

Magdalena Ligus

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

WSKAŹNIK KORZYŚCI ŚRODOWISKOWYCH W OCENIE EKONOMICZNEJ EFEKTYWNOŚCI INWESTYCJI W ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

1. Wstęp

W ostatnich latach polityka energetyczna Polski ukierunkowywana jest na coraz większe wsparcie odnawialnych źródeł energii (OZE). Stymulowanie wzrostu wykorzystania OZE wymaga zapewnienia odpowiednich „przywilejów” prawnych ze względu na to, że z punktu widzenia inwestora technologie wytwarzania energii wykorzystujące źródła odnawialne znacznie zwiększają koszty produkcji w porównaniu z technologiami tradycyjnymi. Jednakże inwestycje w OZE należy traktować jako specyficzny rodzaj inwestycji rzeczowych, gdyż oprócz efektu produkcyjnego generują efekt ekologiczny polegający na zmniejszeniu zużycia pierwotnego, najczęściej nieodnawialnego, zasobu przyrody oraz (lub) zmniejszeniu emisji substancji szkodliwych. Takie cechy sprawiają, że kryterium korzyści netto w ujęciu finansowym, które jest w pełni zasadne w przypadku analizy typowych przedsięwzięć rzeczowych, okazuje się często niewystarczające do prawidłowej oceny ekonomicznej efektywności przedsięwzięć w energetykę odnawialną. Powodem tego stanu rzeczy jest głównie występowanie środowiskowych efektów zewnętrznych. Efekty zewnętrzne występują wtedy, gdy sprawca danego działania nie ponosi jego konsekwencji. A zatem jego działanie (pozytywne czy też negatywne), które wpływa na funkcję użyteczności czy też produkcji innych podmiotów, nie jest kompensowane przez odpowiednie transakcje rynkowe, przejawiające się w zaofiarowaniu pewnej kwoty za to działanie. Przykładem kosztu zewnętrznego jest zanieczyszczanie powietrza atmosferycznego przez energetykę zawodową. Skutki działalności przedsiębiorstw emitujących zanieczyszczenia odczuwane są przez otoczenie, a więc to inne podmioty obciążane są kosztami środowiskowymi. Przy-

kładem korzyści zewnętrznych jest natomiast podejmowanie inwestycji proekologicznych, w tym produkcja energii ze źródeł odnawialnych.

Należy zatem dokonać rozróżnienia między analizą finansową przedsięwzięcia inwestycyjnego a jego analizą ekonomiczną, którą coraz częściej uznaje się za drugi, pożądany lub nawet wymagany etap oceny efektywności przedsięwzięć rozwojowych. W UE przeprowadzenie analizy ekonomicznej (za pomocą analizy kosztów i korzyści) wymagane jest w celu pozyskiwania środków z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Funduszu Spójności dla realizacji dużych projektów [18].

Artykuł stanowi prezentację metody oceny ekonomicznej efektywności inwestycji w OZE w Polsce za pomocą analizy kosztów i korzyści (*Cost-Benefit Analysis* – CBA), a w jej ramach propozycję wyceny w wartościach pieniężnych środowiskowych korzyści zewnętrznych generowanych przez inwestycje w OZE.

2. Analiza kosztów i korzyści

Analiza finansowa umożliwia dokładne prognozowanie środków, które pokryją przyszłe wydatki. Wykonanie jej pozwala zweryfikować finansową trwałość projektu, to znaczy zagwarantować zrównoważone saldo przepływów pieniężnych oraz obliczyć wskaźniki finansowej rentowności projektu inwestycyjnego, które odnoszą się wyłącznie do podmiotu ekonomicznego będącego animatorem projektu [1].

Analiza ekonomiczna natomiast posługuje się wartościami ekonomicznymi odzwierciedlającymi wartości, jakie społeczeństwo byłoby gotowe zapłacić za określone dobro lub usługę. Ogólnie rzecz ujmując, analiza ekonomiczna wycenia wszystkie czynniki zgodnie z ich wartością użytkową lub kosztem alternatywnym dla społeczeństwa [1].

Opisana powyżej analiza ekonomiczna ma w istocie takie samo znaczenie jak analiza kosztów i korzyści (CBA). Jest to schemat analityczny, którym można się posłużyć w ramach dowolnej, usystematyzowanej, ilościowej oceny wstępnej projektu do ustalenia tego, czy lub w jakiej mierze dany projekt zasługuje na realizację ze społecznego punktu widzenia. Analiza kosztów i korzyści różni się więc od zwykłej oceny finansowej tym, że uwzględnia wszystkie korzyści i koszty, niezależnie od tego, kto je ponosi [1].

Cechą rachunku efektywności ekonomicznej jest to, że zachowuje on strukturę rachunku finansowej efektywności przedsięwzięcia inwestycyjnego. A zatem na podstawie skonstruowanego rachunku przepływów pieniężnych obliczane są wartości kryteriów oceny efektywności inwestycji, takie jak wartość bieżąca netto (NPV), wewnętrzna stopa zwrotu (IRR) czy też wskaźnik rentowności (PI). Analiza obejmuje tutaj koszty i korzyści społeczne, dlatego często stosuje się nieco odmienne nazewnictwo, gdzie odpowiednikiem NPV jest ekonomiczna wartość bieżąca netto (Economic Net Present Value – ENPV), odpowiednikiem IRR jest eko-

nomiczna wewnętrzna stopa zwrotu (Economic Internal Rate of Return – ERR), a odpowiednikiem PI jest wskaźnik korzyści-koszty (Benefit-Cost Ratio – B/C). Interpretacja tych wskaźników jest identyczna jak w analizie finansowej.

Pierwszym krokiem w rachunku ekonomicznym jest usunięcie z rozpatrywanych strumieni pieniężnych elementów transferów, tj. pozycji, które nie stanowią ekwiwalentu użycia rzeczywistych zasobów w gospodarce, lecz jedynie świadczą o przekazaniu roszczeń w odniesieniu do zasobów między podmiotami gospodarującymi. Zalicza się do nich podatki, cła, subwencje, dotacje, transakcje kredytowe (o ile zostały uwzględnione na etapie analizy finansowej) [20].

Drugim etapem jest wyeliminowanie istniejących zniekształceń, polegające na szacowaniu cen, jeśli takie nie istnieją (dotyczy to kosztów i korzyści zewnętrznych oraz dóbr publicznych), lub korygowaniu cen obserwowanych na rynkach, ale nie odzwierciedlających wartości społecznej dóbr i usług (dotyczy to istnienia monopolii, także naturalnych, asymetrii informacji oraz zniekształceń będących wynikiem polityki państwa; należy do nich stosowanie różnego rodzaju podatków, ceł czy subsydiów).

Kolejnym istotnym zagadnieniem jest korekta stopy dyskontowej zastosowanej na etapie analizy finansowej. Finansowa stopa dyskontowa opiera się na preferencjach wyrażanych na rynku kapitałowym. Ekonomiczna stopa dyskontowa jest to stopa aktualizacji wyrażająca preferencje społeczeństwa w zakresie spożycia w czasie [20]. Stopę taką przyjęto określać jako społeczną stopę dyskontową (*Social Discount Rate* – SDR). Zarówno w literaturze naukowej, jak i w praktyce międzynarodowej spotkać można wiele koncepcji dotyczących interpretacji i zasad ustalania wartości SDR. Zazwyczaj proponowane wartości są stosunkowo niskie. Komisja Europejska dla celów CBA zaleca stosowanie SDR na poziomie 5%. Funkcjonuje ona jako standardowy wskaźnik wzorcowy dla projektów współfinansowanych ze środków UE [1]. Natomiast amerykańska Agencja Ochrony Środowiska (Environmental Protection Agency – EPA) zaleca stosowanie SDR na poziomie 2-3% [6].

3. Wskaźnik jednostkowy korzyści środowiskowych produkcji energii z OZE

Korzyści środowiskowe są jednym z najistotniejszych czynników decydujących o ekonomicznej efektywności inwestycji w sektorze energetyki odnawialnej. Jednak warunkiem uwzględnienia korzyści zewnętrznych w procesie decyzyjnym jest określenie ich wiarygodnych wartości. Mimo że efekty zewnętrzne produkcji energii są przedmiotem wieloletnich intensywnych badań, obliczenie ich pieniężnej wartości jest sprawą złożoną i ciągle kontrowersyjną. Istnieje wiele metod wyceny kosztów i korzyści środowiskowych, z których za najbardziej poprawne uważa się tzw. nowoczesne metody wyceny, zaliczane do grup metod ujawnionych i dekla-

rowanych preferencji¹. U podstaw tych metod, a także wszystkich kategorii kosztów i korzyści w CBA, leżą założenia ekonomii neoklasycznej. Ekonomia neoklasyczna rozwinęła subiektywną teorię wartości opartą na użyteczności dobra, jaką przedstawia ono dla konsumenta. Powstała jako nowa interpretacja kategorii wartości, stanowiąca zwłaszcza krytykę teorii wartości opartej na pracy rozwiniętej przez klasyków ekonomii. Subiektywna teoria wartości wywodzi się z przekonania, że celem gospodarowania jest zaspokajanie potrzeb ludzkich, stąd ich analiza powinna stanowić punkt wyjścia w interpretacji wartości. A zatem dobro ma wartość o tyle, o ile ma zdolność zaspokajania ludzkich potrzeb. Stosowana w CBA kategoria gotowości do zapłaty (*Willingness To Pay* – WTP) lub też, rzadziej, gotowości do przyjęcia rekompensaty (*Willingness To Accept* – WTA), dostarcza pieniężnego miernika wartości subiektywnej, jaką dla konsumenta reprezentuje dane dobro (w dalszych rozważaniach korzyści środowiskowe produkcji energii z OZE).

W ramach wyceny korzyści środowiskowych inwestycji w OZE w lutym 2007 r. autorka przeprowadziła ogólnopolskie badanie metodą wyceny warunkowej (*Contingent Valuation Method* – CVM) zaliczaną do grupy metod deklarowanych preferencji [13]. Metoda CVM została wybrana jako najbardziej poprawna do zastosowania w ramach analizy kosztów i korzyści – zarówno koncepcyjnie (w szczególności ze względu na to, że jako jedyna pozwala na wycenę wartości pozaużytkowych), jak i w warunkach polskich (brana pod uwagę metoda cen hedonicznych wymaga istnienia rozwiniętego rynku nieruchomości, natomiast metoda płac hedonicznych – równowagi na rynku pracy). Metoda ta polega na przeprowadzaniu wywiadów z konsumentami, podczas których podają oni swoje hipotetyczne wyceny dóbr i usług środowiskowych. Respondenci proszeni są bezpośrednio o określenie, jaką kwotę są gotowi zapłacić (WTP) za zmianę jakości środowiska lub też jaką kwotę są skłonni przyjąć jako rekompensatę (WTA) za wprowadzenie pewnych zmian w środowisku. Przeprowadzane eksperymenty dowodzą, że na obecnym poziomie zaawansowania metodycznego badań CVM odpowiednie skonstruowanie kwestionariusza badania oraz włączenie testów poprawności i wiarygodności otrzymanych wyników powinno prowadzić do uzyskania miarodajnych szacunków wartości². Badanie ankietowe składało się z etapów wstępnych: badania fokusowego oraz pilotażowego, które zostały przeprowadzone przez autorkę we własnym zakresie, i badania głównego, które zostało przeprowadzone we współpracy z Instytutem Badania Rynku i Opinii Społecznej IMAS International Sp. z o.o.³ Badanie główne zrealizowano na reprezentatywnej próbie dorosłych mieszkańców Polski liczącej 1009 osób, przy czym respondentami były głównie osoby decydujące o większości wydatków swojego gospodarstwa domowego. Badanie zostało

¹ Więcej na temat metod wyceny w: [11].

² Więcej na temat poprawności i wiarygodności CVM w: [14].

³ Badanie główne zostało sfinansowane z grantu promotorskiego MNiSW nr N112 003 31/0222 oraz programu stypendialnego dla doktorantów AE we Wrocławiu – DR BEST.

przeprowadzone metodą wywiadu bezpośredniego w domach respondentów. Kwestionariusz składał się ze wstępu (opisu hipotetycznego rynku), dwunastu pytań zasadniczych oraz pytań dotyczących cech społeczno-demograficznych respondentów.

Badanie dotyczyło jakości powietrza w Polsce w odniesieniu do subiektywnego postrzegania tego zagadnienia przez respondentów i do gotowości płacenia części własnego dochodu w celu poprawy jakości powietrza. Zasadniczym celem badania było oszacowanie średniej miesięcznej kwoty gotowości do zapłaty (WTP) gospodarstwa domowego dodatkowo za energię elektryczną w celu poprawy jakości powietrza.

Jakość powietrza została zdefiniowana w kontekście wielkości szkód wyrządzanych przy danym poziomie zanieczyszczenia. Szkada środowiskowa składała się z sześciu odrębnych komponentów, takich jak: śmiertelność ludzi, zachorowania (głównie choroby oddechowe), widoczność, materiały budowlane, zabytki oraz ekosystemy. Podejście systemowe pomaga zminimalizować tzw. błąd skali (*embedding bias*) [7]. Występuje on, gdy respondenci interpretują proponowaną zmianę jakości/dostępności danego dobra jako ofertę odnoszącą się do dobra pojętego szerzej (ewentualnie węziej). Stąd w każdym pytaniu respondenci wyceniali zmianę, która wpływa jedynie na dany komponent szkody środowiskowej, przy założeniu innych komponentów na niezmiennym poziomie. W przeprowadzonym przez autorkę badaniu wartość nadawana poprawie jakości powietrza równa jest sumie cząstkowych wartości WTP sześciu komponentów szkody środowiskowej. Należy zauważyć, że suma ta może różnić się od kwoty otrzymanej przez zadanie pytania wyceniającego odnośnie do jednoczesnej zmiany we wszystkich komponentach. Podejścia te powinny dać taką samą wartość, jeżeli poszczególne komponenty są dobrami całkowicie odrębnymi. W badaniu autorka testuje empirycznie odrębność poszczególnych komponentów. Respondent udziela odpowiedzi na serię pytań wyceniających dotyczących każdego komponentu odrębnie, następnie ankieter sumuje wartości cząstkowe WTP i przedstawia respondentowi całkowitą kwotę WTP nadaną przez niego poprawie jakości powietrza. Wtedy respondent ma możliwość jej zrewidowania, poprzez odpowiedź na pytanie, czy jego całkowite WTP jest równe przedstawionej kwocie, czy też niższe lub wyższe.

Pytania wyceniające zostały przedstawione w formie karty płatności. Respondent udzielał odpowiedzi za pomocą 20 możliwych kategorii kwot (od 0 do 500 zł). Dobór kwot został dokonany na podstawie badania pilotażowego w taki sposób, że rosną one mniej więcej liniowo w skali logarytmicznej.

Podstawowe statystyki podsumowujące odpowiedzi na pytania wyceniające są zawarte w tab. 1.

Średnia miesięczna kwota WTP za wyższą jakość powietrza atmosferycznego we wszystkich komponentach, po weryfikacji sumy przez respondentów (weryfikacja dokonana przez zadanie dodatkowego pytania, dotyczącego możliwości zmiany ostatecznej deklarowanej kwoty WTP) oraz po usunięciu skrajnych odpowiedzi – 0,5% najniższych i najwyższych odpowiedzi, wyniosła 9,86 zł. Leży ona

Tabela 1. Oszacowane parametry rozkładów wszystkich danych (w zł)

Oszacowany parametr	Śmiertelność	Zachorowalność	Widoczność	Materiały budowlane	Zabytki	Ekosystem, rolnictwo	Suma	Suma po weryfikacji	Różnica
Średnia	3,409	3,327	2,019	1,443	1,714	2,321	14,233	10,920	-3,313
Przedział ufności 95%	2,359 4,459	2,506 4,148	1,538 2,501	1,178 1,708	1,329 2,098	1,948 2,693	11,525 16,941	9,452 12,387	-4,996 -1,630
Średnia ucięta o 1% danych	2,693	2,610	1,639	1,227	1,405	2,044	12,073	9,858	-1,911
Mediana	1	1	0,5	0	0	1	5	5	0
Odchylenie standardowe	17,014	13,310	7,801	4,297	6,226	6,037	43,894	23,783	27,276
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	-595
Max	500	300	200	70	150	100	810	300	25

Źródło: opracowanie własne.

w przedziale ufności dla zwykłej średniej (ta cecha jest prawdziwa także dla wszystkich cząstkowych WTP). Zwraca uwagę to, że mediana jest zdecydowanie niższa od średniej – wynosi 5 zł. Spowodowane jest to dużym udziałem deklaracji zerowych. Oszacowana całkowita średnia miesięczna WTP po weryfikacji jest niższa od pierwotnej średniej WTP. Oznacza to, że część respondentów zdecydowała się na zmianę pierwotnej zadeklarowanej sumy WTP, przy czym większość respondentów decydujących się na zmianę deklarowała kwotę niższą od pierwotnej. Zachowanie respondentów polegające na zaniżeniu ostatecznej deklarowanej kwoty WTP mogłoby świadczyć o częściowym pokrywaniu się dóbr (efekt zanurzenia). Jednak w badaniu 34% respondentów zmieniających kwotę zdecydowało się na jej podwyższenie, a zatem kierunek zmiany nie jest jednoznaczny. Można taką tendencję interpretować pozytywnie jako dowód zaangażowania respondentów w proces wyceny. Stanowi to dowód na świadome podejmowanie decyzji przez respondentów i brak występowania, częstego w badaniach, syndromu *yea saying*, który w tym wypadku mógłby polegać na przytakiwaniu sugestii ankietera co do zaakceptowania zadeklarowanej pierwotnej kwoty WTP.

Kolejną część kwestionariusza stanowią pytania dotyczące opinii respondentów na dany temat. Pytania te zostały zaprojektowane z myślą o zidentyfikowaniu respondentów protestujących, czyli osób, które zadeklarowały zerową gotowość do zapłacenia niezgodną z ich prawdziwymi preferencjami, jako wyraz protestu przeciwko pewnym aspektom kwestionariusza. Na podstawie odpowiedniej procedury zidentyfikowano 90 respondentów protestujących, co stanowi 8,9% próby. Statystyki charakteryzujące tendencję centralną po usunięciu respondentów protestujących przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2. Oszacowane parametry rozkładów wszystkich danych po usunięciu respondentów protestujących (w zł)

Oszacowany parametr	Śmiertelność	Zachorowalność	Widoczność	Materiały budowlane	Zabytki	Ekosystem, rolnictwo	Suma	Suma po weryfikacji	Różnica
Średnia	3,743	3,653	2,217	1,584	1,881	2,548	15,627	11,989	-3,638
Przedział ufności 95%	2,593 4,894	2,754 4,552	1,690 2,744	1,295 1,874	1,461 2,302	2,142 2,954	12,669 18,585	10,395 13,584	-5,484 -1,791
Średnia ucięta o 1% danych	3,008	2,917	1,852	1,379	1,569	2,296	13,461	11,008	-2,216
Mediana	1	1	0,5	0	0,5	1	6	5,5	0
Odchylenie standardowe	17,793	13,904	8,148	4,477	6,500	6,280	45,755	24,662	28,559
Min	0	0	0	0	0	0	0	0	-595
Max	500	300	200	70	150	100	810	300	25

Źródło: opracowanie własne.

Po usunięciu tych obserwacji średnia miesięczna kwota gotowości do zapłaty z próby wzrosła o 1,15 zł (około 12%) i wynosi 11,01 zł (po usunięciu 0,5% najniższych i najwyższych wartości). Mediana jest również nieco wyższa – 5,5 zł, w porównaniu do 5 zł z całej próby.

Przeprowadzono także testy istotności mające na celu wykrycie zależności między zgłaszanym protestem a cechami społeczno-demograficznymi respondentów. Okazało się, że protest nie zależy istotnie od badanych cech, z wyjątkiem wieku – protestujący są starsi.

Kończącą część kwestionariusza stanowią pytania dotyczące cech społeczno-demograficznych respondentów, które zostały wykorzystane do grupowania respondentów i porównywania wartości w grupach, a także analizy regresji gotowości do zapłaty od poszczególnych cech respondentów. Analiza regresji została wykonana głównie za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji. Przeprowadzono testy istotności w oparciu o statystykę F-Snedecora. Analizy były wykonywane w grupie bez respondentów protestujących. Przedstawiono zależności między wysokością całkowitego WTP a płcią, stanem cywilnym, wykształceniem, liczbą osób w rodzinie, wielkością miejscowości, województwem, w którym mieszkali respondenci, miesięcznym dochodem netto w gospodarstwie domowym oraz wiekiem respondentów. Końcowy wniosek jest taki, że deklarowana kwota WTP zależy istotnie od województwa (najwyższe wartości w zachodniopomorskim i dolnośląskim, a najniższe w mazowieckim i świętokrzyskim), jednak nie można stwierdzić, czym ta zależność jest spowodowana, od stanu cywilnego – osoby stanu wolnego są skłonne płacić najwięcej, osoby pozostające w stałych związkach mniej, a osoby

owdowiałe i rozwiedzione – najmniej, oraz od wieku – starsi są skłonni przeciętnie płacić mniej. Szczególnie istotny wydaje się brak zależności między gotowością do zapłaty a dochodem gospodarstw domowych. Ujawnienie braku tej zależności autorka jest skłonna przypisać przede wszystkim niskiemu poziomowi zamożności społeczeństwa polskiego, co skutkuje dużą presją na zaspokajanie podstawowych potrzeb gospodarstwa domowego, ale także niewielkiemu doświadczeniu społeczeństwa w uczestnictwie w badaniach ankietowych, w postawie roszczeniowej wielu osób oraz wciąż niskiej świadomości ekologicznej.

Badanie ankietowe ostatecznie posłużyło do oszacowania wskaźnika jednostkowego korzyści środowiskowych produkcji energii z OZE (1 MWh energii elektrycznej lub 1 GJ ciepła) według procedury zaproponowanej przez autorkę. Korzyści środowiskowe produkcji energii z odnawialnych źródeł zostały obliczone na podstawie szacunku unikniętych kosztów środowiskowych produkcji „czarnej” energii przez energetykę zawodową. A zatem przyjęto założenie, że energia ze źródeł odnawialnych zastępuje energię ze źródeł konwencjonalnych. Stwierdzenie to nie tylko dotyczy sytuacji, gdy źródła odnawialne zastępują już istniejące źródła konwencjonalne, ale także odnosi się do przypadku zwiększania produkcji energii. Przy obecnym braku w Polsce elektrowni jądrowych należy przyjąć, że gdyby nie źródła odnawialne, to owo zwiększenie produkcji energii musiałoby się odbyć w źródłach konwencjonalnych.

Do obliczeń wskaźnika jednostkowego korzyści środowiskowych produkcji energii z OZE, a konkretnie w celu określenia udziału procentowego emisji zanieczyszczeń przez energetykę zawodową w całkowitym rocznym zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego, przyjęto wielkość procentową ditlenku siarki, jako reprezentatywnego rodzaju zanieczyszczenia powietrza, ze względu na to, że jest to zanieczyszczenie oddziałujące w większym lub mniejszym stopniu praktycznie na wszystkie komponenty szkody środowiskowej wskazane w badaniu ankietowym. Obliczony na tej podstawie odsetek rocznej średniej kwoty gotowości do zapłaty deklarowanej przez gospodarstwa domowe w Polsce został przyjęty jako wysokość szkód środowiskowych powodowanych przez energetykę zawodową w Polsce. Obliczony na tej podstawie wskaźnik jednostkowy korzyści środowiskowych produkcji energii z OZE wynosi 7,22 zł/MWh, a w przeliczeniu na energię ciepła – 2,01 zł/GJ.

Autorka zdaje sobie sprawę, że jest to wartość w znacznej mierze szacunkowa. Jednak praktycznie wszystkie metody wyceny środowiska są obciążone pewną dozą niepewności i na razie nie da się tego uniknąć. Stąd też wyniki badania pierwotnego porównano z alternatywnym szacunkiem korzyści środowiskowych, dokonany w znacznej mierze metodą przenoszenia korzyści, według metodyki rozwiniętej w ramach projektu ExternE (*External Costs of Energy*) Komisji Europejskiej [5] (pierwotnie badania dotyczyły krajów UE-15). Takie zestawienie należy traktować jako swoisty rodzaj analizy wrażliwości, w ramach oceny ekonomicznej efektywności inwestycji w energetykę odnawialną, ze względu na szacunek korzy-

ści środowiskowych. Koszty zewnętrzne wytwarzania energii z paliw kopalnych przez energetykę zawodową w Polsce na podstawie uproszczonej metodyki ExternE oszacowali Radović i Strupczewski; wyniosły one 106,57 zł/MWh energii elektrycznej oraz 28,61 zł/GJ ciepła [15].

Wartości uzyskanych wskaźników bardzo się różnią. Obydwa wskaźniki są jednak porównywalne ze względu na rodzaje ujmowanych kosztów zewnętrznych, ponadto w obydwu badaniach największy udział kosztów stanowią koszty zdrowotne. Przyglądając się bliżej zastosowanej metodyce ExternE, należy stwierdzić, że główne pozycje kosztów były określane metodami zbliżonymi do CVM. Koszty te zostały określone przez szacunek gotowości do zapłaty za obniżenie ryzyka zdrowotnego. Należy zatem liczyć się z tym, że po przeniesieniu wyników badań z krajów wysoko rozwiniętych (kraje UE-15) do Polski wyniki muszą być obciążone pewnym błędem (zawyżone). Autorzy badania również zwracają na ten aspekt uwagę, podkreślając, że w przenoszeniu wycen finansowych wartości życia i zdrowia między różnymi krajami występują trudności związane głównie z różnicami w poziomie dochodów (w konsekwencji z różnicą w WTP dla obniżenia ryzyka przedwczesnego zgonu/zachorowania), w rozkładzie wiekowym ludności i wskaźnikach umieralności. Struktura wiekowa i wskaźniki umieralności w Polsce są bliskie wartościom średnich dla UE, natomiast istotna różnica występuje w poziomie DNB na mieszkańca (około czterokrotnie niższy DNB na mieszkańca niż w krajach UE-15). Zdaniem autorki jest to główna przyczyna otrzymania wyższej wartości wskaźnika w badaniu metodyką ExternE w porównaniu z badaniem pierwotnym metodą CVM.

Można przyjąć, że wyniki badania autorskiego metodą CVM są zaniżone. Przyczyn takiego stanu rzeczy można upatrywać w niewielkim doświadczeniu społeczeństwa w uczestnictwie w badaniach ankietowych oraz postawie roszczeniowej wielu osób, we wciąż niskiej świadomości ekologicznej społeczeństwa oraz niskim poziomie dochodów, co skutkuje dużą presją na zaspokajanie podstawowych potrzeb, przesuwając kwestie ochrony środowiska na plan dalszy – jest to sytuacja typowa dla krajów rozwijających się. A zatem można przyjąć, że wskaźnik obliczony w badaniu autorskim wartościuje korzyści środowiskowe od dołu (wersja konserwatywna wyceny), a wskaźnik ExternE – od góry.

4. Podsumowanie i wnioski z przeprowadzonych analiz – studium przypadku

Poniżej zostały przedstawione wyniki oceny finansowej i ekonomicznej efektywności przykładowych, zrealizowanych w Polsce, przedsięwzięć inwestycyjnych z obszaru energetyki odnawialnej: parku wiatrowego [9], ciepłowni biomasowej [10] oraz elektrowni biogazowej [12]. Efektywność finansowa została obliczona w dwóch wariantach: w wariantcie bazowym oraz przy założeniu braku instrumentów

wsparcia ze strony państwa. Dopiero ten drugi wariant jest właściwy do porównania efektywności finansowej z ekonomiczną. Efektywność ekonomiczna przedsięwzięć została obliczona dla czterech wariantów, uwzględniających niższy wskaźnik korzyści środowiskowych obliczony na podstawie badania autorskiego, wyższy wskaźnik na podstawie metodyki ExternE oraz wyższą społeczną stopę dyskontową rekomendowaną przez KE i niższą rekomendowaną przez EPA.

Tabela 3. Wartości kryteriów oceny efektywności finansowej i ekonomicznej parku wiatrowego, ciepłowni biomasowej oraz elektrowni biogazowej

		NPV [zł]	PI	IRR [%]
Efektywność finansowa: WACC=7%	Park wiatrowy	120 145 953	2,93	27,15
	Ciepłownia biomasowa	515 650	1,24	10,62
	Elektrownia biogazowa	12 422 808	8,82	78,57
Efektywność finansowa bez wsparcia państwa: WACC=7%	Park wiatrowy	-9 992 977	0,89	5,52
	Ciepłownia biomasowa	-762 920	0,79	3,43
	Elektrownia biogazowa	1 804 825	1,6	13,53
		ENPV (zł)	B/C	ERR (%)
Efektywność ekonomiczna: wskaźnik korzyści środowiskowych na poziomie 7,22 zł/MWh (2,01 zł/GJ); SDR=5%	Park wiatrowy	24 697 651	1,28	7,96
	Ciepłownia biomasowa	314 958	1,09	6,26
	Elektrownia biogazowa	4 290 900	2,42	17,45
Efektywność ekonomiczna: wskaźnik korzyści środowiskowych na poziomie 7,22 zł/MWh (2,01zł/GJ); SDR=3%	Park wiatrowy	47 616 023	1,54	7,96
	Ciepłownia biomasowa	906 126	1,25	6,26
	Elektrownia biogazowa	5 804 054	2,92	17,45
Efektywność ekonomiczna: wskaźnik korzyści środowiskowych na poziomie 106,57 zł/MWh (28,61 zł/GJ); SDR=5%	Park wiatrowy	89 327 546	2,00	14,77
	Ciepłownia biomasowa	5 962 906	2,65	24,54
	Elektrownia biogazowa	9 862 443	4,26	31,85
Efektywność ekonomiczna: wskaźnik korzyści środowiskowych na poziomie 106,57 zł/MWh (28,61 zł/GJ); SDR=3%	Park wiatrowy	124 771 649	2,4	14,77
	Ciepłownia biomasowa	7 401 989	3,04	24,54
	Elektrownia biogazowa	12 455 401	5,11	31,85

Źródło: opracowanie własne.

Wydaje się, że analiza przykładowych inwestycji w OZE potwierdza często wyrażany w literaturze pogląd, jakoby efektywność ekonomiczna tych inwestycji była zdecydowanie wyższa od ich efektywności finansowej (bez wsparcia państwa). W analizowanych przypadkach efektywność ekonomiczna kształtuje się na wysokim poziomie, a zatem przedsięwzięcia powinny być zrealizowane, gdyż prowadzą do wzrostu dobrobytu społecznego. Jednak w przypadku parku wiatrowego i ciepłowni biomasowej przedsięwzięcia nie są efektywne finansowo (przy czym w przypadku parku wiatrowego strata netto jest ogromna), a zatem bez ingerencji państwa rynek nie doprowadziłby do ich realizacji, prowadząc do ubytku dobrobytu społecznego. Wysoka efektywność ekonomiczna, przy niskiej, często ujemnej, efektywności finansowej inwestycji w energetykę odnawialną potwierdza zasadność działań państwa w celu wsparcia rozwoju tego sektora. W analizowa-

nych przypadkach uzasadnione ze społecznego punktu widzenia było zastosowanie narzędzi wsparcia w postaci dotacji z EkoFunduszu, kredytu preferencyjnego z NFOŚiGW oraz przychodów z tytułu sprzedaży świadectw pochodzenia energii. Analizowany projekt elektrowni biogazowej wykazuje efektywność już na etapie analizy finansowej bez wsparcia państwa, a zatem sam mechanizm rynkowy doprowadziłby do jego realizacji. Ingerencja państwa w postaci dotacji z EkoFunduszu oraz przychodów z tytułu sprzedaży świadectw pochodzenia energii z OZE w tym przypadku była zbędna. Jest to jednak nadal sytuacja raczej nietypowa dla inwestycji w OZE. W związku z tym należy przypuszczać, że bez wsparcia państwa tego typu inwestycje często nie byłyby podejmowane, prowadząc do znacznego zmniejszenia dobrobytu społecznego.

Literatura

- [1] *Analiza kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych: Przewodnik*, dokument opracowany przez Jednostkę ds. Ewaluacji, Dyrekcja Generalna – Polityka Regionalna, Komisja Europejska, 2003.
- [2] Blaug M., *Teoria ekonomii. Ujęcie retrospektywne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
- [3] Boardman A.E., Greenberg D.H. i in., *Cost-benefit analysis. Concepts and practice*, Prentice Hall, New Jersey 2001.
- [4] Dziegielewska D.A., Mendelsohn R., *Valuing air quality in Poland*, „Environmental and Resource Economics” 2005, no. 30, s. 131-163.
- [5] ExternE: Externalities of energy. Volume 7: Methodology 1998 update, *European Commission, EUR 18835, 1999*.
- [6] *Guidelines for Preparing Economic Analysis*, U.S. Environmental Protection Agency, 2000 [b.m.w.].
- [7] Hoehn J.P., Randall A., *Too many proposals pass the benefit cost test*, „The American Economic Review” 1989, vol. 79, s. 544-551.
- [8] *Kierunki rozwoju współczesnej ekonomii*, red. B. Fiedor, AE, Wrocław 1992.
- [9] Ligus (Baron) M., *Ocena ekonomicznej efektywności inwestycji w energetykę wiatrową – analiza studium przypadku*, [w:] *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, red. B. Bernaś, W. Pluta, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1159, AE, Wrocław 2007, s. 221-240.
- [10] Ligus (Baron) M., *Ocena ekonomicznej efektywności inwestycji w odnawialne źródła energii, na przykładzie ciepłowni biomasowej w Reczu*, [w:] *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, red. W. Pluta, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1152, AE, Wrocław 2007, s. 54-65.
- [11] Ligus (Baron) M., *Techniki pomiaru preferencji w analizie kosztów-korzyści projektów środowiskowych*, [w:] *Zarządzanie finansami firm – teoria i praktyka*, red. W. Pluta, Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu nr 1042, t. I, AE, Wrocław 2004, s. 33-47.
- [12] Ligus M., *Ocena finansowej i ekonomicznej efektywności inwestycji w odnawialne źródła energii – analiza studium przypadku elektrowni biogazowej*, [w:] *Rynek finansowy – Inspiracje z integracji europejskiej*, red. P. Kapusta, J. Węclawski, Wydawnictwo Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Lublin 2008, s. 539-546.

- [13] Ligus M., *Zastosowanie analizy kosztów i korzyści w ocenie ekonomicznej efektywności inwestycji w odnawialne źródła energii*, praca doktorska, AE, Wrocław 2007.
- [14] Mitchell R.C., Carson R.T., *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*, Resources for the Future, Washington, D.C., 1989.
- [15] Radović U., Strupczewski A., *Koszty zewnętrzne wytwarzania energii elektrycznej w Polsce*, „Biuletyn Miesięczny PSE S.A.” 2006, nr 1/2.
- [16] Radović U., *Energia elektryczna ze źródeł odnawialnych w Polsce – czy uniknięty koszt zewnętrzny uzasadnia dodatkowy koszt dla odbiorców finalnych?*, I Regionalna Konferencja i Wystawa „Energia odnawialna na Pomorzu Zachodnim” Szczecin, 26 listopada 2003, s. 81-91.
- [17] Radović U., *Uproszczona metodyka szacowania kosztów zewnętrznych w wyniku emisji zanieczyszczeń powietrza związanych z wytwarzaniem energii elektrycznej*. XVI Konferencja z cyklu „Zagadnienia surowców energetycznych w gospodarce krajowej” zorganizowana przez Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią oraz Komitet Gospodarki Surowcami Mineralnymi Polskiej Akademii Nauk, Zakopane 2002.
- [18] Rozporządzenie Rady (WE) nr 1083/2006 z dnia 11 lipca 2006 r. ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Funduszu Spójności i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1260/1999, DzU Unii Europejskiej z 31.07.2006.
- [19] Sell A., *Project evaluation. An integrated financial and economic analysis*, Avebury, Sydney 1991.
- [20] Sulejewicz A., *Analiza społecznych kosztów i korzyści. Między ekonomią dobrobytu a planowaniem rozwoju*, PWN, Warszawa 1991.
- [21] www.ure.gov.pl

ENVIRONMENTAL BENEFITS INDICATORS IN THE ASSESSMENT OF ECONOMIC EFFECTIVENESS OF INVESTMENTS IN RENEWABLE ENERGY SOURCES

Summary

The paper concerns methodological aspects of economic effectiveness of renewable energy projects assessment, based on cost-benefit analysis (CBA), focusing on the valuation of environmental benefits from renewable energy production. The empirical research results of valuing benefits from improving air quality in Poland using contingent valuation method (CVM) are presented. The survey was held on all-Polish sample of adults in cooperation with professional public opinion research centre. The main goal of the research was to find the household's average monthly willingness to pay in addition to electricity bill in order to improve air quality in Poland. The research finally was used to estimate the environmental benefits indicator from renewable energy production, after the procedure proposed by the author. The result of the original research was confronted with the alternative research conducted with benefit transfer method on the basis of methodology of European Commission's ExternE (External Costs of Energy) project. The conclusions on the financial and economic effectiveness of renewable energy projects are supported with the results of case studies of wind power plant, biomass heat-generating plant and biogas power plant.