

Ocena efektywności dofinansowania działań proekologicznych podejmowanych na poziomie województwa

Andrzej Graczyk

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, Polska

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki analizy i oceny efektywności ekonomiczno-ekologicznej nakładów ponoszonych ze środków publicznych na ograniczanie emisji i przedsięwzięcia przynoszące ten efekt pośrednio. Były to działania dofinansowane przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w województwie X w latach 2008–2010. Stwierdzono, że większość zadań nie spełniła podstawowego warunku — uzyskania nadwyżki unikniętych kosztów zewnętrznych nad wielkością dofinansowania ze środków publicznych.

Słowa kluczowe: koszty zewnętrzne, wycena, finansowanie, nakłady publiczne, efektywność

Wstęp

Inwestycje w sferze ochrony środowiska są często dofinansowane ze źródeł publicznych. Środki te są ograniczone i nie wystarczają na dofinansowanie wszystkich programów. Stąd podstawowym problemem jest określenie, czym jest efektywność dla tego typu przedsięwzięć, a w szczególności, w jaki sposób połączyć cele ekonomiczne i ekologiczne. W artykule przedstawiono wyniki analizy i oceny efektywności ekonomiczno-ekologicznej nakładów ponoszonych ze środków publicznych na ograniczanie niskiej emisji i przedsięwzięcia przynoszące ten efekt pośrednio. Były to działania dofinansowane przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (WFOŚiGW) w województwie oznaczonym w tekście jako X w latach 2008–2010 oraz podejmowanych przez Urząd Marszałkowski województwa X w latach 2008–2010.

1. Podstawy oceny efektów zewnętrznych ograniczania niskiej emisji

Dofinansowanie ze środków publicznych przedsięwzięć służących ograniczaniu emisji powinno uwzględniać efekty ekologiczne. Efekt ekologiczny można wyrazić w postaci wycenionych pieniędzy — kosztów (efektów) zewnętrznych. W definiowaniu efektów zewnętrznych stosuje się dwa podejścia. Jedno z nich dotyczy charakteru relacji między podmiotami, a drugie koncentruje się na niedoskonałości (braku) rynków. Zgodnie z pierwszym podejściem, dla definiowania efektów zewnętrznych istotne znaczenie ma wpływ działań jednych podmiotów na funkcje użyteczności lub funkcje produkcji innych podmiotów. Zgodnie z drugim podejściem, definicja efektów zewnętrznych przyjmuje brzmienie: efekty zewnętrzne występują wówczas, gdy w gospodarce opartej na zdecentralizowanych procedurach regulacyjno- optymalizacyjnych występują niedostateczne bodźce do tworzenia efektywnych rynków i czynników produkcji, co prowadzi do sytuacji, w której równowaga rynkowa nie spełnia warunków optymalności Pareto.

* Niniejszy artykuł powstał na podstawie badań nad analizą ekonomiczną działań inwestycyjnych prowadzonych przez Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska w województwie X oraz analizą kosztów zewnętrznych, wykonanych przez autora na zlecenie Atmoterm S.A. Opole w roku 2011.

Ekologiczny koszt zewnętrzny w szerokim ujęciu to technologiczny koszt zewnętrzny powstający za pośrednictwem środowiska w przypadku, gdy funkcja celu podmiotów korzystających ze środowiska zawiera określone dobra środowiskowe, które powinny być dostępne na poziomie odpowiednim dla realizacji ich celów i nie pogarszającym ich pozycji w stosunku do innych podmiotów.¹ Przeprowadzenie oryginalnych badań kosztów zewnętrznych dla każdego z dofinansowywanych przedsięwzięć byłoby bardzo czasochłonne i kosztowne. Przybliżony obraz można uzyskać z wykorzystaniem metody przenoszenia wartości.² W celu wyceny kosztów zewnętrznych związanych z niską emisją można wykorzystać wyniki badań przeprowadzonych w krajach Unii Europejskiej (Bickel i Friedrich 2005; *External Costs...* 2003; *Methodology...* 1997). Wskaźniki dla warunków polskich zostały przyjęte na podstawie danych z krajów UE oraz współczynnika korekcyjnego wyrażającego stosunek PKB Polski i krajów UE (Suwała i inni 2006). Przy kursie euro na poziomie 4 zł, jednostkowe koszty zewnętrzne zostały zestawione w tabeli 1.

Tab. 1. Koszty zewnętrzne na jednostkę emisji w Polsce (zł/kg)

Zanieczyszczenie (<i>i</i>)	Koszt zewnętrzny zanieczyszczenia (<i>K_i</i>)
Pył	19,70
SO ₂	9,10
NO _x	7,60
CO ₂	0,04

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Suwała, Kudełko i Kamiński (2006, s. 72)

Obliczenie całkowitego kosztu zewnętrznego w wyniku zmiany emisji polega na obliczeniu sumy iloczynów

$$(1) \quad E_z = \sum_{i=1}^n \Delta Q_i \cdot K_i,$$

gdzie:

E_z — roczny koszt zewnętrzny zmiany emisji zanieczyszczeń,

ΔQ — zmiana wielkości emisji zanieczyszczenia (kg),

K_i — jednostkowy koszt zewnętrzny emitowanego zanieczyszczenia (zł/kg),

i — rodzaj zanieczyszczenia.

Na przykład, gdy w wyniku zastosowania przedsięwzięcia j następuje spadek emisji: pyłu o 500 kg, SO₂ o 6 000 kg, NO_x o 2 000 kg, CO₂ o 1 000 000 kg, to odpowiadający temu roczny koszt zewnętrzny można obliczyć w następujący sposób:

$$E_{zj} = 500 \cdot 19,7 \text{ zł} + 6\,000 \cdot 9,1 \text{ zł} + 2\,000 \cdot 7,6 \text{ zł} + 1\,000\,000 \cdot 0,04 \text{ zł} = 119\,650 \text{ zł}.$$

Jest to tzw. uniknięty koszt zewnętrzny, czyli taki, jaki nie powstanie wskutek ograniczenia emisji. Jest on więc miarą efektu — korzyści ekologicznych z tytułu zmniejszenia emisji.

2. Ograniczanie emisji a koszty zewnętrzne działań dofinansowanych przez WFOŚiGW w X w latach 2008–2010

Działania podejmowane w okresie 2008–2010 przez WFOŚiGW w X dotyczyły blisko 1100 umów. Wartość tych zadań przekraczała 1,2 mld zł (tab. 2). Zwraca uwagę prawie trzykrotny wzrost poziomu wartości zadań w roku 2010 w porównaniu z poprzednimi latami. Prawdopodobnie wynika on z prób doprowadzenia przez beneficjentów do przejęcia przez WFOŚiGW dofinansowania zadań, które wcześniej były finansowane z funduszy gminnych i powiatowych. Dofinansowanie zadań przez WFOŚiGW w X wyniosło w tym okresie prawie 0,5 mld zł. W ostatnim roku wzrost ten był umiarkowany (14%) w porównaniu do wzrostu w tym samym okresie kosztów zadań, które były dofinansowane. Udział WFOŚiGW w X w dofinansowaniu zadań w tym okresie

1. Więcej na ten temat w: (Graczyk 2005).

2. Więcej na ten temat w: (Markandya i Papp 1996) oraz (Boyle 1996).

wynosił prawie 39%. Przez dwa lata WFOŚiGW w X finansował około połowę wartości zadań. W ostatnim roku, mimo wzrostu finansowania przez WFOŚiGW w X udział ten spadł poniżej 30%. Wynikało to z różnej dynamiki wzrostu wartości zadań i wzrostu finansowania. Roczna redukcja emisji pyłu, którą można będzie osiągnąć dzięki realizacji tych zadań przekraczała w każdym roku 500 Mg. Jednak w latach 2009–2010 widać wyraźne zmniejszenie poziomu tego efektu w stosunku do roku 2008. Tendencję tę można po części wyjaśnić występowaniem prawa malejących efektów marginalnych — z czasem wyczerpują się efekty o największej skali na jednostkę nakładu i należy przejść do zadań o mniejszych efektach na jednostkę nakładu.

Efekt ekologiczny można ocenić w odniesieniu do jednostek naturalnych występujących jako przeciętna roczna redukcja emisji. Dla wszystkich nakładów każdego roku występuje efekt podwojenia nakładów w stosunku do roku poprzedniego. Jednak efekt ten trafniej byłoby przypisać tylko nakładom WFOŚiGW w X i z innych funduszy, których celem jest osiąganie efektów środowiskowych. Wynika to z faktu, że podmioty angażujące własne środki na termomodernizację czy docieplenie i większość podobnych przedsięwzięć, liczą przede wszystkim na efekt ekonomiczny z tytułu oszczędności energii. Na przykład dla redukcji pyłu dla środków przeznaczanych na dofinansowanie przez WFOŚiGW w X podwojenie takie nastąpiło tylko w roku 2009 w stosunku do roku 2008. W następnym roku wzrost ten był mniejszy (tab. 3).

Do obliczenia ekologicznych kosztów zewnętrznych pojedynczego przedsięwzięcia j , przynoszącego także redukcję innych zanieczyszczeń, w roku t , zastosowano formułę:

$$(2) \quad E_{zjt} = \sum_{i=1}^4 \Delta Q_i \cdot K_i,$$

gdzie:

ΔQ_i — zmiana wielkości emisji zanieczyszczenia w kg (ze znakiem minus oznacza zmniejszenie)

K_i — jednostkowy koszt zewnętrzny emitowanego zanieczyszczenia (zł/kg), podany w tabeli 1.

Tab. 2. Dofinansowanie zadań przez WFOŚiGW w X w latach 2008–2010

	2008	2009	2010 ^a	2008–2010
Koszt zadań ogółem (mln zł)	234,38	293,50	713,35	1 241,23
w tym dofinansowanie WFOŚiGW	116,63	171,11	195,15	482,89
Udział WFOŚiGW w dofinansowaniu zadań (%)	49,76	58,30	27,36	38,90

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych WFOŚiGW w X

^ado 4 listopada 2010 r.

Tab. 3. Przeciętna roczna redukcja emisji pyłu na jednostkę nakładów w zadaniach współfinansowanych przez WFOŚiGW w X w latach 2008–2010 (tys. zł/kg redukcji emisji rocznej pyłu)

	2008	2009	2010 ^a	2008–2010
Nakłady ogółem	0,29	0,52	1,31	0,65
w tym dofinansowanie WFOŚiGW	0,15	0,31	0,36	0,25

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych WFOŚiGW w X

^ado 4 listopada 2010 r.

Tab. 4. Roczne koszty zewnętrzne odpowiadające ograniczeniu emisji dzięki nakładom ponoszonym przy udziale WFOŚiGW w X w latach 2008–2010

	zł	%
Roczne koszty ogółem	64 994 736,40	100,00
z tego:		
z tytułu ograniczenia emisji pyłu	37 455 859,97	57,63
z tytułu ograniczenia emisji SO ₂	14 893 438,35	22,91
z tytułu ograniczenia emisji NO _x	3 273 991,98	5,04
z tytułu ograniczenia emisji CO ₂	9 371 446,10	14,42

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych WFOŚiGW w X

Wartość kosztów zewnętrznych, odniesionych do jednego roku wyceniono na podstawie wskaźników kosztów jednostkowych podanych w tabeli 1. Wyniki szacunku przedstawiono w tabeli 4. Na podstawie wyników przedstawionych w tejże tabeli można stwierdzić, że większość efektów, uzyskanych dzięki poniesionym przez WFOŚiGW w X nakładom, związanych z ograniczeniem ekologicznych kosztów zewnętrznych uzyskuje się w wyniku ograniczeniu emisji pyłu. Łącznie z efektami związanymi z emisją dwutlenku siarki, na te dwa rodzaje redukcji zanieczyszczeń przypada ponad 80% uzyskanych efektów w postaci ograniczenia kosztów zewnętrznych.

3. Ocena ogólnej efektywności ekologiczno-ekonomicznej dofinansowanych przedsięwzięć

Efektywność ekologiczno-ekonomiczną dofinansowania przedsięwzięć można oceniać jako efektywność bezwzględną lub efektywność względną. W pierwszym przypadku chodzi o nadwyżkę korzyści ekologicznych (unikniętych kosztów zewnętrznych) nad nakładami nad dofinansowanie przedsięwzięcia. Powinna ona być większa od zera. W drugim miarą efektywności jest relacja korzyści do nakładów, która powinna być większa od 1. W obu przypadkach koszty zewnętrzne, które mogą być ograniczone dzięki tym nakładom są miarą korzyści osiąganych z tytułu wydatkowania środków publicznych.³ Ponieważ nakłady ponoszone są jednorazowo, a efekty występują przez określony okres, konieczne jest dyskontowanie kosztów zewnętrznych. Zdyskontowany koszt zewnętrzny emisji obliczono przy założeniu 30-letniego okresu występowania efektów ekologicznych i 5% stopy dyskonta. Efekt ten został wyceniony dla ponad 1000 zadań dla okresu 2008–2010 na podstawie wskaźników kosztów jednostkowych podanych w tabeli 1.

Do obliczenia ekologicznych kosztów zewnętrznych pojedynczego zadania zastosowano formułę:

$$(3) \quad E_{zj} = \sum_{t=0}^n \frac{E_{zit}}{(1+r)^t},$$

gdzie:

E_z — roczny koszt zewnętrzny zmiany emisji zanieczyszczeń,

ΔQ — zmiana wielkości emisji zanieczyszczenia w kg (ze znakiem minus oznacza zmniejszenie),

K_i — jednostkowy koszt zewnętrzny emitowanego zanieczyszczenia (zł/kg),

i — rodzaj zanieczyszczenia,

t — rok występowania efektów zewnętrznych ($t = 30$),

r — stopa dyskonta ($r = 0,05$).

Wyniki szacunku zdyskontowanych kosztów zewnętrznych przedstawia tabela 5. Przy powyższych założeniach występuje nadwyżka zdyskontowanego kosztu zewnętrznego nad wysokością nakładów ponoszonych przez WFOŚiGW w X na zadania, których efektem jest zmniejszenie emisji, a zatem także zmniejszenie (uniknięcie) kosztów zewnętrznych, które ta emisji mogłaby powodować w przeciągu 30 lat. Wynosi ona blisko 600 mln zł. Jest to wskaźnik efektywności bezwzględnej owych nakładów.

Tab. 5. Efektywność nakładów ponoszonych przez WFOŚiGW w X w latach 2008–2010 (zł)

Nakłady ponoszone przez WFOŚiGW w X	482 887 603,31
Zdyskontowany koszt zewnętrzny	1 064 123 138,74
Nadwyżka zdyskontowanego kosztu zewnętrznego nad wysokością nakładów ponoszonych przez WFOŚiGW w X	581 235 535,43

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych WFOŚiGW w X

3. Więcej na ten temat w: Analiza kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych: przewodnik. (Fundusz Strukturalny-EFRR, Fundusz Spójności i ISPA). Jednostka ds. Ewaluacji, Dyrekcja Generalna — Polityka Regionalna, Komisja Europejska, [a:] http://www.apsl.edu.pl/images/fundusze_zewnetrzne/programy_2014_2020/regulacje_prawne/Przewodnik_do_projektow_EFRR.pdf; Wytyczne w zakresie wybranych zagadnień związanych z przygotowaniem projektów inwestycyjnych, w tym projektów generujących dochód. Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2009.

Wskaźniki względnej efektywności ekonomiczno-ekologicznej mogą mieć różną postać. Zależy to od ich przeznaczenia, a także od charakteru i sposobu wyrażenia danych, jakie mogą być wykorzystane do obliczenia wskaźnika. Ogólny podział wskaźników oceny efektu ekonomiczno-ekologicznego, to:

- wskaźniki efektywności kosztowej,
- wskaźniki efektywności ekonomicznej.

Efektywność kosztowa jest rekomendowanym kryterium selekcji projektów generujących efekt ekologiczny. Może być szacowana przy użyciu jednego ze wskaźników:

- DGC — dynamiczny koszt jednostkowy, który pokazuje, jaki jest techniczny koszt uzyskania jednostki efektu ekologicznego,
- WK — wskaźnik efektywności kosztowej uzyskania efektu ekologicznego.

Względną efektywność ekonomiczno-ekologiczną nakładów ponoszonych przez WFOŚiGW w X lepiej odzwierciedla zdyskontowany koszt zewnętrzny przeliczony na jednostkę nakładu. Do oceny wykorzystano zdyskontowany wskaźnik efektywności ekologicznej z uwzględnieniem ekologicznych kosztów zewnętrznych. Dla przedsięwzięcia j ma on formułę:

$$(4) \quad WK_j = \frac{KI_j}{\sum_{t=0}^n \frac{E_{zjt}}{(1+r)^t}},$$

gdzie KI to koszt inwestycyjny sfinansowany przez WFOŚiGW.

Dla całości ocenianych przedsięwzięć wskaźnik efektywności względnej wynosi 2,21. Można go interpretować w taki sposób, że średnio dla przedsięwzięć finansowanych z WFOŚiGW w okresie 2008–2010 z 1 zł nakładów poniesionych przez WFOŚiGW uzyska się 2,21 zł korzyści w postaci unikniętych dzięki ograniczeniu emisji kosztów zewnętrznych. Można także mówić o uzyskaniu ok. 1,21 zł czystej nadwyżki dla społeczeństwa z tytułu zaangażowania przez WFOŚiGW środków publicznych na te cele.

4. Ocena efektywności według rodzajów przedsięwzięć

Poszczególne kierunki finansowania mają zróżnicowaną zdolność do kreowania tej nadwyżki. W obszarze objętym analizą sprawozdawczości WFOŚiGW w X wyróżnia się następujące kierunki wykorzystania nakładów: docieplenia, PONE (program ograniczania niskiej emisji), solary, termomodernizację i inne. Efekty ekologiczne i ich relację do nakładów w ramach tak wyróżnionych kierunków działań przedstawia tabela 6. Największe nakłady WFOŚiGW w X przeznaczył w analizowanym okresie na termomodernizację, następnie na cele „inne”. Zadania związane z programami ograniczenia niskiej emisji (PONE) były dofinansowane na podobnym poziomie, a najmniej przeznaczono na dofinansowanie zastosowania instalacji solarnych (11,8 mln zł).

Poziom efektywności wykorzystania nakładów różni się istotnie w ramach poszczególnych kierunków ponoszenia nakładów. W ramach wszystkich kierunków wykorzystania nakładów uzyskano dodatni wskaźnik efektywności bezwzględnej (nadwyżka kosztu nad dotacją WFOŚiGW w X).

Tab. 6. Efektywność wykorzystania środków poniesionych przez WFOŚiGW w X w latach 2008–2010 według kierunków wykorzystania nakładów

Kierunek wykorzystania nakładów	Nakłady WFOŚiGW(zł)	Koszt zewn. emisji zdyskontowany(zł)	Nadwyżka kosztu nad dotacją WFOŚiGW(zł)	Relacja zdyskontowanego kosztu zewn do nakładów WFOŚiGW
Docieplenia	73 656 353,03	79 728 304,12	6 071 951,09	1,08
PONE	81 176 373,27	410 751 745,86	329 575 372,59	5,06
Solary	11 786 986,27	12 342 536,06	555 549,79	1,05
Termomodernizacja	212 033 877,41	269 950 623,13	57 916 745,72	1,27
Inne	104 234 013,33	292 077 734,95	187 843 721,62	2,80

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych WFOŚiGW w X

Największa nadwyżka, wynosząca ponad 56% łącznej oszacowanej nadwyżki (to jest około 581 mln zł) przypada na dofinansowanie przedsięwzięć w zakresie programów ograniczania niskiej emisji. Na przedsięwzięcia zakwalifikowane jako „inne” przypada 31% łącznej nadwyżki, a około 10% na dofinansowanie termomodernizacji.

Pod względem poziomu efektywności względnej nakładów na dofinansowanie w ramach każdego z analizowanych kierunków wskaźnik przekracza poziom 1. Występują jednak znaczne różnicowania tego wskaźnika. Wyraźnie wyróżnia się kierunek PONE — wskaźnik 5,06 (to znaczy, że na 1 zł przeznaczoną na dofinansowanie uzyska się ponad 5 zł z tytułu ograniczenia kosztów zewnętrznych emisji zanieczyszczeń do powietrza atmosferycznego). Poziom efektywności względnej przekraczający przeciętny dla wszystkich kierunków (to jest 2,2) osiąga jeszcze tylko dofinansowanie w sferze zadań „innych”. Wskaźnik dla termomodernizacji jest już od tej średniej wyraźnie niższy (1,27). Natomiast wskaźniki dla pozostałych dwóch kierunków są zdecydowanie niższe i nie przekraczają poziomu 1,1.

Wystąpienie łącznej nadwyżki dla całości finansowanych zadań nie oznacza, że uzyska się ją dla każdego z zadań. Efektywność bezwzględna większa od zera wskazuje, że zadanie było choćby w minimalnym stopniu skuteczne. Ocena skuteczności ma tu charakter zero-jedynkowy. Jeśli projekt generuje nadwyżkę, to przyznajemy ocenę 1 — skuteczny. W tabeli 7 przedstawiono jaką część zadań w ramach poszczególnych kierunków generuje nadwyżkę.

Z danych przedstawionych w tabeli 7 wynika, że większość zadań (55,1%) nie spełniła podstawowego warunku — uzyskania nadwyżki korzyści nad kosztami. Jedynym kierunkiem, który wyróżnił się wysoką skutecznością jest współfinansowanie PONE. W ramach tego kierunku poziom skuteczności osiągnął 91,2%. W ramach kierunku „docieplenia” skuteczność ponoszenia nakładów sięga 50%. Następne dwa kierunki: „inne” i „termomodernizacja” reprezentują skuteczność na poziomie 36–38%. Najmniej projektów, które wygenerowały dodatni wynik w stosunku do wartości dofinansowania było w ramach dofinansowania projektów w solary.

Tab. 7. Skuteczność wykorzystania środków poniesionych przez WFOŚiGW w X w latach 2008–2010 według kierunków wykorzystania nakładów

Kierunek wykorzystania nakładów	Liczba zadań ogółem	Liczba zadań generujących nadwyżkę kosztów zewn. nad nakładami WFOS	Udział zadań generujących nadwyżkę (%)
Docieplenia	204	102	50,0
PONE	91	83	91,2
Solary	57	16	28,1
Termomodernizacja	605	237	36,5
Inne	135	52	38,5
Razem	1092	490	44,9

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych WFOŚiGW w X

Wnioski

Wyniki analizy wskazują, że występuje nadwyżka zdyskontowanego kosztu zewnętrznego nad wysokością nakładów ponoszonych przez WFOŚiGW w X na zadania, których efektem jest zmniejszenie emisji, a zatem także zmniejszenie (uniknięcie) kosztów zewnętrznych, które ta emisja mogłaby powodować w przeciągu 30 lat. Większość zadań (55,1%) nie spełniła jednak podstawowego warunku — uzyskania nadwyżki korzyści nad kosztami. Jedynym kierunkiem, który wyróżnił się wysoką skutecznością wydatkowania środków WFOŚiGW jest współfinansowanie PONE. Wyniki badań wyraźnie wskazują na potrzebę włączania wycenianych kosztów zewnętrznych do rozwiązywania problemu rozdziału środków publicznych przeznaczanych na ochronę środowiska. Przedstawiony problem ma charakter powszechny i nie dotyczy wyłącznie jednego województwa.

Literatura

- BICKEL P., FRIEDRICH R. (red.) (2005): *ExternE. Externalities of Energy. Methodology 2005 Update*. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.
- BOYLE K.J. (1996): *Konsekwencje zastosowania metody przenoszenia korzyści w warunkach ograniczonej dostępności danych*. [w:] G. Anderson i J. Śleszyński (red.): *Ekonomiczna wycena środowiska przyrodniczego. Referaty z konferencji "Wartościowanie dóbr i zasobów środowiska"*. Białowieża, 29 maja – 1 czerwca 1994 r., Białystok, "Ekonomia i Środowisko".
- External Costs. Research Results on Socio-Environmental Damages Due to Electricity and Transport*. (2003), Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.
- GRACZYK A. (2005): *Ekologiczne koszty zewnętrzne. Identyfikacja, szacowanie, internalizacja*. Białystok, "Ekonomia i Środowisko".
- MARKANDYA A., PAPP M. (1996): *Wycena szkód powodowanych zanieczyszczeniem powietrza. Zastosowanie koncepcji przenoszenia korzyści*. [w:] G. Anderson i J. Śleszyński (red.): *Ekonomiczna wycena środowiska przyrodniczego. Referaty z konferencji "Wartościowanie dóbr i zasobów środowiska"*. Białowieża, 29 maja – 1 czerwca 1994 r., Białystok, "Ekonomia i Środowisko".
- Methodology 1998*. (1997), ExternE. Externalities of Energy, t. 7, European Commission, Directorate-General XII, Science, Research and Development.
- SUWAŁA W., KUDEŁKO M., KAMIŃSKI J. (2006): *Ekologiczne scenariusze rozwoju krajowego sektora paliwowo-energetycznego*. „Polityka Energetyczna”, nr 9 (2), s. 65–82.