE najważniejszymi źródłami finansowania od 2000 roku są Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego (EFRR) i Fundusz Spójności (FS). W latach 2000-2006 wsparcie projektów tego sektora z obu funduszy wyniosło 0,6 mld euro. W kolejnym okresie programowania (2007-2013) było to już 4,7 mld euro [UE 2014]. Ponadto niektóre działania mogły być finansowane w ramach wspólnej polityki rolnej (WPR).

Wybór metod i zakres wsparcia nawet przy zamożnym budżecie powinien być zgodny z zasadą racjonalnego gospodarowania [Kiuła 2013]. W przypadku wspierania wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych warunki takiego kryterium spełnia efektywność nakładów inwestycyjnych na redukcję emisji CO₂ poprzez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii (OZE).

Material i metodyka badań

Głównym celem badań był pomiar i ocena ekonomicznej efektywności nakładów inwestycyjnych na redukcję emisji CO₂ przez wykorzystanie OZE. W analizie posłużono się wskaźnikiem kosztów inwestycyjnych (zł) poniesionych na redukcję emisji 1 Mg CO₂. Średni koszt inwestycyjny redukcji CO₂ w poszczególnych grupach projektów obliczono jako sumę kosztów całkowitych projektów podzieloną przez uzyskaną redukcję emisji. Badaniami objęto inwestycje z zakresu OZE w województwie lubelskim, które były współfinansowane ze środków:

Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Lubelskiego (RPOWL), oś priorytetowa VI „Środowisko i czysta energia”, działanie 6.2. „Energia przyjazna środowisku”:

- Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich (PROW), działanie 321. „Podstawowe usługi dla gospodarki i ludności wiejskiej w zakresie operacji dotyczących budowy mikroinstalacji prosumenckich”;
- Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POLiŚ), działanie 9.4. „Wytwarzanie energii ze źródeł odnawialnych”.
- Wartość zrealizowanych inwestycji ustalono na podstawie uzyskanych informacji w departamentach Regionalnego Programu Operacyjnego Urzędu Marszałkowskiego Województwa Lubelskiego (RPOUMWL) w Lublinie oraz funduszy europejskich Ministerstwa Energii. Natomiast redukcję emisji CO₂ oszacowano, korzystając ze wzoru:

$E_{CO_2} = C \cdot W_e$, gdzie: E_{CO_2} – redukcja emisji CO₂ [Mg], C_n – zmniejszenie zużycia energii ze źródeł konwencjonalnych [GJ], W_e – współczynnik emisji [Mg/GJ].

Wyniki badań

Współczesna gospodarka, oparta w głównej mierze na mechanizmie rynkowym, nie zawsze gwarantuje optymalne wykorzystanie zasobów. Ponadto produkcja i konsumpcja generują odpady oraz zanieczyszczenie środowiska, których nie można całkowicie uniknąć, o ile chce się uzyskać wzrost gospodarczy [Say 1960, Mill 1965, Stiglitz 2004]. Typowym przykładem takiej sytuacji jest emisja gazów cieplarnianych. Dlatego w interesie społecznym jest uzyskanie jak najkorzystniejszej relacji uzyskiwanych pożądaných efektów w stosunku do wyemitowanych zanieczyszczeń. Dla określenia tych relacji i praktycznego wykorzystania Bogdan Klepacki i współpracownicy [2016] zaproponowali posługiwanie się wskaźnikiem efektywności emisji. W przypadku gazów cieplarnianych takie starania są niewystarczające, dlatego są podejmowane działania na rzecz ograniczania ich emisji, m.in. przez rozwój wykorzystania OZE, modernizację infrastruktury energetycznej, transportowej (transport publiczny, ścieżki rowerowe, koleje, transport wodny), społeczeństwa informacyjnego umożliwiające rozwój telepracy i e-usług (np. budowa sieci szerokopasmowych), rewitalizację miast prowadzoną zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju (systemy zarządzania ruchem, termomodernizacja) itp. Wybór metod i zakres wsparcia nawet przy zamożnym budżecie powinien być zgodny z zasadą racjonalnego gospodarowania [Kiuła 2013]. W przypadku wspierania wytwarzania energii ze źródeł odna-

wialnych, warunki takiego kryterium spełnia efektywność nakładów inwestycyjnych na redukcję emisji CO₂ przez wykorzystanie OZE. Spośród badanych programów i działań głównym źródłem finansowania projektów inwestycyjnych z zakresu OZE był RPOWL, oś priorytetowa VI, działanie 6.2. W jego ramach realizowano zamierzenia dotyczące wykorzystania energii z odnawialnych źródeł zgodnie z Wojewódzkim Programem Rozwoju Alternatywnych Źródeł Energii dla Województwa Lubelskiego (WPRAZEWL), takie jak:

- inwestycje w rozwój i wykorzystywanie OZE wiatru, wody (z uwzględnieniem potrzeb ochrony przyrody i ekologicznych aspektów utrzymania rzek), biomasy, energii słonecznej i geotermalnej oraz pozostałych,
- inwestycje mające na celu redukcję emisji biogazu powstałego w oczyszczalniach ścieków i na wysypiskach poprzez jego energetyczne wykorzystanie,
- modernizacja kotłowni opalanych paliwem stałym na zasilane paliwem ekologicznym, ze szczególnym uwzględnieniem zadań realizowanych w placówkach oświatowo-wychowawczych, placówkach kulturalnych, szpitalach [UMWL 2006].

Beneficjentami programu były jednostki samorządu terytorialnego (JST) i ich związki, porozumienia, stowarzyszenia, samorządowe podmioty organizacyjne sektora finansów publicznych z osobowością prawną, spółki prawa handlowego, w których większość udziałów lub akcji posiadają JST lub ich związki, oraz podmioty działające w oparciu o *Ustawę z dnia 19 grudnia 2008 r. o partnerstwie publiczno-prywatnym* [Dz.U. 2009.19.100]. Wartość dofinansowania dla projektów nieobjętych pomocą publiczną wynosiła maksymalnie do 85% kosztów kwalifikowanych. W ramach tego działania zrealizowano łącznie 72 projekty (79,1% spośród objętych badaniem) o wartości 355 mln zł (90,8%) i dofinansowaniu w kwocie 265,5 mln zł (93,2%). Ponad 94% tej kwoty rozdysponowano na inwestycje w energetykę słoneczną, głównie kolektory słoneczne. Pozostałe środki z tego działania wykorzystano na dofinansowanie biogazowni w oczyszczalni ścieków (0,8%) i kotłowni na biomasę (4,4%).

Zainteresowanie beneficjentów wykorzystaniem energii słonecznej zostało potwierdzone efektami realizacji działania 321. „Podstawowe usługi dla gospodarki i ludności wiejskiej”, objętego PROW w zakresie operacji dotyczących budowy mikroinstalacji prosumenckich. Wszystkie zrealizowane projekty (19) dotyczyły energetyki słonecznej. Jednak w odróżnieniu od działania 6.2., beneficjenci wykazywali dużo większe zainteresowanie urządzeniami z zakresu energetyki fotowoltaicznej (12 projektów) niż termicznej (7 projektów). Wartość tych inwestycji wyniosła 15,8 mln zł, z tego 11,6 mln zł stanowiła dotacja.

W województwie lubelskim niewielkie zainteresowanie odnotowano w zakresie aplikowania o fundusze na rozwój wykorzystania OZE w ramach POIiŚ. Złożono tylko 12 wniosków, w tym 9 na biogazownie i 3 kolektory słoneczne. Spośród wniosków złożonych do dofinansowania komisja konkursowa zakwalifikowała tylko jeden projekt, biogazownię rolniczą. Koszt jej realizacji wyniósł 20,1 mln zł, a wartość dofinansowania 7,9 mln zł.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że w województwie lubelskim w ramach badanych programów i działań łączna wartość zrealizowanych inwestycji z zakresu OZE wyniosła 390,9 mln zł, w tym 284,9 mln zł to dofinansowanie, co stanowiło 72,9% wartości projektów (tab. 1).

Najwięcej środków z funduszy europejskich przeznaczono na instalacje systemów solarnych służących do przygotowania ciepłej wody użytkowej (87,7%). Pozostałe wydatkowano na fotowoltaikę (4,6%), kotłownie na biomasę (4,2) oraz biogazownie – rolniczą (2,8%) i w oczyszczalni ścieków (0,7%). Realizacja tylko inwestycji z zakresu energetyki słonecznej i biomasy wynika ze specyfiki województwa lubelskiego. W Programie Rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii dla Województwa Lubelskiego (PROZEWL) zapisano: „największy potencjał województwa w zakresie możliwości wykorzystywania OZE w skali kraju stanowi biomasę oraz energia słoneczna; źródła te w skali kraju były dotychczas w umiarkowanym stopniu wykorzystywane (z wyjątkiem biomasy przeznaczonej do spalania), z tych też powodów możliwe i pożądane byłoby osiągnięcie przez nasz region pozycji krajowego lidera w wykorzystywaniu energii słonecznej oraz biomasy dla produkcji ciepła i biogazu rolniczego” [UMWL 2014].

Tabela 1. Nakłady inwestycyjne i koszty redukcji emisji CO₂ w zależności od rodzaju projektu
 Table 1. Costs, grants awarded and CO₂ emission abatement on dependent project groups

Wyszczególnienie/ <i>Specification</i>	Nakłady inwestycyjne/ <i>Investment expenditures</i>	Dofinansowanie/ <i>Subsidy</i>	Moc/ <i>Power</i>	Redukcja emisji CO ₂ / <i>Reduction CO₂ emission</i>	Nakłady inwestycyjne na redukcję emisji CO ₂ / <i>Investment expenditures on CO₂ emission reduction</i>	
					ogółem/ <i>total</i>	dofinansowanie/ <i>subsidy</i>
	mln zł/mln PLN	MW	Mg	zł/Mg/rok/PLN/Mg/year		
Kolektory słoneczne/ <i>Solar panels</i>	321,5	249,9	164,9	69 422	4 631	3 600
Instalacje fotowoltaiczne/ <i>Photovoltaic installations</i>	23,6	13,2	3,2	3 811	6 193	3 464
Kotłownie na biomasę stałą/ <i>Solid biomass heating boilers</i>	18,3	11,8	24,3	23 085	793	511
Biogazownia rolnicza/ <i>Agricultural biogas plant</i>	20,1	7,9	1,0	8 575	2 344	921
Biogazownia w oczyszczalni ścieków/ <i>Biogas plant in a sewage treatment plant</i>	7,4	2,1	0,8	7 128	1 024	309
Razem/ <i>Total</i>	390,9	284,9	194,2	112 021	3 489	2 544

Źródło: obliczenia własne

Source: own study

Ponadto tak znaczące zainteresowanie wykorzystaniem energii słonecznej przez gospodarstwa domowe do przygotowania ciepłej wody użytkowej wynikało z możliwości uzyskania oszczędności z tytułu zmniejszonych wydatków ponoszonych na zakup nośników energii. Z badań przeprowadzonych w gminach Gorzków i Rudnik (woj. lubelskie), wynika, że zastosowanie kolektorów słonecznych może być efektywne ekonomicznie, nawet przy realizacji takich inwestycji ze środków własnych [P. Gradziuk, B. Gradziuk 2016].

Najkorzystniejszymi efektami redukcji emisji CO₂ charakteryzowały się kotłownie zasilane biomasą (793 zł/Mg CO₂). Na tak wysoką efektywność miały wpływ nie tylko niskie koszty inwestycyjne (0,75 mln zł/MW), ale także stosunkowo wysoki wskaźnik redukcji emisji CO₂ na jednostkę zainstalowanej mocy. Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki oraz potencjał zasobów biomasy w województwie lubelskim, który pozwoliłoby, w zależności od powiatu pokryć od 20 do 69% potrzeb ciepłych [Szul 2014], to należy wskazać, że jest to obecnie najbardziej efektywny pod względem kosztów sposób na redukcję emisji CO₂.

Dość korzystne wskaźniki odnotowano także dla biogazowni (1024-2344 zł/Mg CO₂). Powodem znaczącej różnicy w wysokości nakładów inwestycyjnych między biogazownią rolniczą (20,1 mln zł) a zainstalowaną w oczyszczalni ścieków (7,4 mln zł) był zakres zrealizowanych prac. W przypadku biogazowni w oczyszczalni ścieków obejmował tylko wymianę zespołu prądotwórczego. Dodatkową zaletą biogazowni w zakresie ograniczania emisji gazów cieplarnianych jest utylizacja odchodów zwierzęcych i odpadów organicznych, przy rozkładzie

Tabela 2. Liczba, wartość, dotacja i koszty redukcji emisji CO₂ w zależności od rodzaju projektu
 Table 1. 2. Number, costs, grants awarded and CO₂ Emission abatement on dependent Project groups

Grupa projektów/ <i>Project groups</i>	Liczba projektów/ <i>Number of projects</i>	Koszty Projektów [mln zł]/ <i>Project costs [mln PLN]</i>	Dotacja Ekofunduszu [mln zł]/ <i>Grants awarded [mln PLN]</i>	Redukcja emisji CO ₂ [Mg/rok]/ <i>CO₂ emission abatement [Mg/year]</i>	Koszty redukcji emisji CO ₂ [zł/t/rok]/ <i>CO₂ abatement costs [PLN per Mg/year]</i>
Małe elektrownie wodne/ <i>Small hydro power stations</i>	6	6,55	1,11	6 088	1 076
Turbiny wiatrowe/ <i>Wind turbines</i>	7	623,21	65,49	351 639	1 772
Geotermia/ <i>Geothermal energy</i>	4	77,39	8,59	33 771	2 292

Źródło/Source: [Gradziuk 2012]

których powstaje metan, a ekwiwalent przeliczeniowy tego gazu na CO₂ wynosi 1:21.

Najwyższym wskaźnikiem nakładów inwestycyjnych na redukcję emisji CO₂ charakteryzowały się instalacje fotowoltaiczne (6193 zł/Mg CO₂) i kolektory słoneczne (4631 zł/Mg CO₂). Kluczowym czynnikiem wpływającym na takie kształtowanie się tych wielkości była kilkakrotnie niższa ilość wytwarzanej energii na jednostkę zainstalowanej mocy w odniesieniu do pozostałych OZE. Występowanie dysproporcji wynika ze specyfiki energetyki słonecznej. Ten rodzaj energii może być wykorzystywany jedynie przy sprzyjających warunkach atmosferycznych, co wpływa na efektywny czas pracy zainstalowanych urządzeń, który w porównaniu np. do biogazowni jest kilkakrotnie niższy. Ponadto wykorzystanie tego typu źródeł wymaga utrzymywania tzw. „gorącej rezerwy” w systemie dyspozycji mocy [Żylicz 2012].

Z uwagi że wśród zrealizowanych projektów brakowało obiektów energetyki wodnej, wiatrowej i geotermalnej, dla celów porównawczych wykorzystano wyniki badań zrealizowanych na przykładzie Fundacji Ekofundusz (tab. 2). Na ich podstawie można stwierdzić, że bardzo korzystną efektywnością redukcji emisji CO₂ charakteryzowała się energetyka wodna. A wskaźniki dla energetyki wiatrowej i geotermalnej były zbliżone do efektywności odnotowanej dla biogazowni.

Podsumowanie

Spośród wielu możliwości zmniejszania emisji gazów cieplarnianych największe znaczenie w województwie lubelskim będzie miała substytucja konwencjonalnych źródeł energii nośnikami odnawialnymi, głównie biomasą i energią słoneczną. Wynika to ze specyfiki regionu, charakteryzującego się najkorzystniejszym w warunkach Polski nasłonecznieniem oraz znacznym potencjałem biomasy, która może być wykorzystywana w procesach bezpośredniego spalania bądź podlegać konwersji na biogaz. Duże znaczenie dla realizacji tych zamierzeń wynika z dostępu do funduszy europejskich poprzedniej i obecnej perspektywy finansowej. Wybór metod i zakres wsparcia nawet przy zamożnym budżecie powinien być zgodny z zasadą racjonalnego gospodarowania. W przypadku wspierania wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych warunki takiego kryterium spełnia efektywność nakładów inwestycyjnych na redukcję emisji CO₂ przez wykorzystanie OZE. Z przeprowadzonych badań wynika, że efektywność tych nakładów jest znacznie zróżnicowana – od 793 zł/Mg CO₂ dla kotłowni zasilanych biomasą do 6193 zł/Mg CO₂ w przypadku instalacji fotowoltaicznych. Zaproponowana metodyka może być wykorzystana do oceny efektywności alokacji środków finansowych na redukcję emisji CO₂ przez OZE w ramach EFRR, FS, PROW, NFOŚiGW itp. Ponadto może stanowić podstawę racjonalizacji alokacji funduszy na rzecz redukcji emisji gazów cieplarnianych przez wykorzystanie OZE.

Literatura/Bibliography

- Graczyk Andrzej. 2011. Problemy dofinansowania odnawialnych źródeł energii ze środków publicznych (Problems of financing the renewable energy sources from public funds). *Ekonomia i Środowisko* 2 (40): 72-89.
- Gradziuk Piotr, Barbara Gradziuk. 2016. Economical and ecological efficiency of solar systems (A Case study at the Communes Gorzkow and Rudnik). *Barometr Regionalny. Analizy i Prognozy* 14 (3): 189-195.
- Gradziuk Piotr. 2012. Efektywność nakładów inwestycyjnych na redukcję emisji CO₂ na przykładzie projektów współfinansowanych przez EkoFundusz (The efficiency on investments of CO₂ emission abatement. a case study of projects supported by of the European funds for the development of use of res in Lubelskie voivodship). *Roczniki Naukowe SERiA XIV* (7): 35-39.
- KE (European Commission). 2011. *Komunikat Komisji dla Rady, Parlamentu Europejskiego, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Plan działania prowadzący do przejścia na konkurencyjną gospodarkę niskoemisyjną do 2050 roku. KOM (2011) 112* (Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on a roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. COM(2011) 112 final). Bruksela: Komisja Europejska.
- Kiuiña Olga. 2013. The cost of reducing CO₂ emissions: Integrating abatement technologies into economic modeling. *Ecological Economics* 87: 62-71.
- Klepaczki Bogdan, Piotr Gołasa, Marcin Wysokiński. 2016. Efektywność emisji gazów cieplarnianych w rolnictwie Unii Europejskiej (Efficiency of greenhouse gas rmissions in European Union agriculture). *Wież i Rolnictwo* 3 (172): 129-144.
- Mill John Stuart. 1965. *Zasady ekonomii politycznej. Tom II* (Principles of political economy. Vol. II). Warszawa: PWN.
- MG (Ministry of Economy). 2015. *Narodowy Program Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej. Projekt: wersja z dnia 4 sierpnia 2015 r.* (National Program for the Development of Low-emission Economy. Project: version of August 4, 2015). Warszawa: Ministerstwo Gospodarki.
- Say Jean-Baptiste. 1960. *Traktat o ekonomii politycznej* (Treaty on political economy). Warszawa: PWN.
- Stiglitz Joseph Eugene. 2004. *Ekonomia sektora publicznego* (Economics of the public sector). Warszawa: PWN.
- Szul Tomasz. 2014. The spatial diversity of the share the local sources of biomass in meeting of heat needs on the rural areas of Lublin Province. *Barometr Regionalny* 12 (2): 77-83.
- UE (Unia Europejska). 2014. *Wsparcie z funduszy polityki spójności na rzecz wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych – czy osiągnięto dobre rezultaty?* (Support from cohesion policy funds for the production of energy from renewable sources - have good results been achieved?). Luksemburg: Europejski Trybunał Obrachunkowy.
- UMWM (Office of the Marshal of the Lublin Province). 2014. *Program Rozwoju Odnawialnych Źródeł Energii dla Województwa Lubelskiego* (Program for the Development of Renewable Energy Sources for the Lublin Province). Lublin: Urząd Marszałkowski Województwa Lubelskiego.
- UMWM (Office of the Marshal of the Lublin Province). 2006. *Wojewódzki Program Rozwoju Alternatywnych Źródeł Energii dla Województwa Lubelskiego* (Provincial Program for the Development of Alternative Energy Sources for the Lublin Voivodship). Lublin: Urząd Marszałkowski Województwa Lubelskiego.
- Ustawa z dnia 19 grudnia 2008 r. o partnerstwie publiczno-prywatnym* (The Act of 19 December 2008. On public-private partnership). Dz.U. 2009, nr 19, poz. 100.
- Żylicz Tomasz. 2012. *Ekonomia wobec wspierania odnawialnych źródeł energii. [W] Generacja rozproszona w nowoczesnej polityce energetycznej – wybrane problemy i wyzwania* (Economics in support of renewable energy sources. [In] Generation dispersed in modern energy policy – selected problems and challenges), ed. J. Rączka, M. Swora, W. Stawiany, 46-50. Warszawa: NFOŚiGW.

Summary

The paper presents an assessment of economic efficiency of investment expenditures on the reduction of CO₂ emissions by use of renewable energy sources. The source data were obtain from the Department of Regional Operational Programme in the Marshal's Office for Lubelskie voivodeship in Lublin and the Department of European Funds in Ministry of Energy. Analyses show that in the Lubelskie voivodeship the total value of completed renewable energy investments under investigated programmes and measures amounted to 360.9 million PLN, in which 284.9 million PLN came from the funding. The largest amount of funds was allocated to the installation of solar systems for the preparation of hot tap water (87.7%). The rest were spent on photovoltaics (4.6%), biomass boiler rooms (4.2%) and biogas plants: agricultural (2.8%) and in sewage treatment plants (0.7%). The most effective in reduction of CO₂ were biomass-fired boilers (793 PLN/Mg CO₂) and biogas plants (1,024-2,344 PLN/Mg CO₂). The highest rates were recorded for photovoltaic installations (6,193 PLN/Mg CO₂) and solar collectors (4631 PLN/Mg CO₂). The key factor affecting these values were significant differences in the amount of produced energy and investment expenditures per unit of installed capacity.

Adres do korespondencji
dr hab. Piotr Gradziuk (orcid.org/0000-0003-0825-6281)
Państwowa Szkoła Wyzsza im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej
ul. Sidorńska 95/97, 21-500 Biała Podlaska
e-mail: p.gradziuk@dydaktyka.pswbp.pl