

Jerzy F. Bieńkowski, Janusz Jankowiak, Małgorzata Holka, Radosław Dąbrowicz

Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN

ŚRODOWISKOWA OCENA ROZWOJU ROLNICTWA W POLSCE W UJĘCIU REGIONALNYM

*ENVIRONMENTAL APPRAISAL OF AGRICULTURE DEVELOPMENT
IN POLAND FROM A REGIONAL PERSPECTIVE*

Słowa kluczowe: emisje, produkcja rolnicza, jakość środowiskowa, metoda DEA, efektywność, indeks środowiskowy, regiony

Key words: emissions, agricultural production, environmental quality, environmental index, DEA method, efficiency, regions

Abstrakt. Celem badań było przeprowadzenie środowiskowej oceny produkcji rolniczej w skali regionalnej uwzględniającej efektywność produkcji i emisję gazów cieplarnianych w rolnictwie. Do pomiaru stanu środowiskowego rolnictwa wykorzystano nieparametryczną metodę DEA. W badaniach wykorzystano dane za lata 2007 i 2011. Wykazano, że przeciętnie w Polsce pomiędzy 2007 a 2011 rokiem wystąpiła poprawa wykorzystania zasobów produkcyjnych oraz zmniejszył się negatywny wpływ produkcji na środowisko. W roku 2011 do grupy województw charakteryzujących się wysokim indeksem środowiskowym należały województwa: lubuskie, podlaskie i kujawsko-pomorskie. W porównaniu do zasobów województwa referencyjnego, województwa te spośród całej grupy, były w stanie wytworzyć hipotetycznie największą ilość pozytywnych efektów oraz w stosunkowo najmniejszym stopniu obciążać emisjami gazowymi środowisko, na co wskazywały wartości wskaźników efektów pozytywnych oraz negatywnych. Obecny kierunek rozwoju rolnictwa, wykorzystujący postęp technologiczny, sprzyja zwiększeniu efektywności produkcji oraz łagodzeniu jego skutków środowiskowych.

Wstęp

Od początku reform gospodarczych w Polsce w rolnictwie zachodzą systematyczne przemiany strukturalne oraz procesy modernizacyjne. Nasilenie tych zmian nastąpiło po wstąpieniu Polski do UE. Z otwarciem europejskich rynków zbytu wiąże się zwiększona presja konkurencyjna w produkcji rolniczej, której dodatkowymi regulatorami są: standaryzacja jakościowa oraz ochrona środowiska [Krasowicz 2005, Zegar 2012]. Wyzwaniom konkurencyjności rolnictwo w Polsce stara się sprostać przez zmiany skali i profilu produkcji, a także wprowadzanie nowoczesnych technologii, zwiększających efektywność procesową i jednocześnie generujących mniej zanieczyszczeń do środowiska. Zachodzące przeobrażenia technologiczne i organizacyjne procesów produkcyjnych wywierają wpływ na zmiany efektywności środowiskowej, która w coraz większym stopniu staje się, obok efektywności produkcji, ważnym wyznacznikiem jej konkurencyjności w dłuższej perspektywie czasowej [Bieńkowski i in. 2005, Jankowiak, Bieńkowski 2010].

W działaniach dotyczących ochrony środowiska, zarówno w Polsce, jak i na świecie najważniejszą rolę odgrywają polityki gospodarcze, które zmierzają do kształtowania gospodarki nisko-emisyjnej. Zrozumienie zagrożeń degradacji ekosystemów powoduje stopniowe wprowadzanie zmian w systemach produkcji, łączących cele produkcyjne, ekonomiczne i społeczne. Obecnie podstawowym zagadnieniem badawczym jest określenie przyszłościowego przebiegu rozwoju społeczeństw i warunków gospodarczych zmierzających do zmniejszenia presji wywieranej na ekosystemy przez rozwój cywilizacyjny [Millennium Ecosystem... 2005].

W sektorze rolniczym efekty produkcyjne związane są funkcyjnie z równoczesnym powstawaniem różnego typu zagrożeń środowiskowych (tzw. efektów zewnętrznych). Przykładem tego typu czynników środowiskowych są emisje gazowe, wymywanie azotanów, degradacja materii organicznej, szkodliwość pestycydów. Dotychczas prowadzone oceny efektywności produkcji w

rolnictwie rzadko odnoszą się do aspektów środowiskowych. Najczęściej wychodzi się z założenia, że właściwe kształtowanie struktury i relacji nakładów do efektów czysto produkcyjnych jest zbliżone z wyższą efektywnością wyrażającą się głównie mniejszym zużyciem czynników produkcji [Bieńkowski i in. 2005, Dimara i in. 2005]. Włączanie efektów zewnętrznych do ocen efektywności środowiskowej, w modelach efektywności ukierunkowanych na nakłady, nie powinno być jednak dokonywane w sposób automatyczny, głównie z dwóch powodów: a) nieposiadania przez efekty zewnętrzne cech czynników produkcji, b) niewłaściwego odwzorowania rzeczywistego przebiegu produkcji przez zaliczenie tych efektów do zbioru zmiennych nakładowych. Istotnym założeniem w badaniach efektywności w analizach modelowych jest pełna konwersja nakładów w efekty produkcyjne. Efekty negatywne, w tym również emisje, są natomiast wynikiem procesów produkcyjnych i nie podlegają w sposób naturalny procesom transformacji w trakcie produkcji. Proponowanym w literaturze rozwiązaniem problemu emisji gazowych w ocenie efektywności środowiskowej w nieparametrycznych modelach DEA jest dekompozycja jednego indeksu całościowego na dwa wskaźniki, w oparciu o maksymalizację pożądaných efektów produkcyjnych i minimalizację zanieczyszczeń. Dzięki takiemu rozwiązaniu można przeprowadzić równoległą ocenę poprawy stanu środowiskowego produkcji oraz efektywności produkcyjnej obiektów gospodarczych [Färe i Grosskopf 2003].

Celem badań było przeprowadzenie środowiskowej oceny rozwoju rolnictwa w skali regionów, w łącznym, modelowym ujęciu efektów zewnętrznych (emisji gazowych z rolnictwa) i wewnętrznych (efektywności produkcyjnej).

Material i metodyka badań

W badaniach wykorzystano dane o produkcji rolniczej w województwach w latach 2007 i 2011, zamieszczone w materiałach statystycznych publikowanych przez GUS [Rocznik statystyczny... 2008, 2012]. Ogólną charakterystykę analizowanych zmiennych przedstawiono w tabeli 1. Ładunki emisji gazów cieplarnianych (GHG) w województwach obliczono za pomocą opracowanego programu autorskiego EMKAL1 [Bieńkowski i in. 2013].

Emisje gazowe analizowano oddzielnie dla produkcji zwierzęcej oraz dla upraw polowych. W puli GHG z rolnictwa uwzględniano metan oraz podtlenek azotu, obejmując zarówno źródła bezpośrednie, jak i pośrednie ich emisji. Emisję GHG wyrażono w kg ekwiwalentu CO₂ (określającego globalny potencjał ocieplenia powodowany przez emisję 1 kg CO₂).

Tabela 1. Charakterystyka czynników produkcji rolniczej, wartości produkcji i wielkości emisji gazów cieplarnianych w polskim rolnictwie w latach 2007 i 2011 (średnie krajowe w przeliczeniu na 1 ha)

Table 1. Characteristics of agricultural production factors, production value and amounts of greenhouse gas emissions in Polish agriculture for the years 2007 and 2011 (country means per 1ha)

Wyszczególnienie/Specification	2007		2011	
	średnia/mean	SD ¹	średnia/mean	SD
Wartość produkcji końcowej netto [zł]/ Net final agricultural output [PLN]	3735,4	889,7	3993,1	909,5
Emisje GHG z produkcji zwierzęcej [kg CO ₂ ekw.]/ GHG emissions from animal production [kg CO ₂ eq.]	1096,0	613,0	872,0	570,0
Emisje GHG z upraw polowych [kg CO ₂ ekw.]/ GHG emission from cultivated fields [kg CO ₂ eq.]	612,0	147,0	533,0	197,0
Pracujący w rolnictwie [liczba osób]/ Employed persons in agriculture [no. persons]	0,12	0,07	0,11	0,06
Nawożenie NPK/NPK fertilization [kg]	118,1	29,4	103,0	40,0
Obsada zwierząt [DJP]/Stocking rate [LSU]	0,59	0,24	0,46	0,22

¹ SD – odchylenie standardowe/standard deviation

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS

Source: own study based on GUS data

Po stronie nakładowej w modelu specyfikacja zmiennych dla województw obejmowała: obszar UR (ha), nawożenie NPK (kg), liczbę osób pracujących w rolnictwie (osoby), stany zwierząt (DJP). Efekty gospodarcze reprezentowane były przez wartość końcową produkcji netto (zł). W skład zbioru efektów zewnętrznych (ujemnych efektów środowiskowych) weszły zmienne emisji GHG w produkcji zwierzęcej oraz emisji GHG w uprawach polowych (kg ekwiwalentu CO₂). Wartość produkcji końcowej w 2011 roku przeliczano na ceny stałe w stosunku do 2007 roku stosując wskaźniki cen towarowej produkcji rolniczej.

W przeprowadzonych analizach modelowych posłużoną się metodą DEA. Do przeprowadzenia środowiskowej oceny produkcji rolniczej wykorzystano indeks efektywności środowiskowej według Färe i Grosskopf [2003]. Określa on stosunek wskaźnika pozytywnych efektów (Q_y) do wskaźnika negatywnych (niepożądanych) efektów (Q_u), co zapisuje się jako:

$$E^{kl} = \frac{Q_y(x^o, x^o, y^k, y^l)}{Q_u(x^o, y^o, u^k, u^l)} \tag{1}$$

Wskaźnik pozytywnych efektów (Q_y) przedstawia się jako iloraz dwóch funkcji odległościowych Shephard’a (zwanych także funkcjami granic efektywności w analizach nieparametrycznych Farrell’a):

$$Q_y(x^o, u^o, y^k, y^l) = \frac{D_y(x^o, y^k, u^o)}{D_y(x^o, y^l, u^o)} \tag{2}$$

Podstawą obliczeń tego wskaźnika jest funkcja odległościowa (D_y), związana z wielkością uzyskiwanych efektów, którą definiuje się jako:

$$D_y(x, y, u) = \inf \{ \theta : (x, \frac{y}{\theta}, u) \in T \} \tag{3}$$

gdzie: $x = (x_1, \dots, x_N)$ – wektor nakładów, $y = (y_1, \dots, y_M)$ – wektor efektów pozytywnych, $u = (u_1, \dots, u_r)$ – wektor efektów negatywnych, x^o – poziom nakładu obiektu „o”, y^o – poziom efektu negatywnego obiektu „o”, u^o – poziom efektu negatywnego obiektu „o”, T – technologia produkcji, k i l – odnosi się do porównań danego obiektu w różnych okresach czasu lub do różnych obiektów w tym samym czasie.

W analogiczny sposób do równania 2 konstruuje się wskaźnik negatywnych efektów (Q_u):

$$Q_u(x^o, y^o, u^k, u^l) = \frac{D_u(x^o, y^o, u^k)}{D_u(x^o, y^o, u^l)} \tag{4}$$

Do obliczeń wskaźnika negatywnych efektów wykorzystuje się natomiast funkcję odległościową (D_u), związaną z efektywnością wykorzystania nakładów. Tego typu rozwiązanie analityczne umożliwia redukcję negatywnych efektów. Funkcję tę definiuje się następująco:

$$D_u(x, y, u) = \sup \{ \varphi : (x, y, \frac{u}{\varphi}) \in T \} \tag{5}$$

W literaturze z reguły przedstawia się ją jako odwrotność efektywności technicznej Farrell’a (ET). Rozwiązania funkcji odległościowych bazują na nieparametrycznej metodzie DEA opracowanej dla celu pomiaru efektywności [Färe i Grosskopf 2003]. Matematyczny zapis modeli DEA dla D_y i D_u podano poniżej w formułach 6 i 7:

$$(D_y(x^o, y^k, u^o))^{-1} = ET = \max \theta \tag{6}$$

$$(D_u(x^o, y^o, u^k))^{-1} = ET = \min \varphi \tag{7}$$

$$\sum_{m=1}^k \lambda_m y_m^k \geq \theta y_m^o, \quad \sum_{m=1}^k \lambda_m y_m^o = y_m^o, \quad \sum_{m=1}^k \lambda_m u_m^k \leq \varphi u_m^o$$

$$\sum_{m=1}^k \lambda_m y_m^k \geq y_m^o, \quad \sum_{m=1}^k \lambda_m y_m^o = \varphi y_m^o, \quad \sum_{m=1}^k \lambda_m u_m^k \leq \varphi u_m^o, \quad \lambda_m \geq 0$$

W analizie indeksu środowiskowego dla województw z wybranym obiektem referencyjnym, nieodnoszącej się do porównań w czasie, składowe strony nakładowej oraz efekty odniesiono do jednostki powierzchni UR w celu wyeliminowania wpływu efektu skali na wartości wskaźników.

Wyniki badań

Zmiany czasowe środowiska wynikające z produkcji rolniczej w województwach analizowano przez porównanie stanu w 2011 roku w stosunku do 2007 roku. Rok 2007 został wybrany jako referencyjny, ponieważ był to pierwszy rok implementacji funduszy unijnych w ramach realizowanego budżetu UE w latach 2007-2013. Mobilizacja środków krajowych i funduszy unijnych zwiększyła wówczas znacznie możliwości inwestycyjne rolnictwa wspierające wprowadzanie nowoczesnych, efektywnych technologii produkcji. W tabeli 2 przedstawiono wartości indeksu środowiskowego oraz jego dwóch składowych, tj. wskaźnika pozytywnych i wskaźnika negatywnych efektów, dla każdego województwa. Średnia wartość indeksu środowiskowego rolnictwa w Polsce, uwzględniająca jego emisyjność, wynosiła 1,414. Oznacza to, że pomiędzy 2011 i 2007 rokiem w Polsce zwiększyły się o ponad 41% pozytywne efekty w stosunku do efektów niepożądanych. Średni wskaźnik pozytywnych efektów był dodatni i przekraczał 1,26. Wskaźnik negatywnych efektów środowiskowych natomiast w tym czasie spadł do poziomu około 0,91. Generalnie był to korzystny wynik świadczący o tym, że w Polsce nastąpiła poprawa w zakresie zmniejszania emisyjności rolnictwa. Było to z pewnością odzwierciedleniem wysiłków modernizacyjnych produkcji w zakresie ekologicznych, wysokowydajnych technologii zwiększających efektywność przetwarzania, zmniejszających wielkość emisji na jednostkę produktu. Pod względem wartości indeksu środowiskowego wyróżniały się następujące województwa: śląskie, małopolskie, świętokrzyskie, mazowieckie i lubelskie. Korzystny kierunek zmian środowiskowych został osiągnięty dzięki jednoczesnemu spadkowi wskaźnika negatywnych efektów i wzrostowi efektów pozytywnych. Najmniejszą dynamikę zmian indeksu środowiskowego miały województwa: wielkopolskie, kujawsko-pomorskie i podlaskie. W porównaniu do roku referencyjnego województwa te w małym stopniu zwiększyły wskaźniki pozytywnych efektów. Nie zanotowały one także większego postępu w zakresie zmniejszenia wskaźnika niepożądanych efektów. O ile we wszystkich województwach nastąpił korzystny wzrost wskaźników pozytywnych efektów, to w przypadku wskaźnika negatywnych efektów 4 województwa zanotowały niekorzystny trend ich wartości.

Identyczną metodologię zastosowano do badania indeksu środowiskowego w tej samej grupie województw dla pojedynczego roku, tj. 2011, przy przyjęciu województwa mazowieckiego jako obiektu referencyjnego. Wybór tego województwa uzasadniały korzystne wartości wszystkich współczynników efektywności w modelach DEA, będących elementami składowymi wskaźników pozytywnych i negatywnych efektów, które jednocześnie znajdowały się w środkowym zakresie przedziałów ich wartości (rozwiązania w modelach DEA dla wskaźników opisanych we wzorach 2 i 4).

Tabela 2. Porównanie wartości indeksu środowiskowego (E) i wskaźników efektów pozytywnych (Q_p) i negatywnych (Q_n) województw obliczonych na podstawie stanu pomiędzy 2011 a 2007 rokiem

Table 2. Comparison of environmental index values (E) as well as indicators of positive effects (Q_p) and negatives ones (Q_n) for provinces calculated on the base of a state between year 2011 and 2007

Województwo/ Province	Indeks/Index		
	Q_p	Q_n	E
Dolnośląskie	1,300	1,069	1,216
Kujawsko-pomorskie	1,076	1,026	1,048
Lubelskie	1,400	0,936	1,495
Lubuskie	1,199	0,887	1,351
Łódzkie	1,178	0,891	1,323
Małopolskie	1,292	0,686	1,883
Mazowieckie	1,444	0,915	1,577
Opolskie	1,222	0,899	1,360
Podkarpackie	1,052	0,807	1,304
Podlaskie	1,170	1,005	1,164
Pomorskie	1,451	0,932	1,557
Śląskie	1,602	0,810	1,979
Świętokrzyskie	1,451	0,792	1,832
Warmińsko-mazurskie	1,280	1,018	1,258
Wielkopolskie	1,018	0,997	1,021
Zachodniopomorskie	1,156	0,917	1,261
Średnia/Mean	1,268	0,912	1,414

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Tabela 3. Wartości indeksu środowiskowego (E) i wskaźników efektów pozytywnych (Q_y) i negatywnych (Q_u) województw w roku 2011
 Table 3. Values of environmental index (E) as well as well as indicators of positive effects (Q_y) and negatives ones (Q_u) for provinces in 2011

Województwo/ Province	Indeks/Index		
	Q_y	Q_u	E
Dolnośląskie	1,609	2,033	0,791
Kujawsko-pomorskie	1,308	0,856	1,528
Lubelskie	1,333	1,328	1,004
Lubuskie	1,718	0,686	2,503
Łódzkie	1,139	2,290	0,498
Małopolskie	1,213	1,961	0,618
Mazowieckie	1,000	1,000	1,000
Opolskie	1,218	1,044	1,167
Podkarpackie	2,223	2,847	0,781
Podlaskie	1,450	0,661	2,194
Pomorskie	1,360	1,341	1,015
Śląskie	1,129	1,733	0,652
Świętokrzyskie	1,127	1,708	0,660
Warmińsko-mazurskie	1,676	1,108	1,514
Wielkopolskie	0,996	0,735	1,355
Zachodniopomorskie	1,959	2,099	0,933
Średnia/Mean	1,404	1,464	1,138

Źródło: opracowanie własne
 Source: own study

sam poziom nakładów i wartość produkcji co województwo mazowieckie. Dzięki niższej relatywnej emisyjności rolnictwa kwalifikowało się ono do grupy województw mających ponadprzeciętną wartość ogólnego indeksu środowiskowego. Oczekiwanym kierunkiem zmiany efektywności środowiskowej, według metodologii indeksu, jest zwiększanie korzystnych efektów produkcyjnych, przy jednoczesnym ograniczaniu rozmiarów emisji na tle analizowanej grupy województw. Tylko trzy województwa, tj. kujawsko-pomorskie, lubuskie i podlaskie, wpisywały się w tę strategię poprawy efektywności produkcyjnej i środowiskowej (wysokie wartości wskaźników pozytywnych efektów i stosunkowo małe wartości wskaźników negatywnych efektów).

Podsumowanie

Wielostronny indeks środowiskowy umożliwia analizę efektywności środowiskowej województw. Uwzględnia on środowiskowe aspekty cech rozwojowych rolnictwa dzięki łącznemu rozpatrywaniu w analizie modelowej efektów o znaczeniu gospodarczym oraz zagrożeń środowiskowych. Pozwala on na monitorowanie w czasie postępów produkcji rolniczej w województwach w szerszym zakresie wymagań ekoelektywności.

Wykazano znaczące zmiany stanu środowiskowego produkcji rolniczej w analizowanym okresie. We wszystkich województwach wystąpiła znacząca poprawa indeksu środowiskowego. Pozytywny kierunek zmian tego indeksu kształtował się przede wszystkim pod wpływem równoczesnej poprawy wskaźników zarówno pozytywnych, jak i negatywnych efektów. W wyniku rozwoju sektora rolniczego województwa uzyskiwały przeciętnie ponad 8% mniejszy poziom negatywnych efektów w porównaniu do roku referencyjnego, tj. na początku badanego okresu. W części województw (dolnośląskie, kujawsko-pomorskie, podlaskie, warmińsko-mazurskie)

Średnia wartość indeksu środowiskowego produkcji rolniczej na poziomie województw wynosiła 1,138. W grupie województw mających wysokie wartości wskaźnika pozytywnych efektów (Q_y) znajdowały się województwa: podkarpackie, zachodniopomorskie, lubuskie, dolnośląskie i warmińsko-pomorskie. Najwyższy wskaźnik pozytywnych efektów dla województwa podkarpackiego oznacza, że to województwo jest w stanie osiągnąć hipotetycznie ponad 2,2-krotnie większą wartość produkcji stosując ten sam poziom nakładów, które charakteryzują produkcję rolniczą w województwie mazowieckim (pełniącym funkcję referencyjną dla pozostałych województw). Równocześnie wskaźnik negatywnych efektów (Q_u) wskazuje, że to województwo generuje hipotetycznie ponad 2,8-krotnie większą emisję gazów GHG od województwa referencyjnego. Relacje tych wskaźników rzutują na generalnie niską ocenę ogólną stanu środowiskowego produkcji tego województwa. Podobnie niekorzystne relacje wskaźników efektów pozytywnych do negatywnych w województwach: dolnośląskim, łódzkim, małopolskim, śląskim, świętokrzyskim i zachodniopomorskim, powodowały, że ogólna efektywność środowiskowa rolnictwa była u nich niekorzystna (posiadała wartość poniżej 1). Spośród całej grupy, niską ocenę efektów pozytywnych uzyskało województwo wielkopolskie. Województwo to jest jednak w stanie generować znacznie mniej efektów negatywnych, mając taki

poprawie wskaźnika pozytywnych efektów nie towarzyszyło zmniejszenie emisyjności produkcji, na które wskazywał wzrost wskaźnika negatywnych efektów.

Innym sposobem wykorzystania metody indeksu środowiskowego jest badanie stanu środowiskowego województw w określonym czasie w stosunku do wybranego, referencyjnego województwa. Dzięki temu możliwe jest precyzyjne wnioskowanie o wskaźnikach mających wpływ na wartość indeksu. Ujawniony zostaje charakter relacji łączący wskaźniki pozytywnych i negatywnych efektów w poszczególnych województwach. Wysokie wartości indeksu środowiskowego w województwach: lubuskim, podlaskim i kujawsko-pomorskim wskazują na zdolność tych województw do produkcji rolniczej zgodnej z kierunkiem zrównoważonego rozwoju. W porównaniu do województwa referencyjnego osiągały one stosunkowo najwyższą wartość efektów pozytywnych przy jednocześnie minimalnych wartościach efektów negatywnych. Wyniki badań wskazują, że dostępne technologie i kierunki zmian produkcji w analizowanym okresie sprzyjały zmniejszaniu obciążeń środowiskowych ze strony działalności rolniczej.

Literatura

- Bieńkowski J., Jankowiak J., Dąbrowicz R., Holka M. 2013: EMKAL1A: *Kalkulator emisji gazów szklarniowych w rolnictwie*, Materiały konferencyjne, V Konferencja Naukowa Polskiego Towarzystwa Agronomicznego pt. *Aktualne kierunki w technologii uprawy roślin rolniczych*, Bydgoszcz, 19-21 września, Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy Bydgoszcz, 19.
- Bieńkowski J., Jankowiak J., Marcinkowski J., Sadowski A. 2005: *Efektywność techniczna i środowiskowa towarowych gospodarstw rolnych na przykładzie badanej grupy z Wielkopolski*, Roczn. Nauk. SERiA, t. VII, z. 1, 16-21.
- Dimara E., Pantzios C.J., Skuras D., Tsekouras K. 2005: *The impacts of regulated notions of quality on farm efficiency: a DEA Application*, European Journal of Operational Research 161, 516-431.
- Färe R., Grosskopf S. 2003: *New Directions: Efficiency and Productivity*, Springer Science, New York.
- Jankowiak J., Bieńkowski J. 2010: *Syntetyczna ocena stanu zrównoważenia produkcyjnego, środowiskowego i ekonomicznego rolnictwa w skali gospodarstwa i regionu*, [w:] J. Wilkin (red.), *Wielofunkcyjność rolnictwa. Kierunki badań, podstawy metodologiczne i implikacje praktyczne*, Instytut Rozwoju Wsi i Rolnictwa PAN, Warszawa, 93-112.
- Krasowicz S. 2005: Cechy rolnictwa zrównoważonego. W: *Koncepcja badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym*, Zegar S. (red.), IERiGŻ-PIB, Warszawa, 23-39.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005: *Ecosystems and Human Well-Being*. Synthesis Island Press, Washington DC.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2011*. 2012: GUS, Warszawa.
- Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2007*. 2008: GUS, Warszawa.
- Zegar J.S. 2012: *Uwarunkowania i czynniki rozwoju rolnictwa zrównoważonego we współczesnym świecie*. Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym, nr 50, IERiGŻ-PIB, Warszawa, 131-189.

Summary

The aim of the study was to carry out the environmental performance of agricultural production at the regional level, taking into account production efficiency and greenhouse gas emissions from agriculture. To measure the environmental performance of agriculture a nonparametric DEA method was used. The study covered the years 2007 and 2011. It has been shown that in Poland, on average, during that period both improved utilization of production resources and reduced negative impact of production on environment have occurred. In 2011, provinces that belonged to the group with a high environmental index were: Lubuskie, Podlaskie and Kujawsko-Pomorskie. Compared to the production resources of reference province, those ones were able to produce hypothetically the largest amount of positive effects and to burden an environment with gas emissions in the relatively lowest degree, as was indicated by the indicator values of positive and negative effects. Current direction of agriculture development utilizing technological progress is favourable for production efficiency and mitigation of environmental effects

Adres do korespondencji
dr hab. Jerzy F. Bieńkowski, prof. ISRiL PAN
Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN
ul. Bukowska 19, 60-809 Poznań
tel. (61) 868 17 30, e-mail: bjerzy@onet.pl