



ADAM KAGAN

TECHNICZNA I ŚRODOWISKOWA  
EFEKTYWNOŚĆ  
WIELKOTOWAROWYCH  
PRZEDSIĘBIORSTW ROLNYCH  
W POLSCE

WARSZAWA 2014

**TECHNICZNA I ŚRODOWISKOWA  
EFEKTYWNOŚĆ  
WIELKOTOWAROWYCH  
PRZEDSIĘBIORSTW ROLNYCH  
W POLSCE**





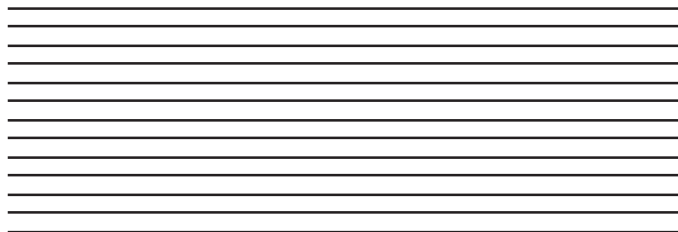
MGR INŻ. ADAM KAGAN

# **TECHNICZNA I ŚRODOWISKOWA EFEKTYWNOŚĆ WIELKOTOWAROWYCH PRZEDSIĘBIORSTW ROLNYCH W POLSCE**

W realizacji badania ponadto uczestniczyli:

mgr Marcin Adamski  
prof. dr hab. Wojciech Józwiak  
prof. dr hab. Andrzej Kowalski  
prof. dr hab. Jacek Kulawik  
dr Dariusz Osuch  
mgr inż. Maria Zdzieborska

WARSZAWA 2014



Praca powstała w wyniku badań współfinansowanych  
przez Agencję Nieruchomości Rolnych

Recenzja

*dr hab. Michał Jerzak, prof. nadzw. UP w Poznaniu*

Korekta

*Krzysztof Kossakowski*

*Barbara Walkiewicz*

Redakcja techniczna

*Leszek Ślipski*

ISBN 978-83-7658-479-9

*Nakład 170 egz. Ark. wyd. 8,86*

*Druk: Dział Wydawnictw IERiGŻ-PIB*

*00-002 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20*

*tel.: 22 505 44 44*

*faks: 22 505 46 36*

*e-mail: [dw@ierigz.waw.pl](mailto:dw@ierigz.waw.pl)*

*<http://www.ierigz.waw.pl>*

## Spis treści

Wstęp	7
1. Efektywność techniczna oraz zmiany w czasie produktywności czynników wytwórczych – wprowadzenie teoretyczne	10
1.1. Wprowadzenie do metody DEA i klasyczne modele CCR i BCC	10
1.2. Inne modele wykorzystane w badaniu efektywności technicznej oraz do pomiaru zmian w czasie produktywności czynników wytwórczych	24
2. Efektywność techniczna oraz zmiany produktywności zasobów	39
2.1. Uzyskane wyniki efektywności technicznej i produktywności zasobów	39
2.2. Substytucyjność nakładów w badanej zbiorowości	56
2.3. Czynniki wpływające na efektywność techniczną i produktywność zasobów	65
3. Oddziaływanie przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne	96
3.1. Czynniki kształtujące relacje między środowiskiem naturalnym a przedsiębiorstwami wielkotowarowymi	96
3.2. Metoda wykorzystana do pomiaru oddziaływania wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne	106
3.3. Efektywność środowiskowa i jej determinanty	119
Podsumowanie i wnioski	131
Literatura	137
Załącznik 1. Wskaźniki i parametry wykorzystane w badaniu	147



## Wstęp

Prezentowane opracowanie stanowi podsumowanie realizacji zadania badawczego nr 2 pt. „Analiza efektywności wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych w Polsce”, prowadzonego w ramach umowy zawartej przez Agencję Nieruchomości Rolnych i Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB w dniu 5 czerwca 2013 roku.

Celem przeprowadzonych badań było ustalenie efektywności wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych w dwóch obszarach ich aktywności, tj. w zakresie technicznego wykorzystania posiadanych przez nie zasobów produkcyjnych oraz przyjazności prowadzonej działalności dla środowiska naturalnego.

Pierwszy rozdział publikacji został poświęcony teoretycznemu aspektowi pomiaru efektywności technicznej i zmianom produktywności zasobów w czasie. Dokonano szczegółowej prezentacji metody DEA – Data Envelopment Analysis, przedstawiając zarówno jej zalety, jak i wady nieparametrycznego podejścia do ustalania łącznej efektywności technicznej zastosowanych nakładów produkcyjnych. Szczegółowo przedstawiono sposób pomiaru efektywności przy wykorzystaniu tzw. nieklasycznych modeli DEA, takich jak: modele nieradialnej efektywności Russella, procedurę metakrzywej granicznej – metafrontier, modele superefektywności. Zaprezentowano nie tylko podstawy teoretyczne i opis samych modeli, ale również interpretację uzyskanych wyników i możliwości ich wykorzystania przy badaniu różnych aspektów efektywności technicznej.

W rozdziale drugim omówiono uzyskane wyniki efektywności technicznej i produktywności. Obliczono również współczynniki wzajemnej substytucyjności nakładów oraz ilościowy poziom wzajemnej ich zastępowalności. Poddano również analizie zależności pomiędzy licznymi wskaźnikami i parametrami charakteryzującymi wielkotowarowe przedsiębiorstwa rolne a ich efektywnością techniczną i produktywnością. Szczególną uwagę zwrócono na relacje pomiędzy efektywnością techniczną i elementami kształtującymi kondycję finansową przedsiębiorstw rolnych. W przypadku subsydiowania i relacji cenowych analizowano zarówno ich bezpośrednie oddziaływanie na efektywność techniczną i produktywność, jak również pośrednie poprzez kształtowanie kondycji finansowej przedsiębiorstw rolnych.

Ostatni rozdział poświęcono ocenie oddziaływania wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne. Omówiono czynniki kształtujące relacje pomiędzy działalnością rolniczą i środowiskiem naturalnym oraz wpływ określonych systemów produkcji rolnej na poziom wykorzystania kapitału naturalnego. Przedstawiono autorską metodę pomiaru oddziaływania gospodarstw rolnych na środowisko naturalne, w tym wykorzystane cechy diagnostyczne i sposób ustalania tego złożonego zjawiska w postaci jednego synte-



tycznego wskaźnika. Rozdział zakończono omówieniem wyników efektywności środowiskowej badanej zbiorowości i ich determinant.

Przedmiotem badania była próba reprezentująca specyficzną grupę gospodarstw rolnych w Polsce, określana mianem wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych o charakterze niespółdzielczym. Populacja takich podmiotów charakteryzuje się wysoką skalą działalności rolniczej i poziomem towarowości produkcji końcowej. Przyjętym kryterium klasyfikacji było posiadanie przez jeden podmiot minimum 100 ha użytków rolnych i prowadzenie aktywnej produkcji rolniczej. Wielkotowarowe przedsiębiorstwa rolne stanowią wprawdzie nieliczną zbiorowość na tle całej populacji gospodarstw rolnych, ale z uwagi na potencjał produkcyjny (zwłaszcza udział ziemi rolnej w strukturze władania) i poziom towarowej produkcji brutto jest to jednak bardzo ważna zbiorowość, decydująca o poziomie produkcji i efektywności całego polskiego rolnictwa.

Podstawą do wykonania analizy był materiał empiryczny zgromadzony w wyniku przeprowadzonych badań ankietowych w próbie reprezentatywnej dla populacji wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych. Wysoką jakość zgromadzonego materiału empirycznego wykorzystanego do przeprowadzonych badań zapewniła stała grupa monitorowanych przedsiębiorstw rolnych.

W badaniu, jako podstawowa cecha wykorzystana do grupowania podmiotów, była forma prawno-organizacyjna wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych. Przyporządkowania dokonano na podstawie dwóch zasadniczych cech: formy własności posiadanych głównych składników majątkowych ustalonej na podstawie własności użytkowanej ziemi (przedsiębiorstwa z majątkiem w przeważającej części zakupionym lub dzierżawionym) oraz forma prawna organizacji, w jakiej funkcjonowało przedsiębiorstwo (gospodarstwo osoby fizycznej – indywidualne gospodarstwo rolne, spółka). Korzystając z zaprezentowanego sposobu grupowania przedsiębiorstw rolnych, podzielono badaną próbę, otrzymując następujący skład ilościowy w 2012 roku:

<b>Nazwa grupy</b>	<b>Ilość obiektów</b>
– Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym	36
– Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym	22
– Spółki z majątkiem zakupionym	29
– Spółki z majątkiem dzierżawionym	45
– Jednoosobowe spółki Skarbu Państwa	44
Razem	176

Jednoosobowe spółki Skarbu Państwa były specjalnie wydzieloną grupą podmiotów z uwagi na specyficzne cechy tej zbiorowości. W badaniu wykorzystano dane tylko tych podmiotów, które są wpisane do rejestru spółek o szczególnym znaczeniu dla gospodarki narodowej, a więc zajmują się pracami hodowlanymi i upowszechnianiem postępu biologicznego. Prawa i obowiązki z udziałów Skarbu Państwa wykonuje w nich Agencja Nieruchomości Rolnych. Badaniem objęto niemal całą populację takich obiektów w Polsce.

## 1. Efektywność techniczna oraz zmiany w czasie produktywności czynników wytwórczych – wprowadzenie teoretyczne

### 1.1. Wprowadzenie do metody DEA i klasyczne modele CCR i BCC

Ustalanie łącznej efektywności technicznej przedsiębiorstwa rolnego, rozumianej jako zdolność transformacji nakładów w jeden lub kilka rezultatów, jest zadaniem trudnym. Wykorzystanie do tego celu wskaźników cząstkowych, takich jak: wydajność pracy, plony roślin lub wartość zebranych płodów z jednostki powierzchni, wydajność produkcyjna zwierząt (w przeliczeniu na sztukę czy średnio w stadzie), wydajność pracy lub łącznie wydajność wykorzystanego kapitału itp., jest niewystarczające z uwagi na ograniczoną ich pojemność informacyjną. W tego typu wskaźnikach efekt jako suma wybranych rezultatów działalności najczęściej ujmowany jest w liczniku i porównywany z pojedynczym lub jedynie wybraną grupą nakładów – umieszczanych w mianowniku:

$$E = \frac{\text{rezultat (rezultaty)}}{\text{nakład (nakłady)}}$$

Wskaźniki te obrazują jednak wielkość uzyskanego efektu przy wykorzystaniu tylko wybranego nakładu lub grupy nakładów, a więc z pominięciem pozostałych. Niekiedy budowane są one przy założeniu, że istnieje dokładna znajomość, jaką część nakładów należy wyodrębnić, gdyż posłużyła ona do uzyskania badanego rezultatu. Wynik działalności rolniczej jest jednak wypadkową zastosowania jednocześnie wielu nakładów, ich wzajemnej interakcji oraz oddziaływania otoczenia przyrodniczego i makroekonomicznego i otoczenia społecznego. Tak więc należy zastosować metodę, która pozwoli stwierdzić, z jaką efektywnością lub skutecznością wielowymiarowy układ nakładów jest przekształcany w rezultat lub rezultaty:

$$[x_n] \xrightarrow{E} [y_r]$$

gdzie:

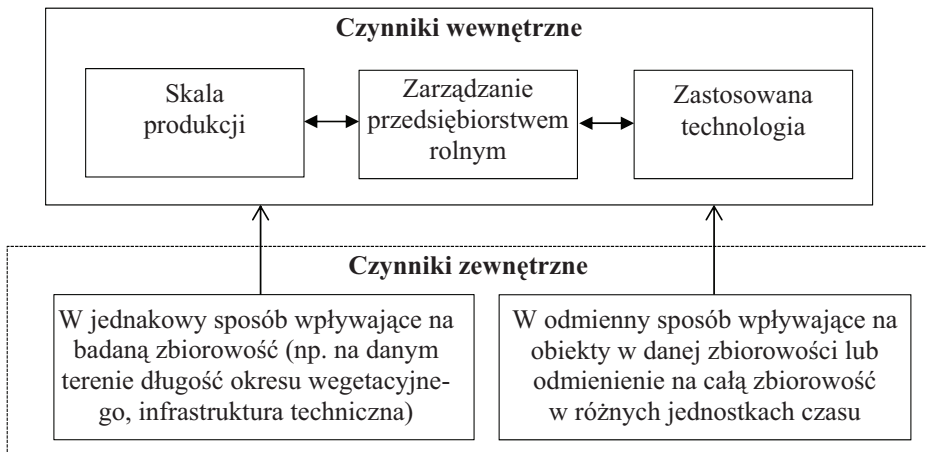
$E$  – efektywność obiektu,

$x_n$  –  $n$ -ty obserwowany nakład,

$y_r$  –  $r$ -ty obserwowany rezultat.

Przyjmując założenie, iż w krótkim okresie czasu wpływ czynników zewnętrznych jest składnikiem o charakterze losowym, efektywność techniczna rozumiana jest jako łączny wynik pewnego układu stworzonego w samym gospodarstwie, pozwalającego w odmiennym stopniu osiągać pewien rezultat–efekt (schemat 1).

## Czynniki determinujące efektywność techniczną i produktywność przedsiębiorstwa



Źródło: opracowanie własne.

Wydajność techniczną przedsiębiorstwa rolnego warunkują:

- ilość zastosowanych czynników produkcji (skala działalności),
- właściwie dobrana technologia wytwarzania, tj. proporcje zastosowanych nakładów,
- umiejętność zarządzania gospodarstwem rozumiana jako zdolność sterowania procesem transformacji nakładów w dobra finalne.

Badając efektywność techniczną należy również pamiętać o jakości czynników produkcji, który to fakt nie zawsze znajduje odzwierciedlenie w ujmowanych nakładach, jako zmiennych w modelach do pomiaru efektywności technicznej. Ilościowo wyrażony poziom zatrudnienia nie odpowiada bowiem wartości kapitału ludzkiego, jakim dysponuje gospodarstwo. Z kolei koszty pracy zawierają element efektywności alokacyjnej, niekiedy związanej z odmienną wyceną tego czynnika produkcji przez lokalne rynki pracy i nie oddają rzeczywistej jego przydatności. Innym problemem w rolnictwie jest kwestia wynikająca z zaangażowania ziemi rolnej. Jej potencjał produkcyjny nie wynika bowiem jedynie z powierzchni czy też poziomu żyzności warstwy próchnicznej i budowy geologicznej gruntu, ale również z innych elementów bezpośrednio z nią nie powiązanych, takich jak: stosunki wodne, ukształtowanie terenu, długości cyklu

wegetacyjnego roślin na danym obszarze. Cechy te wynikają z nieprzemieszczalności tego czynnika produkcji w przestrzeni<sup>1</sup>.

Pomimo możliwości wyceny nakładów i wyrażenia ich wartościowo nie wykazują one cech addytywności w rozumieniu produkcyjno-ekonomicznym. Zmniejszenie nakładów pracy o jeden tysiąc złotych rocznie nie jest równoważne z ograniczeniem kapitału lub ziemi o taką samą wartość.

Układ zaangażowanych nakładów produkcyjnych w gospodarstwie zazwyczaj również nie jest statyczny na przestrzeni długiego okresu czasu, ale dostosowywany i modyfikowany jest przez zarządców i właścicieli gospodarstw pod wpływem sygnałów płynących zewnątrz przedsiębiorstwa rolnego i informacji wewnętrznych.

Dokonywanie pomiaru efektywności technicznej z wykorzystaniem metod pozwalających na całościową ocenę sprawności gospodarstwa jest więc źródłem ważnej informacji zarówno dla zarządu gospodarstwa, a w układzie mezo i makro także dla społeczeństwa. Efektywność techniczna jest bowiem jedną ze składowych systemu zarządzania, pozwalającą śledzić wyniki na poziomie operacyjnym bez uwzględniania lub przy minimalnym wpływie relacji cenowych (elementu składowego efektywności alokacyjnej). Pozwala również określać poziom wykorzystania zasobów w danej branży, a więc ustalać, czy dokonuje się postęp, regres lub ma miejsce stagnacja transformacji nakładów w efekt. Nie można jednak stosować daleko idących uproszczeń, ograniczając się w formułowaniu wniosków dotyczących sytuacji ekonomicznej przedsiębiorstwa lub całej branży jedynie bądź głównie na podstawie efektywności technicznej, jako ostatecznej miary sprawności jednostki<sup>2</sup>. Optymalne wykorzystanie zasobów produkcyjnych z punktu widzenia technicznego nie zawsze musi prowadzić jednak do maksymalizacji wyniku ekonomicznego działalności. Efekt może być bowiem skorygowany przez alokacyjne działanie rynku (relacje cenowe produktów sprzedawanych i jednostkowe koszty nakładów nabywanych), jak również przez bezpośrednie działanie państwa (mechanizm subwencji i system obciążeń publiczno-prawnych). Wyznaczenie efektywności technicznej i efektywności skali produkcji oraz ich zmian w czasie pozwala zatem jedynie poznać część determinant (wybrany obszar) wpływających na ostateczne wyniki ekonomiczno-finansowe prowadzenia działalności gospodarczej.

W celu ustalenia łącznego wpływu zastosowanych nakładów, a zarazem oddzielenia czynników o charakterze technicznym oraz alokacyjnym, powodu-

---

<sup>1</sup> A. Woś, *Waloryzacja zasobów i czynników wytwórczych rolnictwa. Nowe kryteria wyboru*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2006.

<sup>2</sup> J. Kulawik, *System monitorowania efektywności i produktywności przedsiębiorstw*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej”, nr 3, 2009.

jących zmianę efektywności, w przeprowadzonym badaniu posłużono się nieparametryczną metodą DEA – *Data Envelopment Analysis*.

Metoda DEA określana jest mianem analizy brzegowej lub metody obwiedni<sup>3</sup>. Pozwala ona ustalić, z jaką efektywnością (skutecznością) wielowymiarowe nakłady przekształcane są w wielowymiarowe rezultaty względem najlepszych obserwowanych rozwiązań (w gospodarstwach wzorcowych). Metoda ta ma więc charakter względny (porównawczy) i jest zaliczana do grupy określanej mianem metod benchmarkingu. Względny charakter pomiaru w badaniu efektywności technicznej jest zaletą, ale przy próbie wyznaczania na jej podstawie efektywności alokacyjnej, tj. kosztowej (*cost efficiency models*), przychodowej lub inaczej zwanej dochodową (*revenue efficiency models*), zyskowości (*profit efficiency models*) budzi zastrzeżenia. Wynika to z faktu, iż punktem odniesienia może zostać obiekt o niskiej efektywności finansowej z uwagi na to, że inne podmioty z danej grupy porównawczej są jeszcze gorsze. Może zaistnieć również sytuacja, w której obiekt o słabych wynikach finansowych może zostać uznany za efektywny, ale jedynie z uwagi na odmienną technologiczną lub cenową. W przypadku nieznaledzenia punktu odniesienia dla badanego podmiotu (odmienność podmiotu) w tej metodzie obiekt uznawany jest jako w pełni efektywny. W przypadku pomiaru efektywności alokacyjnej inne metody, np. wskaźnikowe, mają więc przewagę nad metodą DEA.

Większość wersji metod *Data Envelopment Analysis* z uwagi na względny charakter pomiaru nie pozwala wyodrębnić zróżnicowanego wpływu otoczenia zewnętrznego na badany podmiot. W odróżnieniu od metod parametrycznych, np. *Stochastic Frontier Approach (SFA)*, brak jest szacowania elementu odpowiadającego za losowość zdarzeń i błąd pomiaru. Wszystkie odchylenia traktowane są więc jako element efektywności lub jej braku dla danego obiektu, które następnie są przypisywane jedynie czynnikom wewnętrznym (schemat 1). Z drugiej strony nie występuje niebezpieczeństwo uznania danych obserwacji za nietypowe (w przypadku niewłaściwego doboru rodzaju funkcji produkcji), a tym samym ich eliminacji z dalszych badań. Nie istnieje również problem błędnego skorygowania wyników w przypadku uzyskiwania ponadprzeciętnych rezultatów (uznania stwierdzonych odchyień za losowe, tzw. biały szum) spowodowanych ponadprzeciętną sprawnością obiektu<sup>4</sup>.

W podejściu DEA wykorzystywane jest najczęściej programowanie liniowe, a tym samym poza skrajnymi przypadkami liczba dostępnych w badaniu

---

<sup>3</sup> W. Józwiak, J. Juźwiak, *Rolnictwo wielostronne czy wyspecjalizowane*, „Wieś i Rolnictwo”, nr 4, 2007.

<sup>4</sup> M. Pawłowska, S. Kozak, *Przystąpienie Polski do strefy euro a efektywność, poziom konkurencji oraz wyniki polskiego sektora finansowego*, NBP, „Materiały i Studia” nr 228, Warszawa 2008.

obserwacji nie wpływa na jakość uzyskanych wyników. Postuluje się jednak, aby liczba badanych jednostek była znacznie większa niż łączna liczba przyjętych nakładów i rezultatów. Sugeruje się, aby w prowadzonych badaniach spełnić następujący warunek<sup>5</sup>:

$$3h \leq n-3 \times (s+m) \quad (1)$$

Przyjmując za  $h$  minimalną wielkość, tj. 0, otrzymujemy:

$$0 \leq n-3 \times (s+m) \quad (2)$$

$$n \geq 3 \times (s+m) \quad (3)$$

gdzie:

$h$  – minimalna dopuszczalna liczba badanych obiektów,

$n$  – rzeczywista liczba badanych obiektów,

$s$  – liczba rezultatów,

$m$  – liczba nakładów.

Podstawą teoretyczną dokonanych obliczeń w klasycznej metodzie DEA jest zaproponowana przez Farrella definicja produktywności. Jej główne założenia można przedstawić w postaci matematycznego wzoru<sup>6</sup>:

$$E_o(\mu, \nu) = \frac{\sum_{r=1}^s \mu_r y_{ro}}{m \sum_{i=1}^m \nu_i x_{io}} \quad (4)$$

gdzie:

$E_o(\mu, \nu)$  – efektywność obiektu  $o$ ,

$y_{ro}$  –  $r$ -ty obserwowany rezultat dla obiektu  $o$ ,

$x_{io}$  –  $i$ -ty obserwowany nakład dla obiektu  $o$ ,

$\mu_r$  – waga określająca ważność rezultatu  $r$ ,

$\nu_i$  – waga określająca ważność nakładu  $i$ .

pozostałe jak we wzorach nr 1-3.

Pomiar efektywności technicznej w klasycznych modelach DEA polega na wyznaczeniu wirtualnych wag, pozwalających sprowadzić zarówno nakłady, jak

<sup>5</sup> A. Emrouznejad, G.R. Amin, *DEA models for ratio data: Convexity consideration*, „Applied Mathematical Modelling”, Volume 33, Issue 1, January 2009.

<sup>6</sup> G. Rogowski, *Metody analizy i oceny działalności banku na potrzeby zarządzania strategicznego*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań, 1998.

również rezultaty do „syntetycznych” mierników. W zależności od orientacji – ukierunkowania modelu – dobór wag optymalizuje nakłady, pozwalając ustalić<sup>7</sup>:

- możliwości redukcji nakładów niezbędne do uzyskania danej wielkości rezultatu (ukierunkowanie na nakłady),
- osiągnięcie rezultatu lub rezultatów, jakie można uzyskać przy użyciu danej wielkości nakładów (model ukierunkowany na efekty),
- zmniejszenia jednoczesne nakładów i rezultatów, tak aby uzyskać optymalną relację (model nieukierunkowany).

Do budowy klasycznych modeli metodą DEA niewymagana jest uprzednia znajomość wag (zależności funkcyjnej), gdyż są one wyznaczone na podstawie proporcji rzeczywistych nakładów w relacji do faktycznie uzyskanego rezultatu lub rezultatów. Należy zauważyć również, że ustalenie wag eliminuje potrzebę standaryzacji czy innej formy sprowadzenia do porównywalności danych wejściowych (ustalenia wspólnego miana). Oznacza to, że nakłady, jak również rezultaty przy obliczaniu sprawności technicznej mogą być mierzone w odmiennych jednostkach, w tym w jednostkach naturalnych. We wszystkich obiektach dany rezultat lub nakład musi mieć jednak jednakowe miano i być wyrażony na takiej samej skali. Tak więc niedopuszczalną jest sytuacja, w której nakład pracy wyrażony jest w jednym obiekcie wartościowo, a w innym ilościowo, lub wartość kapitału w jednym podmiocie w zł, a w innych w tys. zł.

W tradycyjnych modelach DEA nakłady i rezultaty muszą przyjmować wartości nieujemne, co przy klasycznych parametrach w rolnictwie jest naturalną cechą (zakładane nakłady: tj. ziemia, praca, kapitał przyjmują zawsze wartości nieujemne). Wynik działania określany jako rezultat musi być stymulantą lub maksymantą, z kolei wzrost nakładów przy określonym poziomie rezultatu oceniany jako niekorzystny – nieefektywny<sup>8</sup>.

Ustalenie efektywności danego obiektu poprzedza określenie zbioru możliwości produkcyjnych, a więc punktów tworzących obwiednię, tj. krzywą odniesienia dla badanych jednostek. Granicę tę w układzie wielowymiarowym tworzy przestrzeń wyznaczaną przez zbiór wszystkich możliwości najlepszego sposobu przekształcenia nakładów w rezultaty stwierdzonych empirycznie lub wyznaczonych wirtualnie. W prowadzonych badaniach służących określeniu efektywności technicznej przedmiotem optymalizacji jest zazwyczaj poszukiwanie rozwiązania układu nierówności pozwalającego minimalizować nakłady (orientacja na nakłady) do poziomu nie niższego od takiego, jaki stwierdzono na podstawie technologii stosowanej w najefektywniejszych wielkotowarowych

---

<sup>7</sup> M. Gospodarowicz, *Procedury analizy i oceny banków*, NBP, „Materiały i Studia” nr 103, 2000.

<sup>8</sup> C. Blackorby, R.R. Russell., *Aggregation of efficiency indices*, „Journal of Productivity Analysis”, Volume 12, Issue 1, 1999.



przedsiębiorstwach rolnych<sup>9,10,11,12,13,14,15,16</sup>. W dalszej części opracowania prezentowane są więc modele o orientacji na nakłady.

Pomiar efektywności radialnej (w rozumieniu Farrella-Debreu) w postaci graficznej został przedstawiony dla dwóch obiektów, które dla uzyskania jednostki efektu wykorzystują na różnym poziomie kombinację dwóch nakładów (wykres 1). Miarę efektywności przedsiębiorstw w metodzie DEA ustala się na podstawie odległości pomiędzy punktem charakteryzującym ich technologię oraz punktem odniesienia (wzorcem). Obiekt A znajduje się na obwiedni, a więc krzywej wyznaczającej zbiór dopuszczalnych technologii optymalnych. Charakteryzuje się on bowiem minimalną możliwą kombinacją nakładów na wytworzenie jednej jednostki efektu względem obiektu B leżącego na tym samym promieniu technologicznym (wykorzystującym zbliżoną proporcję nakładów). Promień technologiczny – półprosta wychodząca z początku układu współrzędnych i przechodząca przez punkt A – określa pewien postulowany zbiór relacji pomiędzy nakładami  $x_1$ ,  $x_2$  i rezultatem  $y$ . W prezentowanym przykładzie obiekt B posiada znacznie gorszą sprawność techniczną względem obiektu A, co wynika z większego wykorzystania obu nakładów na jednostkę produktu. Ten sam przeciętny efekt mógłby osiągnąć angażując kombinację składającą się ze znacznie mniejszej ilości nakładów  $x_1$  i  $x_2$ . Skalę możliwości ograniczenia nakładów w graficznej prezentacji wyznacza odległość pomiędzy punktami A i B (wykres 1).

---

<sup>9</sup> M. Świtłyk, *Zastosowanie metody DEA do analizy efektywności gospodarstw rolnych*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej”, nr 6, 1999.

<sup>10</sup> J. Bieńkowski, J. Jankowiak, *Ocena zrównoważonego funkcjonowania gospodarstw rolnych Wielkopolski*, „Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu”, nr 540, 2006.

<sup>11</sup> J. Baran, *Efektywność spółdzielni i pozostałych form prawnych działających w przemyśle mleczarskim z wykorzystaniem metody DEA*, „Roczniki Nauk Rolniczych”, Seria G, t. 94, z. 1, 2007.

<sup>12</sup> J. Ziółkowska, *Efektywność techniczna w gospodarstwach wielkotowarowych*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2008.

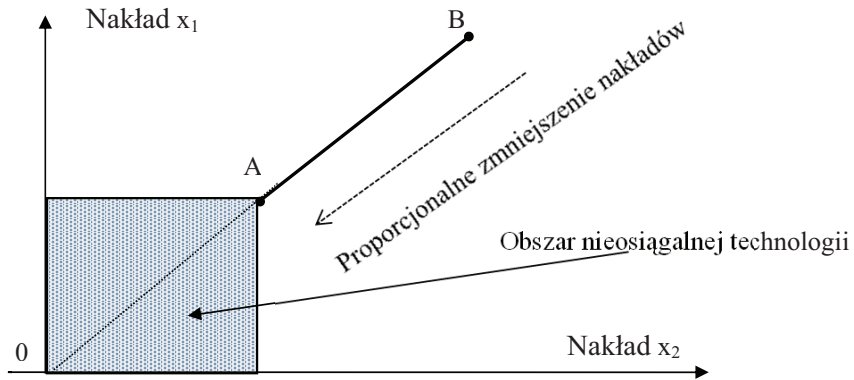
<sup>13</sup> M. Helta, M. Świtłyk, *Efektywność techniczna spółek Agencji Nieruchomości Rolnych w latach 1994-2006*, „Roczniki Nauk Rolniczych”, Seria G, t. 95, z. 1, 2008.

<sup>14</sup> R. Rusielik, M. Świtłyk, *Zmiany efektywności technicznej rolnictwa w Polsce w latach 1998-2006*, „Roczniki Nauk Rolniczych”, Seria G, t. 96, z. 3, 2009.

<sup>15</sup> K. Smeździk, *Zastosowanie metody DEA w badaniu efektywności ekonomicznej indywidualnych gospodarstw rolnych [w:] Nowe trendy w metodologii nauk ekonomicznych i możliwości ich wykorzystania w procesie kształcenia akademickiego. T. 2: Problemy szczegółowe metodologii nauk ekonomicznych*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań, 2011.

<sup>16</sup> J. Buks, Z. Floriańczyk, T. Toczyński, *Zagadnienia produktywności w strategiach rozwoju i jej pomiar w odniesieniu do gospodarstw zrównoważonych*, Raport Programu Wieloletniego nr 27, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.

Graficzna prezentacja pomiaru efektywności technicznej punktów leżących na promieniu technologicznym



Źródło: opracowanie na podstawie [B. Guzik 2009]<sup>17</sup>.

Sam pomiar efektywności technicznej obiektu B sprowadza się do obliczenia ilorazu odległości punktu A względem początku układu współrzędnych (odcinek 0A) oraz odległości punktu B względem początku układu współrzędnych (odcinek 0B).

Punkt A pełni funkcję punktu odniesienia dla wszystkich jednostek znajdujących się w jego promieniu technologicznym (w naszym przypadku A i B).

$$EB = \frac{0A}{0B} < 1 \quad EA = \frac{0A}{0A} = 1$$

gdzie:

$EB$  – efektywność obiektu B,

$EA$  – efektywność obiektu A (w przedstawionym przykładzie wynosi 1 – 100%)<sup>18</sup>.

Zaprezentowany sposób obliczania efektywności ma charakter radialny, gdyż zmiany nakładów muszą mieć charakter proporcjonalny. Wszystkie nakłady muszą bowiem ulec zmianie do poziomu  $q$ -krotności nakładów stosowanych w optymalnej technologii, zgodnie ze wzorem:

$$q = \frac{EB}{EA} \quad (5)$$

gdzie:

$q$  – krotność nakładów punktu A.

<sup>17</sup> B. Guzik, *Podstawowe modele DEA w badaniach efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.

<sup>18</sup> Punkt A charakteryzuje się najlepszą stwierdzoną kombinacją nakładów  $x_1$  i  $x_2$ , wyznacza więc obwiednię i punkt odniesienia, zarówno dla samego siebie, jak i dla obiektu B.

Ważną cechą klasycznych modeli wykorzystujących efektywność Farrella-Debreu (efektywności radialną) jest więc pełna komplementarność nakładów przy braku ich substytucji. W rozważanym przypadku modelu zorientowanego na nakłady, jak już wspomiano, możliwe jest bowiem proporcjonalne zmniejszenie nakładów ( $q$ -krotnie). Dopuszczalna jest wprawdzie sytuacja, iż jedna składowa (nakład) nie ulega zmianie (następuje jego częściowa oszczędność), ale druga lub pozostałe składowe zmieniają się w sposób proporcjonalny. Nie występuje więc sytuacja, w której jeden nakład zmienia się kosztem drugiego, a więc zjawisko ich wzajemnej substytucyjności<sup>19</sup>.

Sposób ustalenia optymalnej technologii (krzywej efektywności) w modelach radialnych może być jednak różny; zależy on, między innymi, od rodzaju zakładanych efektów skali produkcji. W najstarszym modelu Data Envelopment Analysis – CCR określanym mianem pierwotnego, Charnes, Cooper i Rhodes rozwinęli koncepcję efektywności Farrella, sprowadzając funkcję ułamkową do liniowej. W zaproponowanym przez nich modelu zbiór możliwości produkcyjnych jest ustalany według wzoru<sup>20</sup>:

$$P(x,y) = \{x_{mj} \geq X\lambda_j, y_{sj} \leq Y\lambda_j, \lambda_j \geq 0\} \quad (6)$$

gdzie:

$P(x,y)$  – zbiór możliwości produkcyjnych w badanej próbie,

$x_{mj}$  – wektor  $m$  nakładów w  $j$ -tej jednostce,

$X$  – macierz nakładów o wymiarach ( $n \times m$ ) dla wszystkich  $n$  obiektów,

$y_{sj}$  – wektor  $s$  rezultatów w  $j$ -tej jednostce,

$Y$  – macierz rezultatów o wymiarach ( $n \times s$ ) dla wszystkich  $n$  obiektów,

$\lambda_j$  – wagi będące współczynnikami kombinacji liniowej (parametry nasycenia) dla technologii wspólnej,

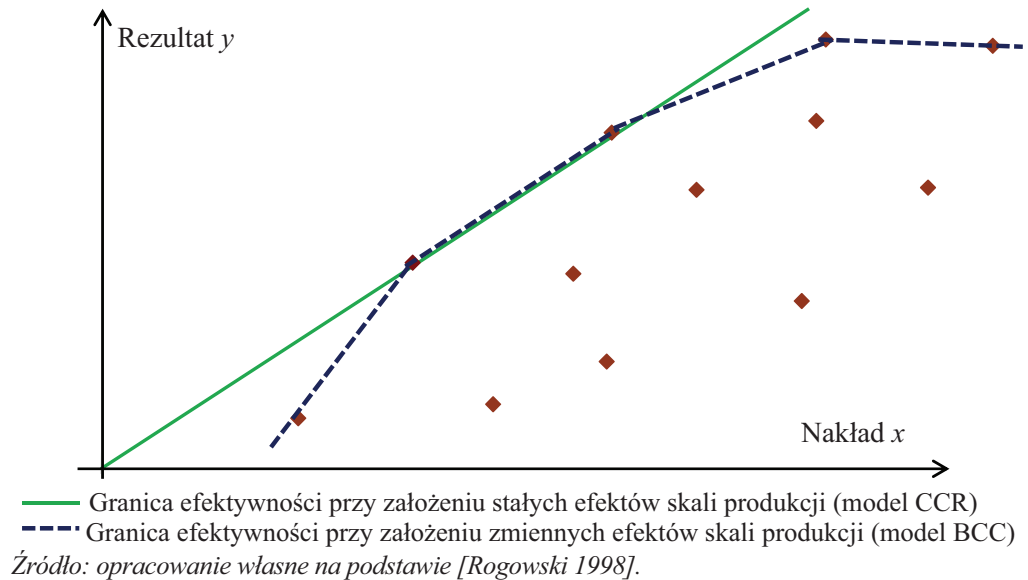
pozostałe jak we wzorach nr 1-3.

Obwiednię wyznaczającą granicę efektywności tworzą jednostki, dla których wagi  $\lambda_j$  miały najmniejsze stwierdzone wartości. Podczas wyznaczania wag autorzy modelu CCR założyli stałe oddziaływanie skali produkcji, stąd niejednokrotnie model ten oznacza się symbolem CRS (Constant Returns to Scale). W sytuacji występowania jednego efektu i jednego nakładu obwiednia przyjmuje postać zbliżoną do półprostej (wykres 2).

<sup>19</sup> B. Guzik, *O pewnej możliwości uwzględnienia substytucji nakładów w modułach DEA*, „Badania Operacyjne i Decyzje”, nr 3-4, 2007.

<sup>20</sup> T. Coelli, D. Prasada Rao, C. O'Donnell, G. Battese, *An introduction to efficiency and productivity analysis*, Springer, New York 2005.

Granica efektywności w zależności od przyjętego wpływu skali produkcji przy teoretycznym zaangażowaniu jednego nakładu ( $x$ ) dla uzyskania jednego rezultatu ( $y$ )



Odmiennej sposób wyznaczania krzywej odniesienia zaprojektowała trójka badaczy: Banker, Charnes i Cooper w modelu nazwanym od ich pierwszych liter nazwisk BCC. Zgodnie z założeniami tego modelu optymalna technologia dla jednostek ustalana jest na podstawie równania<sup>21</sup>:

$$P(x,y) = \{x_{mj} \geq X\lambda_j, y_{sj} \leq Y\lambda, \lambda_j \geq 0, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1\} \quad (7)$$

gdzie:

oznaczenia jak we wzorze nr 6.

Różnica między modelami polega na wprowadzeniu warunku wypukłości krzywej granicznej (obwiedni), w związku z tym, że suma współczynników technologii wspólnej  $\lambda$  w równaniu 7 równa jest jeden (wykres 2). Warunek ten pozwala dokonywać pomiaru efektywności przy założeniu zmiennego oddziaływania skali produkcji. Model ten niejednokrotnie oznaczany jest więc symbolem VRS (Variable Returns to Scale). W terminologii polskiej efektywność obliczana na podstawie modelu CCR nazywana jest efektywnością operacyjną, a na podstawie modelu BCC określana jest mianem efektywności technicznej czystej<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> W.W. Cooper, L. Seiford, K. Tone, *Data envelopment analysis. A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software*, Springer 2007.

<sup>22</sup> G. Rogowski, *Metody...*, op. cit., 1998.

Ustalenie zbioru możliwości produkcyjnych pozwala w dalszej kolejności na dokonanie pomiaru odległości pomiędzy liderami reprezentującymi technologię optymalną oraz pozostałymi przedsiębiorstwami. Matematyczny zapis tego działania przedstawia się następująco<sup>23</sup>:

$$E(x_j, y_j) = \min \{ \theta : \theta x_{mj}, x_j \in P(x, y) \} \quad (8)$$

gdzie:

$E(x, y)$  – funkcja odległości pomiędzy punktem charakteryzującym technologię danego przedsiębiorstwa a krzywą odniesienia (obwiednią),

$x_{mj}$  – wektor m nakładów w  $j$ -tej jednostce,

$\theta$  – współczynnik efektywności obiektu,

$P(x, y)$  – zbiór możliwości produkcyjnych.

W równaniu tym z uwagi na wspomniany radialny charakter modelu wartość  $\theta$  (mnożnik nakładów) określa nam, jaką krotność nakładów należałoby zastosować w stosunku do rozwiązania optymalnego przy równoczesnym zachowaniu co najmniej tej samej ilości efektu. Wynik efektywności  $E(x, y)$  mieści się w przedziale od 1 (100%) dla obiektu w pełni efektywnego do 0 (teoretycznie dla obiektu, który pomimo poniesienia nakładów uzyskał efekt równy 0). Różnica pomiędzy 1 (100%) i  $E$  danego obiektu pozwala stwierdzić, o ile mniej nakładów względem punktu odniesienia należałoby zastosować przy zachowaniu dotychczasowego efektu uzyskanego w przedsiębiorstwie, aby jednostka była w pełni efektywna w ramach wspólnej technologii.

Z punktu widzenia możliwych procesów dostosowawczych do poziomu optymalnego ważnym elementem analizy efektywności technicznej jest określenia potencjalnie możliwych zmian prowadzących do poprawy wyników badanych obiektów. Metoda DEA pozwala między innymi ustalić efektywność skali produkcji, a więc wpływ zmian wielkości produkcji na poziom efektywności jednostki. W przedsiębiorstwach może bowiem wystąpić zarówno nieefektywność wynikająca ze zbyt dużych, jak również zbyt małych rozmiarów działalności. W celu ustalenie tego wpływu można wykorzystać prezentowane powyżej modele CCR (model z założeniem stałych korzyści skali) i BCC (model efektywności technicznej czyściej – zakładane zmienne efekty skali produkcji). Samo obliczenie efektywności skali produkcji w metodzie DEA sprowadza się do ustalenia wyniku ilorazu<sup>24</sup>:

$$SE = \frac{\theta_{CCR}}{\theta_{BCC}} \quad (9)$$

<sup>23</sup> W.W. Cooper, L. Seiford, J. Zhu, *Handbook on data envelopment analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2004.

<sup>24</sup> K. Stępień, *Konsolidacja a efektywność banków w Polsce*, Cedewu, Warszawa 2004.

gdzie:

$SE$  – efektywność skali produkcji,

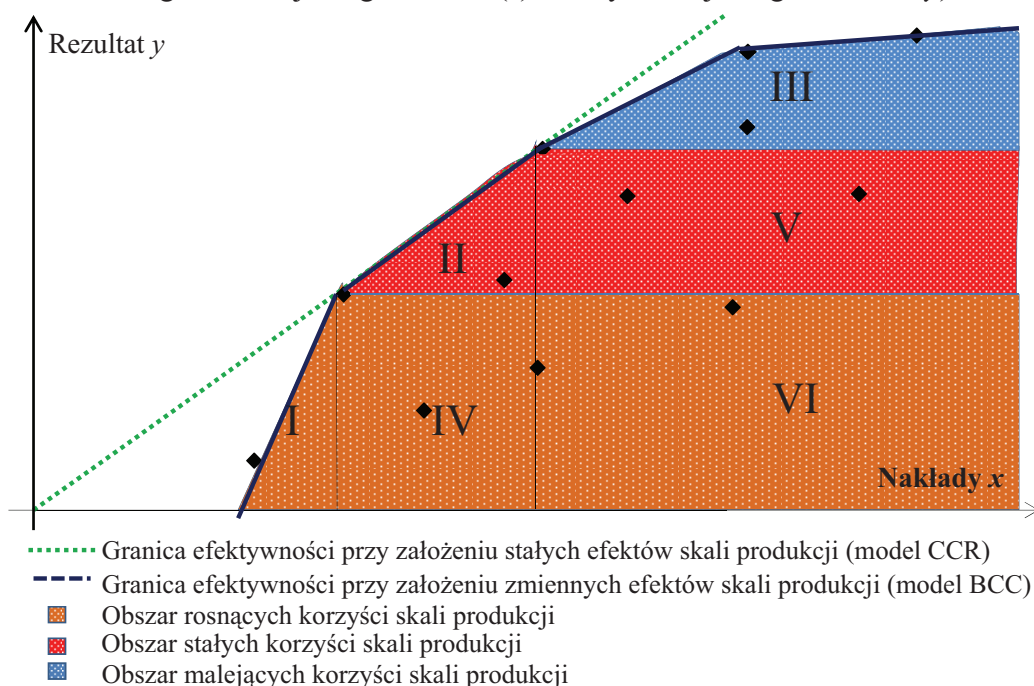
$\theta_{CCR}$  – efektywność operacyjna ustalona na podstawie równań 6 i 8,

$\theta_{BCC}$  – efektywność techniczna czysta ustalona na podstawie równań 7 i 8.

Uzyskany w ten sposób wynik informuje jedynie o poziomie niedostosowania obiektu do optymalnej skali produkcji z punktu widzenia technicznego. Nie pozwala jednak stwierdzić, w jakim stopniu odchylenie efektywności skali produkcji od optimum zostało spowodowane zbyt wielkimi czy zbyt małymi rozmiarami działalności gospodarczej. Nie można zatem określić, w jakim punkcie względem skali produkcji znajduje się wielkotowarowe przedsiębiorstwo rolne (rosnących, stałych czy malejących). W zależności od rodzaju przestrzeni względem skali produkcji, w jakiej funkcjonuje przedsiębiorstwo, proporcjonalne zwiększenie/zmniejszenie wszystkich nakładów może mieć różny wpływ na poziom efektywności danego obiektu (wykres 3).

Wykres 3

Obszary nieefektywności skali produkcji przy teoretycznym zaangażowaniu jednego nakładu ( $x$ ) dla uzyskania jednego rezultatu ( $y$ )



Źródło: opracowano na podstawie [Zhu 2008]<sup>25</sup>.

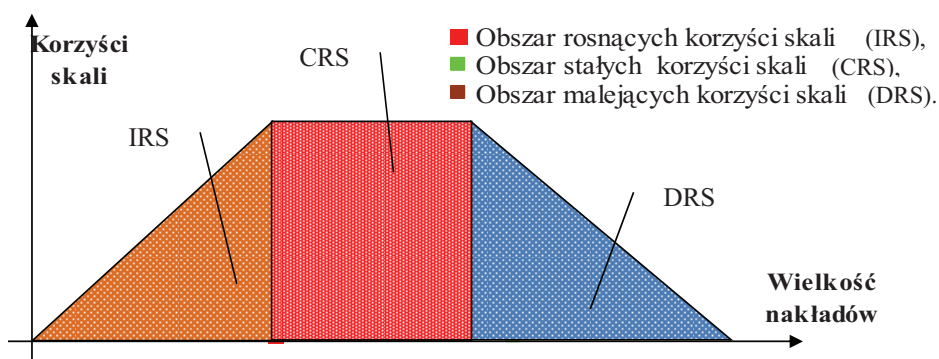
<sup>25</sup> J. Zhu, *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets. Second Edition*, Springer 2009.

Określenie rodzaju występującej nieefektywności skali produkcji dokonywane jest na podstawie sumy  $\lambda_j$  w modelu CCR (równania 6 i 8). W sytuacji, gdy jest ona mniejsza od jedności, w przedsiębiorstwie rolnym mają miejsce niekorzyści wynikające ze zbyt małych rozmiarów działalności. Taka jednostka operuje w obszarze rosnących korzyści skali (IRS – *increasing return to scale*)<sup>26</sup>, tym samym wzrost/spadek zastosowanych w niej nakładów (o minimalną wielkość) spowoduje więcej niż proporcjonalne zwiększenie/zmniejszenie rezultatu (wykres 4). Z uwagi na rozważanie modeli ukierunkowanych na nakłady w układzie graficznym prezentowanym na wykresie 3 w obszarze tym leżą obiekty zlokalizowane na polach o numerach I, IV i VI.

Poprawa efektywności technicznej polegająca na dopasowaniu stosowanej technologii do optymalnej (dopasowanie proporcji nakładów) w takich podmiotach powinna się odbywać poprzez umiejętne zwiększenie rozmiarów działalności.

Wykres 4

Wpływ wielkości nakładów na rodzaj efektywności skali produkcji



Źródło: opracowano na podstawie [W. Cook i J. Zhu 2008]<sup>27</sup>.

Odwrotna sytuacja występuje w przedsiębiorstwach funkcjonujących w obszarze malejących efektów skali, tj. gdy  $\sum \lambda_j > 1$ . Na wykresie 3 jest to pole oznaczone symbolem III. W jednostkach tych ujawniają się niekorzyści techniczne dużych rozmiarów działalności (DRS – *decreasing return to scale*), a tym samym wzrost/spadek zastosowanych nakładów spowoduje mniej niż proporcjonalne zwiększenie/zmniejszenie efektu. Poprawa efektywności technicznej w takich

<sup>26</sup> K. Kerstens, P. Vanden Eeckaut, *Estimating returns to scale using non-parametric deterministic technologies: A new method based on goodness-of-fit*, „European Journal of Operational Research”, Volume 113, Issue 1, 16 February 1999.

<sup>27</sup> W.D. Cook, J. Zhu, *Data Envelopment Analysis. Modeling Operational Processes and Measuring Productivity*, USA 2008.

jednostkach powinna się odbywać na drodze zmniejszenia wielkości prowadzonej działalności i redukcji stosowanych dotąd nakładów w „nadmiarze”.

Istnieją również przedsiębiorstwa, dla których  $\Sigma\lambda_j=1$ , stąd nazywane są one jednostkami posiadającymi stałe korzyści skali produkcji (CRS – *constant return to scale*). Na wykresie 3 takimi cechami odznaczają się wszystkie obiekty zlokalizowane na polach II i V. W ich przypadku wzrost/spadek nakładów powoduje wprost proporcjonalną zmianę rezultatu-efektu. W obszarze tym nie występuje nieefektywność spowodowana wielkością prowadzonej działalności, ale może ona wynikać z nieumiejętnego zarządzania przedsiębiorstwem lub nieoptymalnego doboru technologii.



## 1.2. Inne modele wykorzystane w badaniu efektywności technicznej oraz do pomiaru zmian w czasie produktywności czynników wytwórczych

Rozwój metodologii DEA spowodował wypracowanie nowych możliwości analitycznych oraz wprowadzenie nieco odmiennych modeli pomiaru efektywności technicznej. Jedną z takich możliwości jest szacowanie tzw. luzów (slacks), a więc ilości nakładów i rezultatów pozostających w danym obiekcie w nadmiarze względem optymalnego rozwiązania. Szacując luzy optymalizuje się wagi nakładów i rezultatów, przy założeniu możliwości występowania pewnych ich „nadwyżek”, ( $l_m^-$ ) nazywanych luzami nakładów, oraz możliwości osiągania nieco niższego efektu niż w rozwiązaniu klasycznym, a więc ( $l_s^+$ ) – luzów efektów. Po wykonaniu klasycznych obliczeń modeli DEA i ustaleniu krotności zmiany nakładów w następnym kroku można szacować więc wielkość występujących luzów. Zakłada się tzw. silną efektywność obiektów, a więc dla jednostki w pełni efektywnej ( $\theta=1$ ) wartość luzów jest równa 0 ( $l_m^- = l_s^+ = 0$ ), czyli nie występują one<sup>28</sup>. Samo szacowanie luzów w jednostkach nieefektywnych w modelach o orientacji na nakłady pozwala zatem określić, który konkretny nakład występuje w nadmiarze w stosunku do radialnej technologii i w jakich ilościach. Co ważne nie we wszystkich jednostkach nieefektywnych muszą występować luzy; dotyczy to jedynie tych obiektów, w których jeden z nakładów wyraźnie odbiega od proporcji charakterystycznej dla danej technologii (promienia radialnego)<sup>29</sup>.

Szacowanie luzów w modelu CRS, a więc przy założeniu stałych efektów skali produkcji, sprowadza się do nieco odmiennego zdefiniowania zbioru dopuszczalnych technologii produkcji<sup>30</sup>:

$$P(x,y) = \{x_{mj} \geq X\lambda_j + l_m^-, y_{sj} \leq Y\lambda_j - l_s^+, \lambda_j \geq 0, l_m^- \geq 0, l_s^+ \geq 0\} \quad (10)$$

gdzie:

$P(x,y)$  – zbiór możliwości produkcyjnych w badanej próbie,

$s$  – liczba rezultatów,  $m$  – liczba nakładów,

$x_{mj}$  – wektor  $m$  nakładów w  $j$ -tej jednostce,

$X$  – macierz nakładów o wymiarach ( $n \times m$ ) dla wszystkich  $n$  obiektów,

$y_{sj}$  – wektor  $s$  rezultatów w  $j$ -tej jednostce,

$Y$  – macierz rezultatów o wymiarach ( $n \times s$ ) dla wszystkich  $n$  obiektów,

---

<sup>28</sup> J. Zhu, *Quantitative Models for Performance ...*, op. cit., 2009.

<sup>29</sup> W.D. Cook, L.M. Seiford, *Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on*, „European Journal of Operational Research”, Volume 192, Issue 1, 1 January 2009.

<sup>30</sup> T. Sueyoshi, K. Sekitani, *Measurement of returns to scale using a non-radial DEA model: A range-adjusted measure approach*, „European Journal of Operational Research”, Volume 176, Issue 3, 1 February 2007.

$\lambda_j$  – wagi będące współczynnikami kombinacji liniowej (parametry nasycenia) dla technologii wspólnej,

$l_m^-$  – pewna nadmiarowa wielkość  $m$  nakładu uwzględniana jako wartość ujemna,

$l_s^+$  – pewna nadmiarowa wielkość  $s$  rezultatu uwzględniana jako wartość dodatnia,

W modelu VRS zakładającym zmienne efekty skali produkcji obowiązuje dodatkowo warunek wypukłości krzywej granicznej-obwiedni:

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

Pomiar efektywności technicznej w modelu z luzami ma postać równania<sup>31</sup>:

$$E(x_j, y_j) = \min \left\{ \theta - \varepsilon \left( \sum_{j=1}^m l_m^- + \sum_{j=1}^s l_s^+ \right); \theta x_{mj}, x_j \in P(x, y) \right\} \quad (11)$$

gdzie:

$E(x, y)$  – efektywność techniczna,

pozostałe oznaczenia jak we wzorze nr 10.

Zestawiając równania nr 11 i nr 8 możemy obliczyć wielkość luzów:

$$\min \left\{ \theta; \theta x_{mj}, x_j \in P(x, y) \right\} = \min \left\{ \theta - \varepsilon \left( \sum_{j=1}^m l_m^- + \sum_{j=1}^s l_s^+ \right); \theta x_{mj}, x_j \in P(x, y) \right\} \quad (12)$$

Innym rozwiązaniem było bezpośrednio wykorzystanie luzów do szacowania efektywności technicznej obiektów. Zostało ono zastosowane w modelach bazujących na luzach – Slack-Based DEA Models. Pomiar aktywności ma wtedy charakter nieradialny i sprowadza się do ustalania maksymalnej wielkości sumy luzów nakładów i efektów przy spełnieniu warunku dostępności technologicznej<sup>32</sup> zapisanego w równaniu nr 10:

$$E(x_j, y_j) = \max \left\{ \sum_{j=1}^m l_m^- + \sum_{j=1}^s l_s^+ \right\}$$

Powyższy rodzaj modeli nie był wykorzystywany w prowadzonym badaniu, dlatego jego rozwinięcie i graficzna prezentacja została pominięta.

Założenie pełnej komplementarności nakładów w klasycznych modelach DEA, a tym samym wykorzystanie do pomiaru efektywności technicznej zmiany ich krotności przy określonej ich proporcji względem stwierdzonej we wzorcowym obiekcie stanowi pewne uproszczenie. Zmiany nakładów mogą się bo-

<sup>31</sup> N. Avkiran, K. Tone, M. Tsutsui, *Bridging radial and non-radial measures of efficiency in DEA*, „Annals of Operations Research”, Volume 164, Issue 1, 2008.

<sup>32</sup> K. Tone, *A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis*, „European Journal of Operational Research”, Volume 130, Issue 3, 1 May 2001.

wiem odbywać również w drodze ich substytucji, a więc zastępowalności. Może następować więc zwiększanie jednego lub kilku rodzajów nakładów kosztem innego lub innych. Założenie pełnej substytucji nakładów (teoretycznie całkowitej wzajemnej zastępowalności) zastosował Russell<sup>33</sup>. Przyjął on założenie, że nie należy optymalizować wszystkich nakładów łącznie, ale jedynie poszczególne składowe i to oddzielnie, ale w sposób radialny. Dopiero znając wszystkie efektywności cząstkowe nakładów, obliczając ich średnią, ustalić można sprawność techniczną całego obiektu zgodnie ze wzorem<sup>34</sup>:

$$E_R(x_j, y_j) = \min \left\{ \sum_{j=1}^m \frac{\theta_j}{m}, \theta_j : \theta_j x_{mj}, x_j \in P(x, y) \right\} \quad (13)$$

gdzie:

$\sum_{j=1}^m \frac{\theta_j}{m}$  – średnia efektywności cząstkowych dla  $m$  rezultatów w  $j$ -tej jednostce,

$s$  – liczba rezultatów,  $m$  – liczba nakładów.

$\theta_j$  – efektywność cząstkowa  $m$ -tego nakładu w  $j$ -tej jednostce,

$x_{mj}$  – wektor  $m$  nakładów w  $j$ -tej jednostce,

$\theta$  – współczynnik efektywności obiektu,

$P(x, y)$  – zbiór możliwości produkcyjnych zgodnie z wzorem nr 6 dla modeli CRS lub nr 7 dla modeli VRS,

$E_R(x, y)$  – nieradialna efektywność techniczna.

Efektywność Russella jest określana jako nieradialna z uwagi na możliwy kształt trajektorii zmian nakładów i ich relacji (wykres 5).

Dostosowanie nakładów do technologii optymalnej reprezentowanej przez punkt A może się odbywać po trajektorii radialnej (dla punktu B). W przypadku wszystkich punktów leżących na półprostej o początku A i przechodzącej przez punkt B – na radialnym promieniu technologicznym – wykazywane są takie same właściwości jak w klasycznym modelu DEA. Promień technologiczny nazwano więc linią komplementarności (zmiana nakładów w punktach na niej leżących stanowi krotność w stosunku do technologii wzorcowej). W przypadku punktów D i C ewentualna linia zmian może mieć jednak nieregularny kształt, tym bardziej im w większym stopniu obserwowane jest niepowielanie struktury nakładów punktu A. W ich przypadku optymalna struktura docelowa występuje w punkcie A'; sam kształt trajektorii warunkowany jest poziomem substytucyjności nakła-

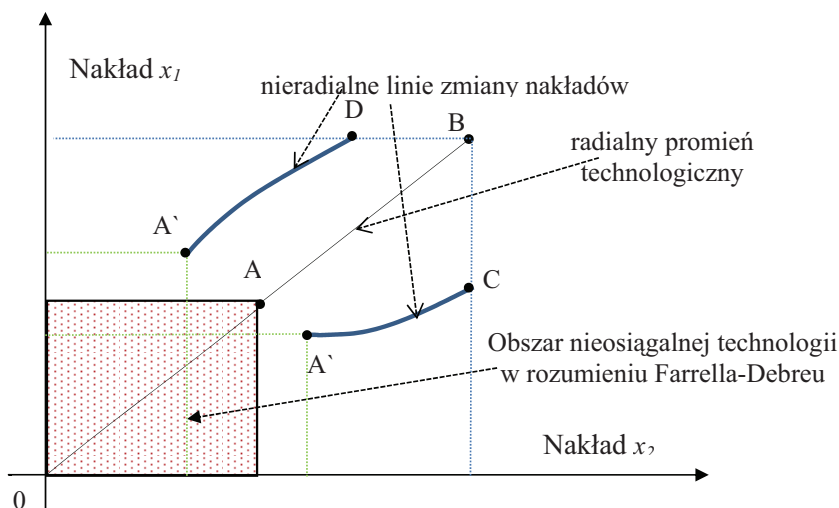
<sup>33</sup> W.W. Cooper, L. Seiford, K. Tone, *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses with DEA-Solver Software and References*, Springer, USA 2006.

<sup>34</sup> W.W. Cooper, Z. Huang, S.X. Li, B.R. Parker, J.T. Pastor, *Efficiency aggregation with enhanced Russell measures in data envelopment analysis*, „Socio-Economic Planning Sciences”, Volume 41, Issue 1, March 2007.

dów i wynikającej z niej dysproporcji poszczególnych nakładów pod względem efektywności (dysproporcji efektywności cząstkowych). Im większa różnica pomiędzy mnożnikami poszczególnych nakładów (dysproporcja ich efektywności) w danym obiekcie ( $\theta_{jw} - \theta_{jz}$ ), tym większy poziom ich substytucyjności<sup>35</sup>.

Wykres 5

Graficzna prezentacja pomiaru efektywności nieradialnej (efektywności Russella)



Źródło: opracowano na podstawie [Pastor i inni 1999]<sup>36</sup>.

Wykorzystanie modelu nieradialnej efektywności Russella w związku ze zjawiskiem substytucji pozwala na uzyskiwanie tego samego poziomu efektywności przy różnych technologiach produkcji. Wyrazem tego są izokwanty – punkty o tym samym poziomie efektywności technicznej (wykres 6).

Zmiana nakładów w tym modelu może wywoływać nie wprost proporcjonalną zmianę wyników efektywności, ale również w zależności od stosowanej technologii (położeniu na izokwancie) może dawać znacznie odmienną efektywność. W układzie graficznym prezentuje to odległość pomiędzy punktami A i B oraz C i D.

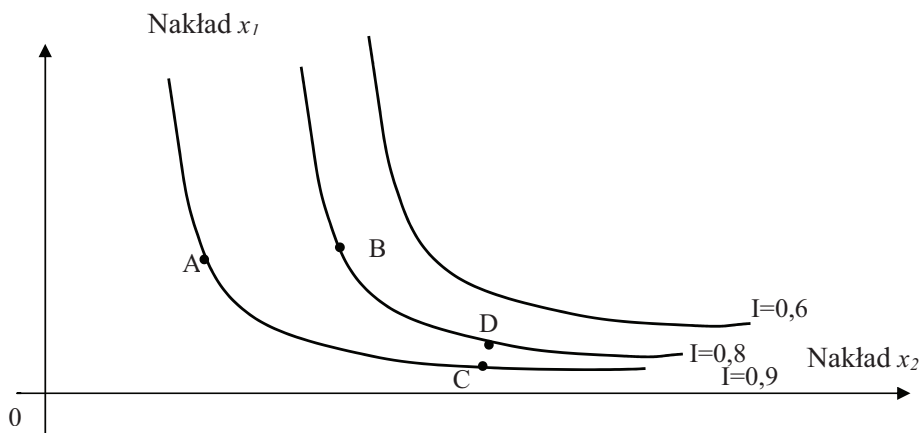
<sup>35</sup> W.W. Cooper, K.S. Park, J.T. Pastor, *RAM: A Range Adjusted Measure of Inefficiency for Use with Additive Models, and Relations to Other Models and Measures in DEA*, „Journal of Productivity Analysis”, Volume 11, Number 1, 1999.

<sup>36</sup> J.T. Pastor, J.L. Ruiz, I. Sirvent, *An enhanced DEA Russell graph efficiency measure*. „European Journal of Operational Research”, Volume 115, Issue 3, 1999.

Z uwagi na niestabilność wyników pod wpływem zmiany poziomu nakładów w dalszej części badań posługiwano się nieradialnym modelem efektywności jedynie do ustalania substytucyjności nakładów<sup>37,38,39</sup>.

Wykres 6

Izokwanty efektywności przy różnych technologiach produkcji



Źródło: opracowano na podstawie [Pastor i inni 1999].

Wykorzystując własności modelu nieradialnej efektywności istnieje bowiem możliwość ustalenia wskaźnika wzajemnej substytucji dwóch różnych par nakładów w danym obiekcie ( $z_{w(z)}$ ) jako ilorazu wskaźników efektywności cząstkowych:

$$z_{w(z)} = \theta_{jw} \div \theta_{jz} \quad (14)$$

gdzie:

$z_{jw(z)}$  – poziom substytucji (zastępowalności) nakładu w nakładem  $z$  w  $j$ -tej jednostce,  
 $\theta_{jw}$  – efektywność cząstkowa nakładu  $w$  w  $j$ -tej jednostce,  
 $\theta_{jz}$  – efektywność cząstkowa nakładu  $z$  w  $j$ -tej jednostce.

W przeprowadzonym badaniu dokonano obliczenia również syntetycznego miernika substytucyjności  $S_{mo}$  dla układu badanych wszystkich rodzajów na-

<sup>37</sup> J. Ruggiero, *Measuring technical efficiency*, „European Journal of Operational Research”, Volume 121, Issue 1, 2000.

<sup>38</sup> T. Sueyoshi, K. Sekitani, *Computational strategy for Russell measure in DEA: Second-order cone programming*, „European Journal of Operational Research”, Volume 180, Issue 1, 2007.

<sup>39</sup> T. Sueyoshi, K. Sekitani, *An occurrence of multiple projections in DEA-based measurement of technical efficiency: Theoretical comparison among DEA models from desirable properties*, „European Journal of Operational Research”, Volume 196, Issue 2, 2009.

kładów. Miernik ten jest średnią geometryczną wybranych par wskaźników wzajemnej substytucji nakładów w danym obiekcie<sup>40</sup>:

$$S_{mo} = \text{średnia ważona } \{z_{w(z)} \geq 1 \text{ i } z_{z(w)} \geq 1; w, z = 1 \dots m, w \neq z\} \quad (15)$$

W przypadku, gdy  $z_{w(z)} < 1$ , do pomiaru średniej brano wskaźnik substytucji  $z_{z(w)}$  będący symetrycznym jego odpowiednikiem. Wskaźnik  $z_{w(z)}$  jest równy bowiem odwrotności wskaźnika  $z_{z(w)}$ . Syntetyczny miernik substytucyjności  $S_{mo}$  osiąga wartość równą 1, gdy wszystkie nakłady są komplementarne. Im większa jego wartość powyżej jedności, tym w większym stopniu nakłady są modelowo substytucyjne.

Z uwagi na nieparametryczny charakter metody DEA powstaje problem statystycznej weryfikacji uzyskanych wyników. Twórcy metody podkreślają dużą wrażliwość pomiaru na pojawienie się jednostek nietypowych, które mogą zniekształcać krzywą odniesienia, a zarazem znacznie odbiegają pod względem stosowanej technologii (proporcji nakładów) od pozostałych przedsiębiorstw<sup>41</sup>. Mogą one bowiem zniekształcać uzyskane wyniki wpływając na kształt krzywej odniesienia.

W celu uniknięcia sytuacji, w której parametry jednostek specyficznych, między innymi z uwagi na odmienny rodzaj prowadzonej przez nie działalności, wyznaczają technologie nieosiągalne dla pozostałych obiektów, istnieje potrzeba wyboru homogenicznej próby lub zastosowania odmiennej procedury badania jednorodności zbiorowości. W prowadzonych analizach postulat homogeniczności nie mógł być spełniony między innymi z uwagi na ukierunkowanie i specjalizacje produkcji rolniczej, formę prawno-organizacyjną podmiotów. Cechy te w sposób istotny różnicują badaną próbę pod względem cząstkowych wskaźników wydajności. Należy zatem założyć, iż w sposób istotny mogą wpływać na efektywność techniczną. Z uwagi na względny charakter metody DEA uzyskane oddzielnie wyniki w wydzielonych homogenicznych grupach nie pozwoliłyby jednak na ich porównanie. Wyliczając efektywność techniczną, wykorzystano więc procedurę metakrzywej granicznej – metaobwiedni (metafrontier), polegającą na stworzeniu wirtualnej granicy dopuszczalnych rozwiązań technologicznych ( $M-M'$ ) przy pomocy „lokalnych” krzywych odniesienia ( $K$ ) wyznaczonych na podstawie rzeczywistych obserwacji w najlepszych jednostkach (wykres 7)<sup>42</sup>.

Metaobwiednia jest to jedna wspólna krzywa odniesienia (obwiednia z obwiedni) dająca możliwość dodatkowego ustalenia wpływu czynników po-

---

<sup>40</sup> B. Guzik, *Podstawowe modele DEA ...*, op. cit., 2009.

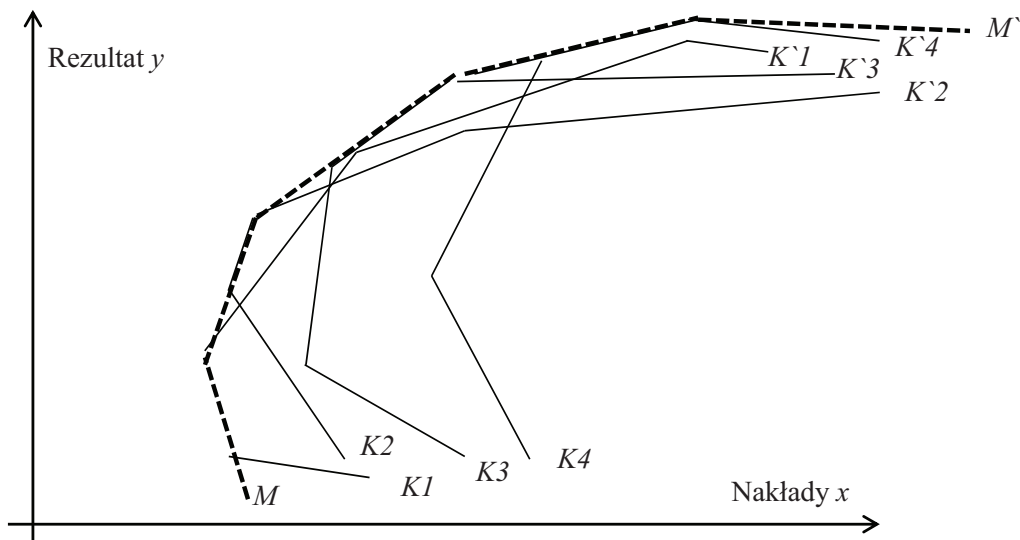
<sup>41</sup> A. Domagalska, *Postulat homogeniczności jednostek decyzyjnych w metodzie DEA. Sugestie teoretyczne a wyniki symulacji empirycznych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2007.

<sup>42</sup> C. O'Donnell, D. Rao, G. Battese, *Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios*, „Empirical Economics”, nr 34, 2008.

wodujących niehomogeniczność obiektów. Pozwala na ocenę wykorzystania nie tyle samych nakładów w danych przedsiębiorstwach, ale jego potencjału produkcyjnego. Metoda megaobwiedni wykorzystuje bowiem technikę obliczenia efektywności zastosowania dostępnych zasobów w danym przedsiębiorstwie nie tylko na tle homogenicznej grupy, ale również na tle konkurencyjnych technologii produkcji wykorzystywanych w odmiennych grupach obiektów<sup>43</sup>.

Wykres 7

Wyznaczanie obwiedni z zastosowaniem metakrzywej granicznej



— lokalne krzywe graniczne wyznaczone dla określonych technologii  $K$

- - - metakrzywa graniczna – metaobwiednia

Źródło: opracowano na podstawie [O'Donnell, Rao, Battese 2008].

Istnieje jednak potrzeba weryfikacji uzyskanych wyników pod względem występowania zakłóceń mogących zniekształcić uzyskane wyniki. Taka sytuacja występuje, gdy w zbiorze badanych obiektów znajdują się podmioty (outliers) o na tyle „nietypowej” technologii, iż jest ona niedostępna dla innych analizowanych obserwacji<sup>44</sup>. Takie jednostki mogą zniekształcać przebieg krzywej odniesienia, wpływając na uzyskane wyniki przez inne badane jednostki. W celu wyeliminowania takich podmiotów wykorzystano procedurę superefektywności dla wyników uzyskanych z wykorzystaniem modeli CRS (CCR) i VRS (BCC).

<sup>43</sup> S.C. Kumbhakar, E.G. Tsionas, T. Sipiläinen, *Joint estimation of technology choice and technical efficiency: an application to organic and conventional dairy farming*, „Journal of Productivity Analysis”, Volume 31, Issue 3, 2009.

<sup>44</sup> J.T. Pastor, J.L. Ruiz, I. Sirvent, *A statistical test for detecting influential observations in DEA*, „European Journal of Operational Research”, Volume 115, Issue 3, 16 June 1999.

Metodologie obliczania superefektywności zaproponowali Andersen i Petersen, modyfikując modele efektywności radialnej<sup>45</sup>. Głównym celem zaproponowanych przez nich formuł było stworzenie rankingu badanych jednostek, czyli rozwiązanie problemu uszeregowania zbioru obiektów wyznaczających krzywą odniesienia. W tradycyjnym pomiarze uzyskują one bowiem współczynniki efektywności technicznej o jednakowej wartości równej 1 (100%)<sup>46</sup>. Model ten może być jednak wykorzystany również do eliminacji najbardziej odstających (nietypowych) obserwacji.

W formule superefektywności przy ustalaniu zbioru możliwości produkcyjnych przyjmuje się założenie, że współczynniki kombinacji liniowej obiektu, dla którego dokonywany jest pomiar, mają wartość 0 ( $\lambda_o=0$ ). Oznacza to potrzebę tworzenia każdorazowo alternatywnej krzywej odniesienia (zbioru możliwości produkcyjnych), pomijając technologię (relacje nakładów do uzyskanego efektu) badanego obiektu. Przy założeniu stałych efektów skali zbiór dopuszczalnych technologii można zapisać równaniem<sup>47</sup>:

$$P(x,y) = \{x_{mj} \geq X\lambda_j, y_{sj} \leq Y\lambda_j, \lambda_{j-o} \geq 0, \lambda_o = 0\} \quad (16)$$

gdzie:

- $P(x,y)$  – zbiór alternatywnych możliwości produkcyjnych względem obiektu  $o$ ,
  - $\lambda_{j-o}$  – wagi będące współczynnikami kombinacji liniowej dla  $j$ -tej jednostki bez uwzględnienia obiektu  $o$ ,
  - $\lambda_o$  – wagi będące współczynnikami kombinacji liniowej dla obiektu  $o$ ,
- pozostałe oznaczenia jak we wzorze nr 6.

W przypadku modelu BCC, podobnie jak we wzorze nr 7, dodatkowo musi być spełniony warunek wypukłości:

$$\sum_{j-o=1}^n \lambda_{j-o} = 1 \quad (17)$$

Pomiar superefektywności w modelu zorientowanym na nakłady polega na obliczeniu wartości  $\sigma$  (mnożnika nakładów) w stosunku do alternatywnego zbioru rozwiązań dopuszczalnych<sup>47</sup>:

$$\bar{E}(x_o, y_o) (= \min \{ \sigma : \sigma x_{mj}, x_j \in P(x,y) \} \quad (18)$$

<sup>45</sup> P. Andersen, N. Petersen, *A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis*, „Management Science”, Volume 39, Issue 10, 1993.

<sup>46</sup> M. Helta, M. Świtłyk, *Efektywność techniczna stadnin koni należących do Agencji Nieruchomości Rolnych w latach 1994-2006*, „Roczniki Nauk Rolniczych”, Seria G, t. 96, z. 3, 2009.

<sup>47</sup> D. Akbarian, *A Ranking Method of Extreme Efficient DMUs Using Super-Efficiency Model*, „Journal of Applied Mathematics and Physics”, Volume 1, Number 1, 2013.



gdzie:

$\bar{E}(x_o, y_o)$  – funkcja odległości pomiędzy punktem charakteryzującym technologię przedsiębiorstwa  $o$  a zbiorem dostępnych technologii dla jego konkurentów, czyli dopuszczalnych rozwiązań w pozostałych obiektach,

$\sigma$  – współczynnik efektywności obiektu  $o$ ,

pozostałe jak we wzorach nr 16, a dla modelu BCC przy spełnieniu warunku 17.

Współczynnik  $\sigma$  jest najmniejszą krotnością jednostkowych nakładów, jakie musieliby ponieść konkurenci danego obiektu (pozostałe jednostki), aby w sposób optymalny wykorzystując dostępną dla nich technologię uzyskać ten sam efekt co obiekt  $o$ . Im wyższy współczynnik  $\sigma$ , tym większa przewaga przedsiębiorstwa wynikająca z jego skuteczności w zakresie transformacji nakładów w rezultaty.

Założenia modelu superefektywności prowadzą jedynie do zróżnicowania wyników obiektów o współczynniku  $\theta=1$  (100%), uzyskanych w tradycyjnych modelach CCR oraz BCC. Współczynnik efektywności  $\sigma$  może przyjmować wartości większe od jedności (100%). Dzieje się tak w przypadku jednostek, które w tradycyjnym pomiarze efektywności zostały zaliczone do grupy przedsiębiorstw w pełni efektywnych. W pomiarze superefektywności znajdują się one poza krzywą pomocniczą określającą alternatywny zbiór dopuszczalnych rozwiązań<sup>48</sup>. Krzywa ta wyznaczana przez optymalne technologie pozostałych przedsiębiorstw charakteryzuje się gorszymi parametrami niż w przypadku klasycznych modeli DEA. Należy przypomnieć, że wyznaczenie obwiedni pomocniczej odbywa się bez udziału efektów i nakładów obiektu, dla którego w danym momencie obliczane są współczynniki efektywności  $\lambda$ . W przypadku obiektów z krzywej odniesienia, o najbardziej optymalnej technologii stosowanej w rzeczywistości, zawężenie zbioru dopuszczalnych rozwiązań (znacznie mniejsza liczba kombinacji dopuszczalnych efektów i nakładów) powoduje, że pomimo iż przedsiębiorstwa będące jego konkurentami technologicznie optymalnie wykorzystują swoje technologie na uzyskanie jednostki efektu, potrzebowałyby więcej nakładów niż w tym obiekcie. Rzeczywiste nakłady poniesione w obiekcie znajdują się więc poza przestrzenią nowej krzywej odniesienia – poza obwiednią pomocniczą<sup>49</sup>.

Geometryczny pomiar superefektywności dla modeli radialnych polega na podzieleniu długości odcinka promienia technologicznego biegnącego od po-

---

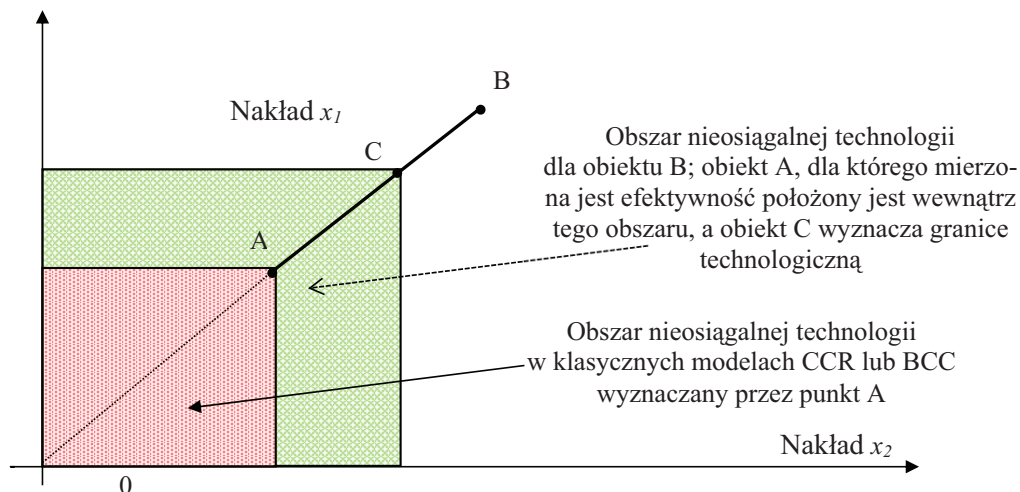
<sup>48</sup> W modelu superefektywności wyznaczaniu współczynników efektywności dla danego obiektu towarzyszy estymacja oddzielnej krzywej granicznej. Liczba sporządzanych obwiedni pomocniczych jest więc równa ilości badanych jednostek.

<sup>49</sup> B. Guzik, *Model nadefektywności DEA na tle modelu CCR*, „Wiadomości Statystyczne”, nr 2, 2008.

czątku układu współrzędnych do punktu przecięcia się z alternatywną granicą efektywności przez długość promienia biegnącego od układu współrzędnych do punktu empirycznego wyznaczonego stosowaną technologią przez badany obiekt (wykres 8).

Wykres 8

Graficzna prezentacja pomiaru superefektywności technicznej



Źródło: opracowanie na podstawie [B. Guzik 2008].

Współczynniki superefektywności dla obiektów A, B i C są obliczane jako iloraz:

$$\bar{E} A = \frac{0C}{0A} > 1$$

$$\bar{E} B = \frac{0A}{0B} < 1 \quad \bar{E} C = \frac{0A}{0C} < 1$$

gdzie:

$\bar{E} A$  – superefektywność obiektu A,

$\bar{E} B$  – superefektywność obiektu B,

$\bar{E} C$  – superefektywność obiektu C.

Wartość współczynnika superefektywności technicznej obiektu B i C jest taka sama jak w tradycyjnych modelach DEA ( $\theta = \sigma$ ). Zbiór alternatywnych możliwości produkcyjnych przy wyłączeniu odpowiednio technologii obiektu B i C tworzy kombinacja nakładów obiektu A – obiekt ten stanowi dla nich punkt odniesienia w modelu superefektywności. Obiekt A wyznacza również najlepszą dopuszczalną technologię w tradycyjnych modelach DEA.

Założenia modelu superefektywności prowadzą jedynie do zróżnicowania wyników punktu A o współczynniku  $\theta=1$ , tj. w tradycyjnym modelu DEA. W jego przypadku w pomiarze superefektywności dopuszczalną technologię wyznacza punkt C (pomijana jest technologia punktu A). Odnosząc więc technologię obiektu A do punktu C wynik przekracza 1. Im bardziej jest odmienna jego technologia od innych obiektów, tym w większym stopniu przekracza wartość 1. Rozróżnienie to w stosunku do pomiaru dokonywanego przy pomocy tradycyjnych modeli DEA pozwala wydzielić, a następnie wyeliminować obiekty o zbyt wysokiej efektywności. W sytuacji, gdy współczynnik rankingowy  $\sigma$  przekracza przyjętą górną granicę (w prowadzonych badaniach wynosi ona dziesięciokrotność efektów lub nakładów w stosunku pozostałych obiektów), technologia takiej jednostki jest uznawana za zbyt istotnie odbiegającą od pozostałej zbiorowości, co powoduje konieczność jego wyłączenia z dalszych badań. Po odrzuceniu obiektów odstających zawężona zbiorowość poddawana jest ponownemu procesowi weryfikacji przy wykorzystaniu formuły superefektywności do momentu pozostania jednostek, dla których spełniony jest warunek:  $\sigma < 10^{50}$ .

Dokonujące się w czasie zmiany w przedsiębiorstwach w zakresie skali produkcji (ograniczenie lub wzrost rozmiarów działalności), technologii wytwarzania (zmiany relacji nakładów) czy też umiejętności zarządzania przedsiębiorstwem sprawiają, że wyniki efektywności technicznej mogą ulegać znacznym fluktuacjom. Dodatkowo wpływ na to zjawisko może mieć zmiana czynników zewnętrznych, zwłaszcza w rolnictwie, gdzie w dziale roślinnym wyniki produkcyjne są uzależnione od warunków pogodowych, a w produkcji zwierzęcej od chorób i ich warunków utrzymywania. Przedstawione dotychczas modele DEA teoretycznie pozwalają na dokonanie pomiaru obiektów w perspektywie czasu, np. poprzez wprowadzenie do modelu jako oddzielnych obiektów parametrów danej jednostki w różnych jednostkach czasu. Ustalanie produktywności – efektywności technicznej w czasie wymaga więc nie tylko bezpośredniego porównania rezultatów zastosowanych nakładów z wynikami osiągniętymi w danym okresie, ale również uwzględnienia zmian krzywej efektywności. Narzędziem bardziej odpowiednim do takiego pomiaru jest indeks Malmquista<sup>51</sup>.

---

<sup>50</sup> R. Banker, H. Chang *The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units*, „European Journal of Operational Research”, Volume 175, 2006.

<sup>51</sup> S. Grosskopf, *Some remarks on productivity and its decompositions*, „Journal of Productivity Analysis”, Volume 20, Issue 3, 2003.

Porównując przedsiębiorstwa w dwóch różnych okresach ( $t$  i  $t+1$ ) w zależności od tego, jaką technologię przyjmujemy za punkt odniesienia, wzór na zmianę efektywności może mieć charakter następującego indeksu<sup>52</sup>:

$$M^t(y^t, x^t, y^{t+1}, x^{t+1}) = \frac{D^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^t(y^t, x^t)} \quad (19)$$

Jeżeli zbiór możliwości produkcyjnych przyjmujemy z  $t+1$ , to przyjmuje on postać:

$$M^{t+1}(y^t, x^t, y^{t+1}, x^{t+1}) = \frac{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^{t+1}(y^t, x^t)} \quad (20)$$

gdzie:

$D^t(y^t, x^t)$  – efektywność jednostki w  $t$ , krzywa odniesienia z okresu  $t$ ,

$D^t(y^{t+1}, x^{t+1})$  – efektywność jednostki w  $t+1$ , krzywa odniesienia z okresu  $t$ ,

$D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})$  – efektywność jednostki w okresie  $t+1$ , krzywa odniesienia z  $t+1$ ,

$D^{t+1}(y^t, x^t)$  – efektywność jednostki w  $t$ , krzywa odniesienia z okresu  $t+1$ ,

$M^t(y^t, x^t, y^{t+1}, x^{t+1})$  – produktywność jednostki w  $t+1$  względem  $t$  (punktem odniesienia jest technologia z okresu  $t$ ),

$M^{t+1}(y^t, x^t, y^{t+1}, x^{t+1})$  – produktywność jednostki w  $t+1$  względem  $t$  (punktem odniesienia jest technologia z okresu  $t+1$ ).

Indeks Malmquista pozwala na porównanie zmiany efektywności funkcjonowania jednostki w okresie  $t+1$  względem  $t$  niezależnie od tego, którą krzywą odniesienia (obwiednię) przyjmujemy za podstawę obliczeń. Indeks ten jest bowiem średnią geometryczną wskaźników obliczonych w równaniach 19 i 20<sup>53</sup>:

$$MI = \sqrt{\frac{D^t(y^t, x^t)}{D^t(y^{t+1}, x^{t+1})} \times \frac{D^{t+1}(y^t, x^t)}{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}} \quad (21)$$

Przekształcając równanie 18 otrzymujemy ostatecznie iloczyn, który pozwala podzielić indeks Malmquista na dwa człony<sup>54</sup>:

<sup>52</sup> R. Färe, S. Grosskopf, P. Roos, *Malmquist productivity indexes: a survey of theory and practice*, Springer Netherlands, 1998.

<sup>53</sup> R. Färe, S. Grosskopf, C.A.K. Lovell, *Production Frontiers*, Cambridge University Press, 1994.

<sup>54</sup> L. Fulginiti, R. Perrin, *Agricultural productivity in developing countries*, „Agricultural Economics”, Volume 19, Issues 1-2, 1998.

$$MI = \underbrace{\frac{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^t(y^{t+1}, x^{t+1})} \times \frac{D^{t+1}(y^t, x^t)}{D^t(y^t, x^t)}}_{\text{indeks zmiany postępu technologicznego (TC)}} \times \underbrace{\frac{D^t(y^t, x^t)}{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}}_{\text{indeks zmiany postępu technicznego (TE)}} \quad (22)$$

gdzie:

$MI$  – indeks Malmquista (całkowita produktywności jednostki w  $t+1$  względem  $t$ ),  
pozostałe jw.

Wzór ten można zapisać w wersji skróconej:

$$MI = TC \times TE \quad (23)$$

Istnieje możliwość dalszej dekompozycji pozwalającej uwzględnić efekty skali prowadzonej działalności gospodarczej. Indeks Malmquista przyjmuje wtedy postać<sup>55</sup>

$$MI = TC \times PTE \times PSE \quad (24)$$

gdzie:

$TC$  – postęp technologiczny (zmiana zbioru możliwości produkcyjnych),

$TE$  – zmiana efektywności technicznej (stałe efekty skali – model CCR),

$PTE$  – zmiana efektywności technicznej jednostki w okresie  $t+1$  względem  $t$  (zmienne efekty skali produkcji – model BCC),

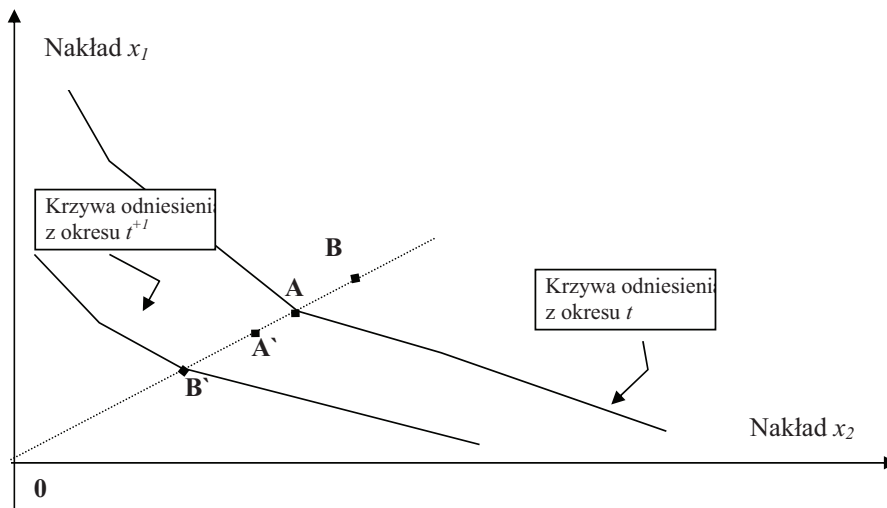
$PSE$  – zmiana efektywności skali produkcji jednostki w okresie  $t+1$  względem  $t$ ,  
pozostałe jw.

Iloczyn  $PTE \times PSE$  powstał z przekształcenia równania 16 do formuły, w której efektywność operacyjna ( $\theta$  CRS) jest równa iloczynowi efektywności skali produkcji oraz efektywności technicznej czystej ( $\theta$  VRC).

Prezentowany indeks Malmquista pozwala stwierdzić nie tylko jak zmiana parametrów (nakładów i efektów) w dwóch różnych okresach czasu wpływa na łączną produktywność przedsiębiorstwa. Zastosowana dekompozycja wskaźnika umożliwia oddzielenie wpływu zmiany zbioru dostępnych technologii (dokonywanego się postępu technologicznego w branży) od wyniku procesów zachodzących jedynie w badanej jednostce. Z uwagi na względny charakter pomiaru na produktywność badanej jednostki mają wpływ bowiem nie tylko dokonujące się zmiany procesów transformacji nakładów w dobra finalne, ale również procesy zachodzące w jednostkach wzorcowych, tj. w pełni efektywnych, co graficznie prezentuje wykres 9.

<sup>55</sup> R. Färe, S. Grosskopf, D. Margaritis, *Productivity growth and convergence in the European Union*, „Journal of Productivity Analysis”, Volume 25, nr 1-2, 2006.

## Wpływ czynnika czasu na pomiar efektywności technicznej



Źródło: opracowano na podstawie [W. Cook i J. Zhu 2008].

W przykładowym przedsiębiorstwie A będącym w okresie  $t$  jednostką w pełni efektywną tworzyło ono obwiednię ( $0A/0A=1$ ), natomiast B było obiektem cechującym się niższą sprawnością techniczną ( $0A/0B<1$ ). W wyniku zmian w okresie  $t+1$  nastąpiło przesunięcie krzywej efektywności i poszerzenie układu dostępnych rozwiązań dzięki postępowi technologicznemu. Wprowadzone zmiany pozwoliły bowiem uzyskiwać ten sam efekt przy znacznie niższym wydatkowaniu nakładów  $x_1$  i  $x_2$ , ale obie jednostki pozostały na tym samym promieniu technologicznym. Dokonała się zmiany produktywności (efektywności technicznej w czasie) zarówno w jednostce A ( $0A\neq 0A'$ ), jak i jednostce B ( $0B\neq 0B'$ ). W obiekcie B dokonał się zarówno postęp technologiczny ( $0B'/0A>1$ ), jak również techniczny ( $0B'/0B'>0A/0B$ ). Natomiast w obiekcie A progresowi technologicznemu ( $0A'/0A>1$ ) towarzyszyło pogorszenie efektywności technicznej w czasie, co ilustruje równanie ( $0B'/0A<0A/0A$ ) – na tyle duże, iż w ostateczności nastąpiło pogorszenie się całej produktywności w czasie  $t+1$  względem  $t$ .

W wielkotowarowych przedsiębiorstwach rolnych zmiany technologiczne mogą zostać wywołane między innymi poprzez:

- inwestycje w środki trwałe i techniki wytwórcze,
- poszerzenia zakresu produkcji przez wprowadzenie nowych upraw roślin lub chowu nowych gatunków i ras zwierząt,

- zastosowanie nośników postępu biologicznego w produkcji roślinnej (nowych odmian) i zwierzęcej (linii produkcyjnych),
- uproszczenie płodozmianu poprzez ograniczenie ilości uprawianych roślin,
- ograniczenie ilości gatunków i grup zwierząt,
- zmiany rozłogu pól i struktury użytków rolnych,
- zmiany w organizacji pracy oraz w zakresie kapitału intelektualnego,
- korzystanie z usług zewnętrznych (substytucja pracy własnej i kapitału trwałego) itp.

Zmiany te można obserwować zarówno w jednostkach wiodących, co pozwala im uzyskiwać wyższą efektywność w stosunku do pozostałej zbiorowości (efekt ucieczki liderów do przodu względem nieefektywnych jednostek w okresie  $t$ ), odzwierciedlającą się w indeksie zmian postępu technologicznego (TC). W przedsiębiorstwach o niższej sprawności w jednostce czasu  $t$  względem obiektów tworzących krzywą odniesienia w okresie  $t$  obserwowany jest efekt doganiania wiodących podmiotów, co ilustruje indeks zmian postępu technicznego. Znaczne zmiany produktywności mogą spowodować wszelkie działania pozwalające na skuteczniejsze wykorzystanie nakładów pod względem technicznym dzięki wdrożeniu rozwiązań innowacyjnych. Nowe rozwiązania nierozprzestrzenione w innych przedsiębiorstwach pozwalają uzyskać przewagę.

## 2. Efektywność techniczna oraz zmiany produktywności zasobów

### 2.1. Uzyskane wyniki efektywności technicznej i produktywności zasobów

Ustalenia efektywności technicznej i produktywności zasobów produkcyjnych w czasie wymaga określenia parametrów wejściowych (nakładów) i wyjściowych (rezultatów-efektu). W prowadzonych badaniach za efekt przyjęto sumę następujących przychodów uzyskanych w danym roku przez wielkotorowe przedsiębiorstwo rolne:

- przychody ze sprzedaży i zrównane z nimi, na które składały się: wartość zbywanych produktów i towarów, sprzedanych usług, ujęte wartościowo zmiany stany zapasów, koszty wytworzenia produktów na własne potrzeby;
- inne przychody operacyjne, głównie odszkodowania powstałe w wyniku zdarzeń losowych, przychody uzyskane w ramach opłat licencyjnych itp.;
- zyski nadzwyczajne.

Rezultaty efektywności technicznej były więc w pewnym stopniu uwarunkowane nie tylko od sprawności przedsiębiorstwa, ale siły przetargowej oraz zdolności do uzyskania korzystnych relacji pomiędzy ilością produktów i ich jakością oraz ceną sprzedaży. Nie udało się więc wyeliminować częściowego wpływu zmienności cen występujących w obrębie badanej próby. Odmienna wycena w danym roku poszczególnych produktów miała bowiem wpływ na wielkość efektu, np. relacje cenowe w danym roku trzody chlewnej względem żywca wołowego, zboża w stosunku do owoców i warzyw, rzepaku względem mleka itp. Uwzględnienie jako efektu innych przychodów operacyjnych miało z kolei za zadanie wyeliminować wpływ zdarzeń losowych (odszkodowania) na efektywność techniczną oraz ująć jako rezultaty pewne działania spoza podstawowej działalności operacyjnej (wpływ z prac hodowlanych).

Ustalając parametr – efekt pominięto natomiast wszelkiego rodzaju formy dopłat i subwencji budżetowych, które można było wydzielić na podstawie sprawozdań finansowych. Zgodnie z założeniem, że nie jest to element technicznej efektywności gospodarstwa, ale są to instrumenty kompensacyjne o charakterze alokacyjnym. Dopłaty i subwencje wyrównując różnice cenowe i ilościowe stanowią rekompensatę za utracone korzyści dla producentów między innymi efektu technicznego, takich jak: niższe plony, przyrosty zwierząt, utrzymanie budowli nieprzyczyniających się do wzrostu produkcji (np. płyty obornikowe, zbiorniki i laguny na płynne nawozy naturalne) między innymi z tytułu prowadzonych określonych działań na rzecz środowiska naturalnego, ochrony zasobów genetycznych, działań na rzecz bezpieczeństwa żywnościowego, warunków wytwarzania produktów z zachowaniem wymaganych standardów.



Wsparcie budżetowe dla samego gospodarstwa pełni rolę instrumentu poprawy bezpieczeństwa finansowego poprzez ograniczanie ryzyka rynkowego, tym samym jako czynnik o charakterze alokacyjnym może istotnie oddziaływać na poziom i rodzaj wykorzystania nakładów i ich relacje z uzyskiwanymi efektami. Gospodarstwo rolne przystępując do produkcji, dzięki subwencjom, ma zagwarantowany w części przyszły przychód w stopniu odpowiadającym udziałowi dopłat w strumieniu uzyskanych środków na koniec cyklu. Dopłaty i subwencje najczęściej uniezależnione są od technicznego rezultatu działalności gospodarstwa, ale gdy rozważy się dokładnie kanały rzeczywistego wpływu subsydiów, a nie zapisy w dokumentach programowych, to okazuje się, że mogą one jednak w znacznym stopniu determinować efektywność techniczną<sup>56</sup>.

Ustalając sprawność techniczną pominięto również zyski ze zbycia niefinansowych aktywów trwałych, dodatnią zmianę wyceny wartości składników majątkowych oraz przychody z działalności finansowej. Nie są to wpływy będące następstwem zdarzeń wynikających z transformacji nakładów w rezultaty w ramach działalności rolniczej, ale wynikają z odmiennych wycen rynkowych i działalności spekulacyjnej.

Za nakłady przyjęto następujące zmienne niezależne:

- obszar użytków rolnych własnych i dzierżawionych przy uwzględnieniu ich jakości. Podstawowym czynnikiem określającym możliwości produkcyjne, a zarazem w sposób zindywidualizowany i dostępny dla każdego gospodarstwa rolnego jest klasa bonitacji posiadanych gleb rolnych. Zmienną do modeli obliczono więc jako sumę iloczynów powierzchni w danej klasie i odpowiadającym im współczynników przeliczeniowych ustalając powierzchnię w hektarach przeliczeniowych;
- nakłady pracy: zarówno właściciela, jak i jego rodziny w gospodarstwach osób fizycznych, jak również najemnej (w tym sezonowej), wyrażonych liczbą osób pełnozatrudnionych;
- posiadane środki trwałe bilansowe i dzierżawione ujęte wartościowo (z wyjątkiem gruntów rolnych);
- koszty zużycia materiałów i energii oraz usług produkcyjnych (głównie weterynaryjnych), z wyjątkiem zużycia wewnętrznego (wyprodukowanego w gospodarstwie: materiału siewnego, pasz, wyhodowanych młodych zwierząt itp.).

Podział i przyporządkowanie środków produkcji do poszczególnych grup nakładów zostało podyktowane ich specyficznymi cechami. W procesie wyodrębniania brano pod uwagę odmiennie możliwości ich ograniczenia (substytucji) oraz zakres komplementarności.

---

<sup>56</sup> A. Czyżewski, S. Stępień, *Zmiany mechanizmów Wspólnej Polityki Rolnej UE a oczekiwania Polski*, „*Ekonomista*”, nr 4, Warszawa 2009.

Po przyporządkowaniu zmiennych do poszczególnych grup nakładów został sporządzony korelogram, a następnie wykonano analizę współzależności, z wykorzystaniem nieparametrycznej metody korelacji rang Spearmana przy jednoczesnej weryfikacji wyników testem t-Studenta z przyjętym 5% poziomem istotności<sup>57</sup>. Przeprowadzenie powyższego testu miało za zadanie ujawnić fakt występowania pomiędzy cechami związków o charakterze nieliniowym. Pozwala on również wskazać występowanie zjawiska współliniowości zmiennych objaśniających (nakładów) ze zmienną objaśnianą – efektem. W przypadku występowania bardzo wysokiego współczynnika korelacji (0,97 i więcej) daną zmienną można wyeliminować z modeli DEA. Procedura taka jest znacznie prostsza, a równie wysoce skuteczna jak koncepcja pomiaru efektywności technicznej bazująca na zintegrowanym zastosowaniu metody parametrycznej (Stochastic Frontier Approach – SFA) i metody nieparametrycznej (Data Envelopment Analysis)<sup>58</sup>.

Sporządzony korelogram wskazuje na wysoki i dodatni poziom zależności efektu od wybranych rodzajów nakładów (tabela 1).

Tabela 1

Poziom korelacji pomiędzy efektem i nakładami

Lata	Rodzaj nakładu:			
	ziemia	środki trwałe	praca	koszty zużycia materiałów i energii
2010	0,77	0,85	0,82	0,98
2011	0,80	0,87	0,82	0,97
2012	0,81	0,86	0,83	0,97
2010-2012	0,80	0,86	0,82	0,97

Źródło: opracowanie własne.

Spełniony został więc warunek istnienia zależności pomiędzy wzrostem efektu w miarę zwiększania wykorzystania nakładów odnośnie wszystkich ich rodzajów w całym badanym okresie. W latach 2010-2012 stwierdzono jednocześnie bardzo wysoki poziom korelacji pomiędzy nakładem – kosztami zużycia materiałów i energii – oraz przychodami wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych traktowanych jako efekt. Obserwowana współliniowość zmiennych wskazuje na potrzebę usunięcia tego rodzaju nakładu z analizy, gdyż wnosi on minimalny dodatkowy ładunek do wyjaśniania zmienności wariancji efektu. Jednak zuży-

<sup>57</sup> P. Francuz, M. Makiewicz, *Liczy nie wiedzą skąd pochodzą, Przewodnik po metodologii statystyki nie tylko dla socjologów*, KUL, Lublin 2007.

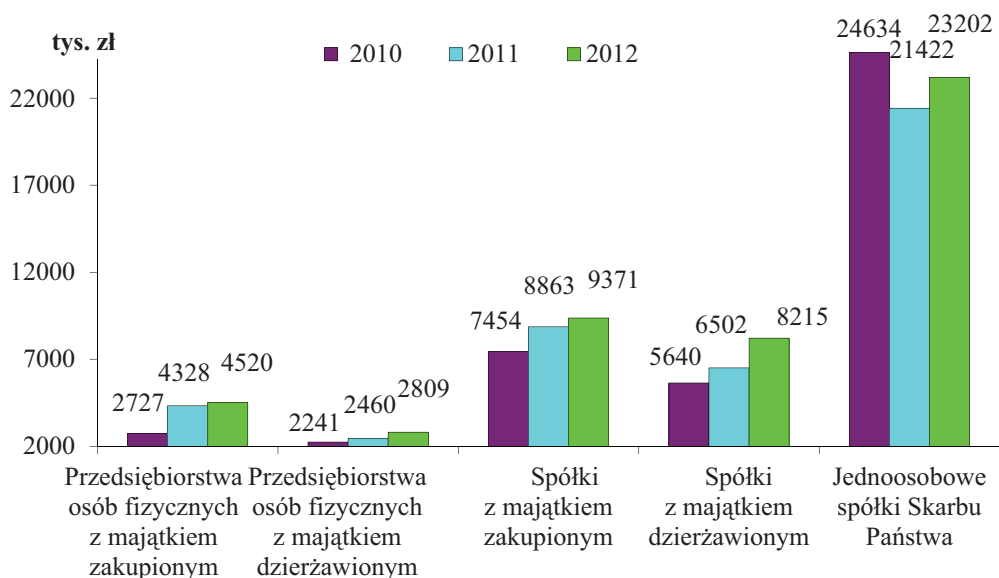
<sup>58</sup> A. Bezat-Jarzębowska, *Koncepcja pomiaru efektywności technicznej bazująca na zintegrowanym zastosowaniu metody SFA i metody DEA*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 261, Wrocław 2012.

cie materiałów i energii jest powiązane z efektywnością środowiskową działalności rolniczej, a tym samym parametr ten odgrywa znaczącą rolę przy ocenie tej sfery funkcjonowania przedsiębiorstw rolnych. W celu zachowania spójności zmiennych w obu obszarach badań efektywności wielkotowarowych przedsiębiorstw pozostawiono zużycie materiałów i energii jako parametr – nakład w modelach sprawności technicznej.

Przychody z działalności rolniczej traktowane jako efekt w modelach DEA odznaczały się znacznym poziomem zmienności w czasie w poszczególnych grupach prawno-organizacyjnych (wykres 10).

Wykres 10

Przeciętna wartość przychodów – efektu w przeliczeniu na przedsiębiorstwo rolne uzyskiwane w latach 2010-2012



Źródło: obliczenia własne.

W latach 2010-2012 niemal we wszystkich zbiorowościach przedsiębiorstw rolnych wielkość przychodu – efektu ulegała systematycznemu zwiększeniu. Na podstawie tego parametru podział badanych obiektów przebiegał zgodnie z formą prawną organizacji podmiotów, a rodzaj władania majątkiem nie różnicował analizowanej zbiorowości. Najmniejszymi przychodami odznaczały się gospodarstwa osób fizycznych, średnią wielkością efektu – spółki prywatne zarówno z majątkiem zakupionym, jak i dzierżawionym. Największe przychody w przeliczeniu na przedsiębiorstwo uzyskiwały z kolei jednoosobowe spółki Skarbu Państwa. Grupa ta stanowiła pewien wyjątek w zakresie dynamiki zmian przychodów,

gdyż najwyższy średni efekt obserwowano w jej przypadku w 2010 roku. Było to jednak spowodowane zmianami wynikającymi z zakresu jednostek objętych badaniem, a nie procesami zachodzącymi w samych gospodarstwach.

Łączna zbiorowość wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych różniła się również pod względem stosowanej technologii produkcji, czyli proporcjami wykorzystywanych czynników produkcji. Występujące w latach 2010-2012 zróżnicowanie międzygrupowe ulegało zmianom (tabela 2).

Tabela 2

Charakterystyka technologii poszczególnych grup wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych (proporcje wybranych nakładów) w latach 2009-2012

Parametry wykorzystane w modelach pomiaru efektywności technicznej i produktywności		Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		
				z majątkiem		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	zakupionym	dzierżawionym	
Nakłady pracy / nakłady ziemi (liczba pełnozatrudnionych/100 ha)	2012	1,77	2,06	2,31	2,20	3,83
	2011	1,95	1,82	2,16	2,50	3,89
	2010	2,08	1,82	2,04	2,43	4,26
Zużycie materiałów i energii / nakłady pracy (tys. zł/liczba pełnozatrudnionych)	2012	596,3	241,5	363,8	208,6	139,0
	2011	566,5	214,4	336,3	173,2	125,7
	2010	327,5	181,4	308,0	163,4	105,7
Aktywa trwałe /nakłady ziemi (tys. zł/100 ha)	2012	1027,5	1172,6	747,6	457,8	894,3
	2011	1145,3	877,9	683,8	487,7	868,8
	2010	941,2	649,2	660,3	473,9	817,1
Aktywa trwałe /nakłady pracy (tys. zł/liczba pełnozatrudnionych)	2012	579,1	570,0	324,1	208,0	233,5
	2011	586,9	482,2	316,2	195,3	223,4
	2010	453,2	356,1	324,2	195,4	191,8
Zużycie materiałów i energii/aktywa trwałe (tys. zł/tys. zł)	2012	1,03	0,42	1,12	1,00	0,60
	2011	0,97	0,44	1,06	0,89	0,56
	2010	0,72	0,51	0,95	0,84	0,55
Zużycie materiałów i energii/nakłady ziemi (tys. zł/100ha)	2012	1058,0	496,9	839,0	459,3	532,3
	2011	1105,4	390,4	727,4	432,6	488,7
	2010	680,0	330,7	627,2	396,3	450,2

Źródło: obliczenia własne.

Jednoosobowe spółki Skarbu Państwa wyróżniały się najwyższym poziomem zatrudnienia w przeliczeniu na stan posiadanych zasobów ziemi. Wynikało

to z charakteru prowadzonej działalności rolniczej i pozarolniczej. Nie bez znaczenia był tu fakt prowadzenia prac związanych z tworzeniem postępu biologicznego oraz ukierunkowanie produkcyjne części podmiotów wymagające większych nakładów pracy. Takim przykładem może być zaangażowanie czynników produkcji w chowie i hodowli koni. Kierunek ten wymaga bowiem relatywnie wysokiego poziomu zatrudnienia osób w obsłudze zwierząt w stosunku do innych rodzajów środków produkcji.

Drugą grupą pod względem relacji nakładów pracy i ziemi były spółki prywatne. O ile w latach 2010-2011 spółki z majątkiem zakupionym w stosunku do spółek z majątkiem dzierżawionym wykorzystywały w mniejszym stopniu nakłady pracy względem ziemi, to różnica ta w 2012 roku uległa zatarciu, a grupa spółek z majątkiem zakupionym wykazała nawet wyższy poziom zatrudnienia.

Na nieco niższym poziomie występowała relacja pracy do ziemi w 2012 roku w przedsiębiorstwach osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym. Grupa ta w latach 2011-2012 odznaczała się najniższym poziomem zatrudnienia w stosunku do zasobu ziemi. Zmiany, jakie dokonały się w 2012 roku, zostały jednak podyktowane głównie nabyciem ziemi w części obiektów i ich przemieszczeniem z grupy gospodarstw z majątkiem dzierżawionym do zbiorowości z majątkiem zakupionym.

Najniższą relację pracy w stosunku do nakładów ziemi obserwowano w 2012 roku w przedsiębiorstwach osób fizycznych z majątkiem zakupionym. Była to jednocześnie zbiorowość o najwyższym zużyciu materiałów i energii w stosunku do nakładów pracy. Łącznie z grupą gospodarstw osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym odznaczały się równie najwyższym poziomem technicznego uzbrojenia pracy (relacja aktywów trwałych do nakładów pracy). Odmienność technologiczna obu grup pod względem tego parametru była znaczna w stosunku do pozostałej części badanej zbiorowości.

Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym obok jednoosobowych spółek Skarbu Państwa odznaczały się z kolei w latach 2010-2012 najniższą relacją zużycia materiałów i energii względem zaangażowania aktywów trwałych, natomiast spółki prywatne z majątkiem zakupionym najwyższą. Odmienność technologiczna przebiegała więc również przy porównaniu zaangażowania odmiennych rodzajów kapitału, tj. aktywów trwałych (z wyjątkiem ziemi) i zużycia środków obrotowych.

Obliczone miary efektywności technicznej przy założeniu stałych efektów skali produkcji (model CCR) w 2012 roku wskazuje zróżnicowany zakres transformacji nakładów w efekt (tabela 3).

Tabela 3

## Wyniki pomiaru efektywności technicznej w podziale na grupy w 2012 r.

Parametry efektywności technicznej i wybrane ich miary statystyczne		Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		
				z majątkiem		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	zakupionym	dzierżawionym	
Efektywność operacyjna (model CCR)	średnia	80,2	71,0	72,7	74,9	67,5
	mediana	86,5	66,6	72,8	73,3	64,8
	minimum	40,1	44,1	25,0	26,5	44,1
	udział w pełni efektywnych <sup>a</sup>	22,2	13,6	6,9	11,1	0,0
	odchyl. st.	19,6	17,4	17,5	17,7	12,4
	współ. zm.	24,4	24,5	24,1	23,6	18,4
Efektywność techniczna czysta (model BCC)	średnia	83,2	78,1	75,6	78,8	78,9
	mediana	90,1	72,7	76,1	74,3	77,9
	minimum	50,2	52,5	26,4	35,7	52,8
	udział w pełni efektywnych <sup>a</sup>	25,0	27,3	13,8	24,4	13,6
	odchyl. st.	17,7	17,9	17,7	18,0	14,4
	współ. zm.	21,3	22,9	23,5	22,9	18,2
Efektywność skali produkcji $\theta CCR / \theta BCC$	średnia	95,7	91,9	96,3	94,8	85,8
	mediana	97,5	95,7	98,2	97,3	85,3
	udział w pełni efektywnych <sup>a</sup>	22,2	13,6	6,9	11,1	0,0
	odchyl. st.	5,6	13,1	5,7	6,4	6,5
	współ. zm.	5,9	14,2	5,9	6,8	7,5
Superefektywność (model CCR)	maks.	195,3	121,2	158,9	139,0	99,3
	średnia	84,1	72,6	74,8	76,9	67,5
Superefektywność (model BCC)	maks.	258,1	629,0	696,0	160,1	infeas. <sup>b</sup>
	średnia	89,9	106,0	96,8	82,9	307,4

<sup>a</sup> udział procentowy jednostek o efektywności technicznej równej 100%,

<sup>b</sup> infeasible – rozwiązanie niedopuszczalne z uwagi na zbyt duże różnice technologiczne.

Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem programu DEA Frontier.

Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym wykazywały najwyższy poziom efektywności technicznej przy założeniu stałych efektów skali produkcji. W grupie tej najwięcej przedsiębiorstw zostało uznane za w peł-

ni efektywne (wartość współczynnika efektywności CCR równa 100%). Kolejne trzy grupy, a więc: gospodarstwa osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym, spółki prywatne z majątkiem zakupionym i dzierżawionym wykazywały bardzo zbliżony poziom efektywności przy porównaniu wyników efektywności operacyjnej (model CCR). Jednocześnie w grupie spółek prywatnych występowały przedsiębiorstwa o najniższym poziomie transformacji nakładów w efekty.

Najniższą sprawnością techniczną przy założeniu stałych efektów skali produkcji charakteryzowały się natomiast jednoosobowe spółki Skarbu Państwa. W przypadku tej grupy żaden podmiot nie został uznany za w pełni efektywny, ale odznaczały się one najmniejszą zmiennością wyników (odchylenie standardowe i współczynnik zmienności). Należy jednocześnie podkreślić, że różnica pomiędzy tą grupą i kolejnymi była relatywnie bardzo mała.

Zakładając zmienne efekty skali produkcji, wielkotowarowe przedsiębiorstwa osób fizycznych były w 2012 roku nadal grupą o najwyższym poziomie efektywności technicznej (model BCC). Jednak różnica pomiędzy tą zbiorowością a kolejnymi, zwłaszcza o najniższym poziomie wskaźnika efektywności czystej, była znacząco mniejsza. Spółki prywatne z majątkiem zakupionym wyróżniały się najmniejszą sprawnością techniczną przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji i w tej zbiorowości znajdowały się obiekty o najniższej wartości wskaźnika efektywności BCC.

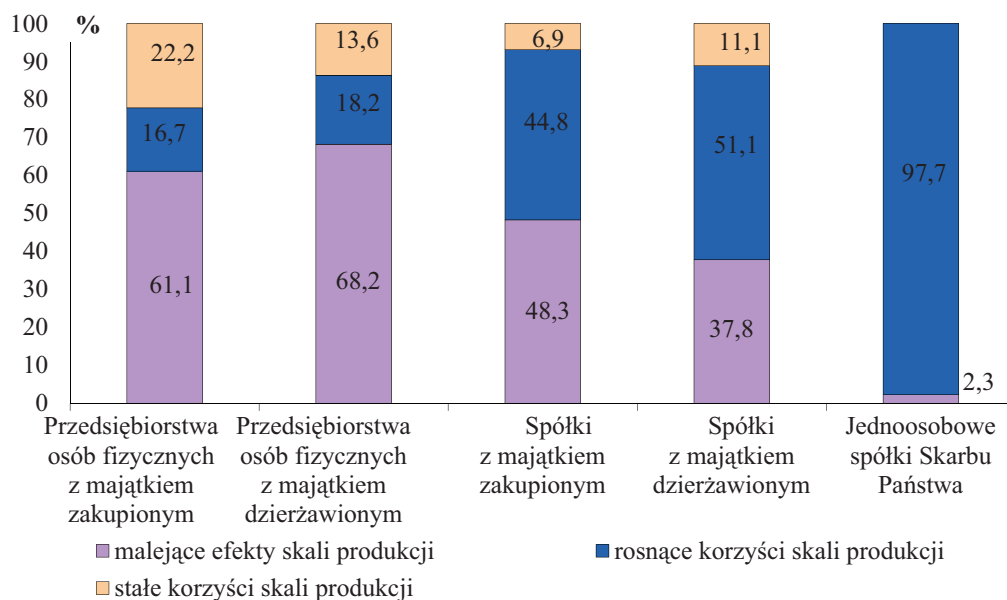
Kolejne grupy, tj. przedsiębiorstwa – gospodarstwa osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym, spółki prywatne z majątkiem dzierżawionym, jednoosobowe spółki Skarbu Państwa, wykazywały wprawdzie wyższy poziom wskaźnika efektywności przy uwzględnieniu zmiennych efektów skali produkcji, ale różnice pomiędzy nimi a spółkami prywatnymi z majątkiem zakupionym były nieznaczące.

Wskaźnik efektywności skali produkcji jako miara sprawności technicznej był uzależniony od ilorazu pomiędzy wynikami uzyskanymi w modelu CCR i BCC. Im większa była rozpiętość pomiędzy wynikami uzyskanymi w obu modelach, tym wyższą wykazywały one nieefektywność skali produkcji. W związku z tym najwyższą efektywnością techniczną – stwierdzoną różnicą w poziomie wykorzystania potencjalnych zasobów względem rozwiązań wzorcowych – wynikającą z rozmiarów prowadzonej działalności w 2012 charakteryzowały się spółki z majątkiem zakupionym oraz przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym. Jednak o ile w pierwszej grupie przedsiębiorstwa działające w obszarze rosnących i malejących efektów skali produkcji były w równowadze (odpowiednio 48% i 45%), to w drugiej dominowały przedsiębiorstwa działające w obszarze rosnących korzyści skali produkcji – ponad 61% przedsiębiorstw osób fizycznych z majątkiem zakupionym (wykres 9). Wśród spółek prywatnych z majątkiem zakupionym działających w obszarze rosnących efektów skali produkcji w prawie 43%

przypadków wynikało to z położenia gospodarstw rolnych w przestrzeni względem krzywej efektywności oznaczonej symbolem VI (patrz wykres nr 3). Wpływ na uznanie tych przedsiębiorstw jako działających w obszarze rosnących efektów skali produkcji miała więc orientacja modeli na nakłady. W grupie gospodarstw osób fizycznych z majątkiem zakupionym przedsiębiorstwa tego typu stanowiły 18% podmiotów działających w obszarze rosnących efektów skali produkcji.

Wykres 9

Udział przedsiębiorstw działających w danym obszarze względem korzyści skali produkcji w 2012 roku (%)



Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem programu DEA Frontier.

Grupami o najniższym poziomie efektywności skali produkcji były jednoosobowe spółki Skarbu Państwa i przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym. W ich przypadku istnieją więc największe możliwości poprawy wykorzystania nakładów w drodze zmiany rozmiarów działalności.

Prawie wszystkie jednoosobowe spółki Skarbu Państwa działały w obszarze malejących korzyści skali produkcji, a więc w ich przypadku poprawa sprawności technicznej przynosiłaby najlepsze efekty w wyniku zmniejszania wielkości działalności produkcyjnej. Należy jednak pamiętać, że nie zawsze zwiększenie efektywności technicznej prowadzi do zwiększenia wyników finansowych przedsiębiorstwa, gdyż może prowadzić to do pogorszenia efektywności alokacyjnej w wyniku wzrostu kosztów transakcyjnych.

Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym były zbiorowością o największym udziale podmiotów działających w obszarze rosnących



korzyści skali produkcji. Wyniki skali produkcji w grupie tej w 2012 roku odznaczały się również najwyższą zmiennością. Występowały więc zarówno obiekty o zbliżonych wynikach efektywności operacyjnej i czystej, jak również o znacznie wyższej sprawności przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji względem wyniku modelu CCR.

Weryfikacja wyników modelu efektywności operacyjnej za pomocą formuły superefektywności wskazuje na poprawność doboru zmiennych do modelu. Świadczy jednak przede wszystkim o braku obserwacji wykorzystujących na tyle nietypową technologią, aby była ona praktycznie nieosiągalna dla pozostałych przedsiębiorstw. Nie ma więc potrzeby z uwagi na odmienną proporcję nakładów na wyeliminowanie obiektów z modelu. Najwyższy stwierdzony wynik w przedsiębiorstwie osoby fizycznej z majątkiem zakupionym (195,3%) świadczy o tym, że technologia stosowana w tym podmiocie była prawie dwukrotnie skuteczniejsza względem jego konkurentów technologicznych (tabela 3). W pozostałych trzech grupach, w których stwierdzono występowanie jednostek w pełni efektywnych (model CCR) wartości współczynnika superefektywności oscylowały pomiędzy 121% a 160%.

Potwierdzona została natomiast hipoteza, iż model superefektywności nie daje pożądanych rezultatów do testowania obserwacji nietypowych przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji (model BCC). Prezentowany wynik świadczy, iż jedna ze spółek Skarbu Państwa wykorzystywała na tyle specyficzną technologię, że nie można było ustalić, jaka jest sprawność techniczna jej konkurentów technologicznych. Próby eliminacji obiektów uznawanych za odstające i ustalenia podmiotów o jednorodnej technologii były nieskuteczne. Nie było to jednak wynikiem wykorzystania metody metaobwiedni, a niedoskonałości modelu superefektywności przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji<sup>59</sup>.

Przedsiębiorstwa uznane za w pełni efektywne pod względem efektywności operacyjnej (CCR) i czystej (BCC) różniły się w zakresie kształtowania kombinacji wykorzystywanych nakładów względem średnich w grupach (tabela 4).

---

<sup>59</sup> Na problem nieskuteczności procedury superefektywności w sporządzaniu rankingu obiektów i wskazywania obserwacji nietypowych technologicznie przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji wskazują prace: H.S. Lee, C.W. Chu, J. Zhu, *Super-efficiency DEA in the presence of infeasibility*, „European Journal of Operational Research”, Volume 212, Issue 1, July 2011, oraz W.D. Cook, L. Liang, Y. Zha, J. Zhu, *A modified super-efficiency DEA model for infeasibility*, „Journal of the Operational Research Society”, Volume 60, Number 2, February 2009.

Tabela 4

## Wybrana charakterystyka technologii poszczególnych liderów efektywności technicznej (model CCR i BCC) w 2012 roku

Forma prawno-organizacyjna przedsiębiorstwa		Nakłady pracy / użytki rolne	Aktywa trwałe / użytki rolne	Aktywa trwałe / nakłady pracy	Zużycie materiałów i energii / aktywa trwałe
Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym	-wzorzec 1	0,41	669	1617	0,33
	-wzorzec 2	0,45	622	1373	0,26
	-wzorzec 3	0,65	91	141	3,56
	-wzorzec 4	3,35	5986	1785	0,67
	-wzorzec 5	2,11	788	374	0,51
	-wzorzec 6 <sup>a</sup>	2,83	7913	2796	1,84
	-wzorzec 7	0,80	459	573	0,53
	-wzorzec 8	6,21	1032	166	4,10
Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym	-wzorzec 1	0,98	270	275	0,54
	-wzorzec 2	0,33	93	281	2,90
	-wzorzec 3	8,81	1327	151	5,01
Spółki z majątkiem zakupionym	-wzorzec 1	22,95	1659	72	3,41
	-wzorzec 2 <sup>b</sup>	4,74	1692	357	5,29
Spółki z majątkiem dzierżawionym	-wzorzec 1	40,54	1163	29	5,40
	-wzorzec 2	12,94	411	32	0,92
	-wzorzec 3	1,33	685	515	0,56
	-wzorzec 4	0,97	59	61	3,53
	-wzorzec 5	37,76	2617	69	1,03

<sup>a</sup> obiekt ten uzyskał najwyższy wskaźnik superefektywności w modelu CCR (195,3); <sup>b</sup> obiekt ten uzyskał najwyższy wskaźnik superefektywności wśród jednostek sklasyfikowanych w modelu BCC (696,0)

Źródło: oznaczenia i jednostki parametrów tak jak w tabeli nr 2.

Oznacza to, że jednostki te były uznawane za w pełni efektywne przy przeróżnych relacjach nakładów, co nie powinno dziwić z uwagi na wybrany rodzaj pomiaru sprawności technicznej oraz zróżnicowanie ukierunkowania i specjalizacji produkcji rolnej. Należy przy tym pamiętać, że przedmiotem badań było ustalenie poziomu optymalnego wykorzystania potencjału produkcyjnego (zasobów środków produkcji), a nie określenie zakresu ponadnormatywnego wydatkowania nakładów na działalność gospodarczą w stosunku do w pełni efektywnych jednostek.

Analizując wyniki efektywności technicznej operacyjnej w czasie, należy stwierdzić, iż w latach 2010-2012 kolejność poszczególnych grup uszeregowanych z uwagi na uzyskiwane wyniki nie ulegała zmianie (tabela 5). Gospodarstwa

osób fizycznych z majątkiem zakupionym w całym tym okresie była grupą, która przy uwzględnieniu stałych korzyści skali produkcji w sposób najbardziej sprawny wykorzystywała potencjał ekonomiczny. Ich przewaga względem innych grup w 2012 roku była znacznie większa niż latach 2010-2011, a więc częściowo mogła wynikać z warunków prowadzenia działalności rolniczej w tym okresie.

Tabela 5

Średni poziom efektywności technicznej w latach 2010-2012

Parametry efektywności technicznej i wybrane ich miary statystyczne		Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		
				z majątkiem		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	zakupionym	dzierżawionym	
Efektywność operacyjna - model CCR (średnia)	2012	80,2	71,0	72,7	74,9	67,5
	2011	75,4	72,8	69,4	72,9	67,3
	2010	74,3	67,7	72,0	69,6	66,8
Efektywność techniczna czysta - model BCC (średnia)	2012	83,2	78,1	75,6	78,8	78,9
	2011	79,9	79,5	71,7	76,3	78,1
	2010	80,4	78,9	74,6	74,5	80,7
Efektywność skali produkcji $\theta_{CCR}/\theta_{BCC}$ (średnia)	2012	95,7	91,9	96,3	94,8	85,8
	2011	93,8	91,7	97,1	95,7	86,7
	2010	91,9	86,4	96,8	93,0	83,1
Superefektywność - model CCR (maksymalna)	2012	195,3	121,2	158,9	139	99,3
	2011	251,0	135,6	140,4	125,4	167,2
	2010	140,2	146,6	154,0	149,3	127,0

Źródło: obliczenia własne.

Jednoosobowe spółki Skarbu Państwa wykazywały się najniższą efektywnością techniczną operacyjną i skali produkcji w latach 2010-2012 i relatywnie niewielkimi zmianami tych parametrów w czasie. Były jednocześnie grupą z najwyższym potencjałem wykorzystania posiadanych zasobów środków produkcji przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji w latach 2010-2011 (model BCC). W ich przypadku, uwzględniając warunki panujące w 2012 roku, niższa sprawność względem innych mogła wynikać ze wspomnianych zakłóceń cenowych.

Obliczona efektywność techniczna z wykorzystaniem modeli nieradialnych Russella wskazuje na niższą sprawność wykorzystania nakładów w badanej zbiorowości względem wyników uzyskanych w klasycznych modelach efektywności DEA (tabela 6). Z uwagi na fakt, że przedsiębiorstwa wzorcowe wyznaczają granice efektywności zarówno w modelach radialnych, jak i nieradialnych – są

w pełni efektywne – ich udział i wpływ na końcowe wyniki pozostawał niezmienny. Różnice występowały w podmiotach o nieoptymalnym wykorzystaniu zasobów, a wynikały one z odmiennego założenia co do wpływu relacji między nakładami. Należy przypomnieć, iż w modelu radialnym przyjmowano założenie doskonałej komplementarności nakładów, a w modelach nieradialnych założenia o ich pełnej substytucyjności.

Tabela 6

Wyniki pomiaru efektywności Russella (%) w podziale na grupy w 2012 r.

Parametry efektywności technicznej i wybrane ich miary statystyczne		Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	z majątkiem		
				zakupionym	dzierżawionym	
Efektywność operacyjna (model RusCRS)	średnia	67,0	55,9	58,2	62,0	52,6
	mediana	67,1	51,1	53,1	57,1	50,8
	minimum	21,2	28,6	15,7	19,2	32,3
	udział w pełni efektywnych <sup>a</sup>	22,2	13,6	6,9	11,1	0,0
	odchyl. st.	24,6	21,1	19,9	21,0	10,8
	współ. zm.	36,8	37,8	34,1	34,0	20,6
Efektywność techniczna czysta (model RusVRS)	średnia	73,0	66,3	61,9	68,5	61,4
	mediana	71,9	58,6	59,6	60,1	55,7
	minimum	29,1	39,9	19,7	26,6	33,1
	udział w pełni efektywnych <sup>a</sup>	25,0	27,3	13,8	26,7	13,6
	odchyl. st.	21,7	22,3	20,7	23,3	19,7
	współ. zm.	29,7	33,7	33,4	34,0	32,0

<sup>a</sup> udział procentowy jednostek o efektywności technicznej równej 100%

Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem programu DEA.

Analizując wyniki efektywności technicznej przy stałych efektach skali produkcji w modelu nieradialnym (RusCRS), należy zwrócić uwagę nie tylko na uzyskiwanie znacznie niższych wyników względem modelu radialnego (CCR), ale na fakt zachowania kolejności poszczególnych grup pod względem średnich wyników efektywności operacyjnej.

Poszczególne grupy przedsiębiorstw rolnych częściowo zachowały swoją kolejność również pod względem efektywności technicznej czystej. W modelu Russella najniższą efektywnością VRS charakteryzowały się spółki prywatne z majątkiem zakupionym i jednoosobowe spółki Skarbu Państwa, co w przy-

padku tej ostatniej grupy oznacza znacznie niższe wyniki w stosunku do uzyskanych w modelu BCC.

Aby wyeliminować zjawisko losowości uzyskanych wyników (specyficzne warunki produkcji w danym roku), oszacowano efektywność techniczną nieradialną – przy założeniu substytucyjności nakładów dla lat 2010-2012. Na podstawie uzyskanych wyników zaobserwowano pewne zmiany dokonujące się w poszczególnych grupach w czasie (tabela 7).

Tabela 7

Średni poziom efektywności technicznej Russella (%) w latach 2010-2012

Parametry efektywności technicznej i wybrane ich miary statystyczne		Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		
				z majątkiem		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	zakupionym	dzierżawionym	
Efektywność operacyjna (model RusCRS)	2012	67,0	55,9	58,2	62,0	52,6
	2011	64,5	61,2	58,5	62,5	57,2
	2010	61,4	55,3	59,1	57,6	56,0
Efektywność techniczna czysta (model RusVRS)	2012	73,0	66,3	61,9	68,5	61,4
	2011	70,9	70,3	61,0	65,6	64,6
	2010	70,5	69,7	62,0	61,9	65,8

Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem programu DEA Frontier.

W 2010 roku poziom efektywności technicznej Russella przy założeniu stałych efektów skali produkcji był na zbliżonym poziomie w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa oraz w przedsiębiorstwach osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym. Różnice pomiędzy tymi grupami a pozostałymi grupami były nieznaczne. W 2011 roku nastąpiła znaczna poprawa efektywności modelu RusCRS w grupie przedsiębiorstw osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym, spółkach prywatnych z majątkiem dzierżawionym, a częściowo również w przedsiębiorstwach osób fizycznych z majątkiem zakupionym. W 2012 roku wyniki uzyskane w modelu RusCRS były najwyższe w grupie przedsiębiorstw osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym, jak również spółkach prywatnych z majątkiem dzierżawionym.

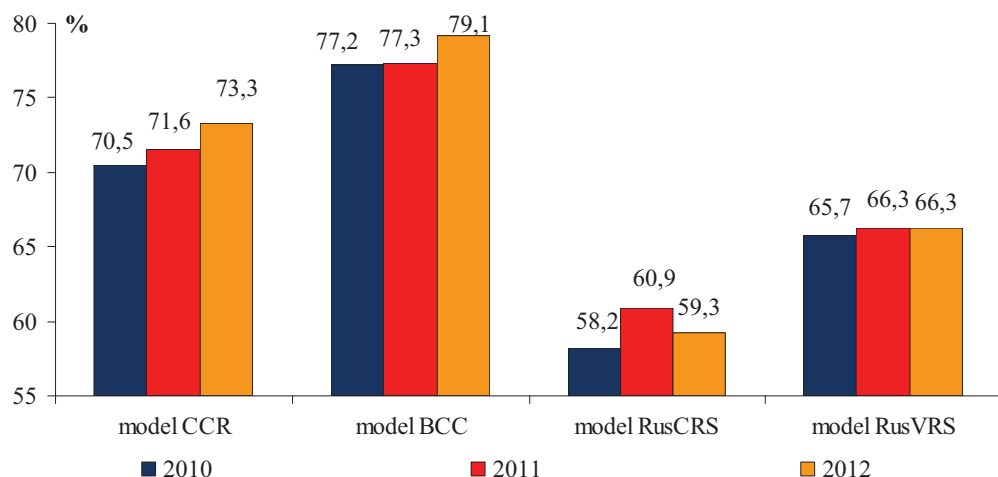
Nieradialna efektywność techniczna przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji (model RusVRS) była w latach 2010-2011 najniższa w prywatnych spółkach z majątkiem zakupionym, a najwyższa w gospodarstwach osób fizycznych z majątkiem zakupionym.

Bezpośrednie porównanie wskaźników efektywności technicznej z lat 2010-2011 (modele CCR i BCC oraz CRS i VRS w modelu Russella) całej badanej zbiorowości nie pozwalają określić kierunku zmian produktywności zasobów

w czasie (wykres 10). Modele radialne sugerują, że w całym tym okresie następował coroczny postęp w wyniku wzrostu skuteczności transformacji nakładów w efekt. Modele nieradialne wskazują, że w całej badanej zbiorowości obserwowano wzrost produktywności w 2011 roku względem 2010 roku oraz jej spadek w 2012 roku w stosunku do roku 2011. Takie porównanie dokonane na podstawie wyników niezależnych modeli DEA w czasie nie uprawnia jednak do formułowania tego typu wniosków. Oszacowane wyniki z wykorzystaniem indeksu Malmquista dopiero dają podstawę do wiarygodnej oceny produktywności całkowitej oraz jej składowych, tj. zmian technologicznych i technicznych w czasie.

Wykres 10

Efektywność techniczna całej zbiorowości wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych w latach 2010-2012



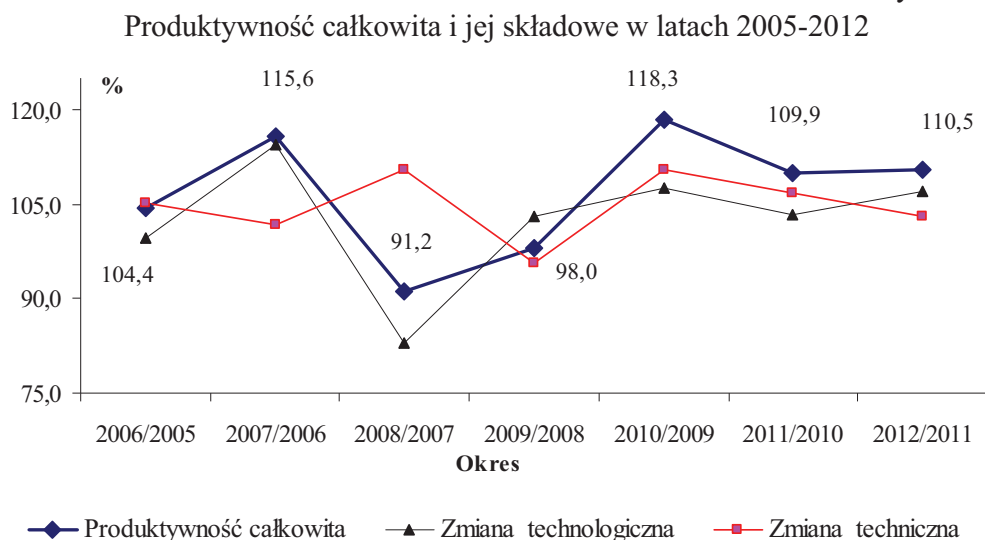
Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem programu DEA Frontier.

W latach 2010-2012 indeks produktywności całkowitej (Malmquista) znacznie przekraczał wartość 100 (średnio 110,2%), a to oznacza, że w badanej zbiorowości corocznie dokonywała się znacząca poprawa produkcyjnego wykorzystania zasobów z punktu widzenia technicznego. Tempo zmian indeksu Malmquista w okresie tym było znacznie większe niż średnia w latach 2005-2012 (106,8%), tak więc poprawa ta nie miała charakteru incydentalnego, choć obserwowano efekt bazy spowodowanej niskim indeksem całkowitej produktywności w latach 2007-2008 (wykres 11).

Poprawa produktywności całkowitej w latach 2010-2012 był spowodowany dokonującymi się zmianami technologicznymi (indeks zmian technologicznych powyżej 100 – średnio 105,3%), a więc poprawą możliwości wykorzystania zasobów w czasie w wyniku przesuwania granicy optymalnych możliwości

technicznych i poszerzeniem zakresu dopuszczalnych rozwiązań produkcyjnych. Ucieczce liderów towarzyszył efekt doganiania ze strony podmiotów nie w pełni efektywnych. Niemal w równym stopniu na wielkość całkowitej produktywności oddziaływała bowiem zmiana indeksu postępu technicznego. Przedsiębiorstwa zatem poprawiały swoją skuteczność transformacji nakładów w efekt względem technologii dostępnych w roku bazowym – bezpośrednio porównywanym. Zmiana indeksu technicznego była nieco niższa w 2012 roku, ale przeważała nad tempem zmiany indeksu technologicznego w latach 2010-2011.

Wykres 11



Źródło: obliczenia własne.

Obserwowane zmiany w produktywności całkowitej i jej składowych przebiegały odmiennie w poszczególnych grupach prawno-organizacyjnych (tabela 8). Na podstawie kształtowania się tego parametru można wyróżnić trzy zasadnicze zbiorowości. Pierwszą z nich tworzą przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym i dzierżawionym oraz spółki prywatne z majątkiem zakupionym. Pomimo że uzyskiwały one odmienny poziom produktywności całkowitej w poszczególnych okresach, to średnie tempo zmian indeksu Malmquista w latach 2010-2012 w tych grupach było bardzo zbliżone i wynosiło od 115% do 117%. W latach 2005-2012 produktywność całkowita była nieco niższa, gdyż wynosiła średnio od 108 do 110%. Niewielkie różnice na korzyść gospodarstw osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym były spowodowane nieco wyższym przyrostem w grupie tej indeksu zmian technologicznych. W latach 2010-2012 wyniósł on 111%, natomiast w latach 2005-2012 – 107,5%.

Na tle pozostałych dwóch grup był on wyższy o 2 p.p. Zmiana indeksu postępu technicznego we wszystkich trzech grupach była średnio na niemal identycznym poziomie i wynosiła 106-107% w latach 2010-2012 i 103% w latach 2005-2012.

Tabela 8

Produktywność i jej składowe wyrażone procentowo w wielkotowarowych przedsiębiorstwach rolnych w latach 2005-2012

Parametry produktywności w porównywanych okresach		Gospodarstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		
				z majątkiem		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	zakupionym	dzierżawionym	
Produktywność całkowita	2012/2011	111,8	118,0	111,1	109,1	98,2
	2011/2010	117,1	107,5	101,8	111,5	108,4
	2010/2009	116,0	125,4	134,3	108,0	111,7
	2009/2008	92,9	105,3	94,8	99,3	100,5
	2008/2007	92,2	89,6	87,5	91,6	97,9
	2007/2006	114,6	130,5	110,0	116,5	102,5
	2006/2005	113,4	96,7	115,5	98,5	95,3
Zmiana technologiczna	2012/2011	103,0	109,3	103,3	101,7	96,8
	2011/2010	114,0	106,3	96,9	106,8	111,0
	2010/2009	109,6	117,2	125,7	99,8	102,6
	2009/2008	88,8	99,5	92,3	100,0	97,1
	2008/2007	114,8	111,2	105,3	108,1	116,3
	2007/2006	97,9	110,0	99,4	103,6	96,7
	2006/2005	111,5	99,1	114,3	99,7	103,3
Zmiana techniczna	2012/2011	108,5	108,0	107,8	106,9	101,6
	2011/2010	103,4	101,8	104,7	105,1	97,9
	2010/2009	106,1	107,4	107,2	108,5	108,9
	2009/2008	105,0	106,4	103,0	99,4	103,6
	2008/2007	80,9	79,6	83,1	85,0	86,1
	2007/2006	116,8	118,4	112,4	114,1	107,0
	2006/2005	101,8	99,1	100,5	99,8	92,8

Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem programu DEA Frontier.

Niższym tempem poprawy produktywności zasobów odznaczały się spółki prywatne z majątkiem dzierżawionym (druga grupa). W okresie 2010-2012 wynosiła ona 109,5%, natomiast dla okresu 2005-2012 – 105%. Najniższym wzrostem produktywności zasobów na tle całej badanej zbiorowości odznaczały się jednoosobowe spółki Skarbu Państwa – trzecia grupa (średnio 106,1%). Ta ostatnia grupa jako jedyna odnotowała w 2012 roku względem 2011 roku regres produktywności całkowitej o 1,8%.



## 2.2. Substytucyjność nakładów w badanej zbiorowości

W dalszej części analizy ograniczono się do klasycznych modeli DEA traktując wyniki efektywności technicznej ustalone z zastosowaniem modeli nieradialnych jedynie jako obliczenia pomocnicze. Wyniki modeli nieradialnych zostały wykorzystane bowiem tylko do szacowania kierunku i natężenia zjawiska substytucji pomiędzy poszczególnymi nakładami w badanej zbiorowości.

Do obliczenia możliwości wzajemnej zastępowalności nakładów wykorzystano współczynniki ich efektywności cząstkowej przy założeniu stałych i zmiennych efektów skali produkcji ustalonych za pomocą modeli Russella CRS i VRS. Na tej podstawie obliczono indywidualne współczynniki substytucji poszczególnych rodzajów nakładów w każdym przedsiębiorstwie rolnym i syntetyczny miernik substytucyjności wszystkich nakładów łącznie.

Z uwagi na wykorzystanie odmiennych technologii produkcji postanowiono zweryfikować, czy istnieje zgodność kierunku i siły natężenia tych parametrów w poszczególnych grupach przedsiębiorstw rolnych. Badając rozkład substytucyjności nakładów w pierwszej kolejności wykonano test normalności rozkładu zmiennych – test Shapiro-Wilka. Na jego podstawie nie udało się zweryfikować pozytywnie hipotezy podstawowej (zerowej) zakładającej, że rozkłady współczynników substytucji nakładów nie odbiegają od teoretycznego rozkładu Gaussa (rozkładu normalnego). Z tego powodu oraz z uwagi na różną liczbę obiektów w poszczególnych formach prawno-organizacyjnych do oceny statystycznie istotnych różnic pomiędzy grupami wykorzystano nieparametryczny test rang Kruskala-Wallisa. Metoda oparta na rangowaniu cech pozwoliła z dużą dokładnością stwierdzić, czy w badanej zbiorowości występuje grupa lub grupy odbiegające pod względem rozkładu danej cechy. W celu określenia pomiędzy którymi cechami – formami prawno-organizacyjnymi – rozkład wskaźników jest statystycznie różny wykonano wielokrotne porównanie średnich rang dla wszystkich grup<sup>60</sup>.

Uzyskane wartości współczynników substytucyjności nakładów nie można interpretować tak, jak współczynniki efektywności otrzymane w modelach DEA, co niekiedy błędnie jest czynione<sup>61</sup>. Nie określają one bowiem, w jakim stopniu można ograniczyć nakłady, aby uzyskać daną wielkość efektu lub zwiększyć efekt przy wykorzystaniu danych nakładów. Pozwala jedynie stwierdzić, w jakich proporcjach istnieje możliwość zastąpienia jednego rodzaju nakładu innym przy

---

<sup>60</sup> A. Aczel, *Statystyka w zarządzaniu*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2000.

<sup>61</sup> R. Kosmański, *Przyczyny nierówności technologicznych w polskich województwach w latach 1998–2008*, „Studia Regionalne i Lokalne”, nr 1 (47), 2012.

określonych warunkach prowadzenia działalności gospodarczej w danym roku, aby uzyskać taką samą wielkość efektu (model zorientowany na nakłady).

Uzyskane wyniki w latach 2010-2012 dla współczynnika substytucyjności nakładów pracy poprzez ziemię rolną pozwala sformułować wniosek, iż zastępowalność ta ulegała zmianie w czasie (tabela 9). Współczynniki substytucyjności niezależnie od oddziaływania skali produkcji (stałe lub zmienne) w 2010 roku były znacznie powyżej jedności. W 2011 roku obserwowano komplementarność obu nakładów (współczynniki nieznacznie powyżej jedności). Z kolei w 2012 roku nastąpił spadek wskaźnika, znacznie poniżej jedności. Oznaczało to, że w warunkach 2010 roku 1% nakładów pracy można było zastąpić 1,45% poziomem nakładów ziemi, a w roku 2012 już jedynie 0,85 % nakładami ziemi, przy założeniu stałego oddziaływania skali produkcji.

Tabela 9

Średni współczynnik substytucji nakładów  
i poziom istotności<sup>a</sup> różnic międzygrupowych w latach 2010-2012

Poziom substytucji (zastępowalności) nakładów	2010		2011		2012	
	oddziaływanie skali produkcji		oddziaływanie skali produkcji		oddziaływanie skali produkcji	
	stałe	zmienne	stałe	zmienne	stałe	zmienne
Nakłady pracy / nakłady ziemi	1,449 (0,0073)	1,358 (0,0092)	1,021 (0,0107)	1,067 (0,1990)	0,853 (0,5930)	0,887 (0,1376)
Zużycie materiałów i energii / nakłady pracy	3,609 (0,9514)	2,208 (0,1084)	3,550 (0,6783)	2,507 (0,0004)	3,268 (0,1399)	2,426 (0,0004)
Aktywa trwałe / nakłady ziemi	1,940 (0,0020)	1,467 (0,0000)	1,459 (0,0383)	1,176 (0,0012)	0,804 (0,2358)	0,738 (0,5814)
Aktywa trwałe / nakłady pracy	1,452 (0,2146)	1,154 (0,0163)	1,679 (0,5655)	1,260 (0,5172)	0,971 (0,2262)	0,875 (0,1234)
Zużycie materiałów i energii / aktywa trwałe	2,645 (0,2010)	2,121 (0,6495)	2,233 (0,2246)	2,195 (0,5172)	4,146 (0,0108)	3,242 (0,1315)
Zużycie materiałów i energii / nakłady ziemi	5,569 (0,0743)	2,909 (0,0030)	3,427 (0,1732)	2,503 (0,0126)	2,477 (0,0063)	1,920 (0,0124)
Syntetyczny miernik substytucyjności nakładów	1,884 (0,5341)	1,578 (0,0853)	1,713 (0,8194)	1,533 (0,2372)	1,812 (0,1007)	1,638 (0,2108)

<sup>a</sup> w nawiasach podano poziom istotności p dla wyniku testu Kruskala-Wallisa przy założeniu, że zmienną grupującą była forma prawno-organizacyjna przedsiębiorstwa

Źródło: obliczenia własne.

Na podstawie przeprowadzonego testu Kruskala-Wallisa można stwierdzić, że różnice międzygrupowe w poziomie współczynnika substytucji pracy czynnikiem ziemi były statystycznie nieistotne przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji w latach 2011-2012, a przy założeniu stałych efektów skali

produkcji w 2012 roku (wartość  $p$  powyżej 0,05). Dodatkowo wykonane wielokrotne porównanie średnich rang wszystkich grup pozwoliło sformułować wniosek, iż odmiennym poziomem substytucji pracy nakładami ziemi odznaczały się gospodarstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym na tle spółek prywatnych z majątkiem dzierżawionym. Różnice między obydwoma grupami w 2010 roku były statystycznie istotne i wynosiły odpowiednio 0,43 p.p. w modelu RusCRS oraz 0,55 p.p. w modelu RusVRS na korzyść spółek prywatnych z majątkiem dzierżawionym. W roku tym zachowany był jednak kierunek zastępowalności (wskaźniki substytucji we wszystkich grupach powyżej 1). W 2011 roku przy założeniu stałych efektów skali produkcji w przedsiębiorstwach osób fizycznych z majątkiem zakupionym wskaźnik ten wynosił 0,79, a w prywatnych spółkach z majątkiem dzierżawionym – 1,29.

Wskaźnik substytucji zużycia materiałów i energii zarówno poprzez nakłady pracy, jak również aktywa trwałe i nakłady ziemi we wszystkich badanych latach i niezależnie od rodzaju modeli kształtował się znacznie powyżej jedności. Efektywność cząstkowa zużycia materiałów i energii była więc znacznie wyższa od efektywności pozostałych trzech zasobów produkcyjnych. W celu ograniczenia tego nakładu o 1% należało w 2011 roku zwiększyć zaangażowanie pracy od 2,50% – przy założeniu stałych efektów skali produkcji – i o 3,55% przy wynikach uzyskanych dla modelu RusVRS. Substytucja zużycia materiałów i energii w 2012 roku następowała przy zwiększeniu o 4,15% aktywów trwałych – stałe efekty skali produkcji i 3,24% przy zmiennych efektach skali produkcji. Z kolei zastępowanie tego nakładu ziemią rolną wymagało zwiększenia nakładów gruntów o 5,57% w 2010 roku dla modelu RusCRS i 2,91% dla modelu RusVCR.

Hipoteza zerowa zakładająca odmienny rozkład współczynnika w poszczególnych grupach dla zastępowalności zużycia materiałów i energii nakładami pracy nie została odrzucona testem Kruskala-Wallisa dla danych z lat 2011-2012 jedynie przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji. Różnice były statystycznie istotne przy założeniu stałych efektów skali produkcji w przypadku gospodarstw osób fizycznych z majątkiem zakupionym (1,81 w 2012 roku i 2,05 w 2011 roku) i jednoosobowych spółek Skarbu Państwa (3,57 w 2012 roku i 3,43 w 2011 roku).

W poziomie współczynnika zastępowalności zużycia materiałów i energii aktywami trwałymi statystycznie istotne różnice stwierdzono jedynie w 2012 roku przy założeniu stałych efektów skali produkcji pomiędzy prywatnymi spółkami z majątkiem dzierżawionym (3,014) i jednoosobowymi spółkami Skarbu Państwa (4,829).

Test Kruskala-Wallisa wykazał istotne różnice międzygrupowe w poziomie współczynnika substytucji zużycia materiałów i energii nakładami ziemi. Znacznie wyższą wartością współczynnika zastępowalności w latach 2010-2012

wykazywały się prywatne spółki z majątkiem dzierżawionym i zakupionym w stosunku do przedsiębiorstw osób fizycznych z majątkiem zakupionym.

Zmiany wskaźnika substytucyjności aktywów trwałych (z wyjątkiem ziemi) zasobami ziemi rolnej przebiegały bardzo podobnie jak w przypadku nakładów pracy. W 2010 roku wskaźnik substytucyjności był najwyższy (osiągając wartość równą prawie 2 dla RusCRS), aby systematycznie w kolejnych latach spadać do poziomu poniżej 1 w 2012 roku. Poziom wskaźnika poniżej jedności świadczy o wyższej wartości  $\theta$  nakładu ziemi w tym okresie względem cząstkowego współczynnika efektywności aktywów trwałych.

Wskaźniki, jakie wykazywały poszczególne grupy prawno-organizacyjne, różniły się w sposób statycznie istotny w latach 2010-2011. Przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji różnice występowały pomiędzy gospodarstwami osób fizycznych z majątkiem zakupionym i prywatnymi spółkami z majątkiem dzierżawionym i zakupionym. W przypadku modeli ze stałymi korzyściami skali produkcji miało to miejsce zaś pomiędzy jednoosobowymi spółkami Skarbu Państwa i prywatnymi spółkami z majątkiem zakupionym i dzierżawionym.

Przebieg zmienności w czasie wskaźnika substytucyjności aktywów trwałych nakładami pracy wskazuje na znaczne podobieństwa relacji, tak jak w przypadku substytucji majątku trwałego nakładami ziemi. W 2012 roku również nastąpiła zmiana kierunku substytucji i w celu zaoszczędzenia 1% aktywów trwałych należało zwiększyć zaangażowanie pracy średnio o 0,971% w modelu RusCRS i 0,875% przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji. Nastąpił więc szybszy wzrost cząstkowej efektywności pracy względem majątku trwałego. Międzygrupowe różnice we wskaźniku cząstkowej substytucyjności obu nakładów były statystycznie istotne jedynie w 2010 roku, kiedy to gospodarstwa indywidualne z majątkiem dzierżawionym jako jedyna grupa charakteryzowała się wskaźnikiem poniżej jedności (0,976), a to odbiegało znacznie od stwierdzonego poziomu w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa (średnia 1,555).

Syntetyczny miernik substytucyjności nakładów kształtował się na bardzo wysokim poziomie w całym badanym okresie. Oznacza to, że obserwowano bardzo wysoki poziom wzajemnej zastępowalności – możliwość wymienialności nakładów, głównie za sprawą zużycia materiałów i energii. Nie stwierdzono jednocześnie, aby syntetyczny miernik substytucyjności różnił się istotnie z uwagi na przynależność przedsiębiorstwa do danej formy prawno-organizacyjnej.

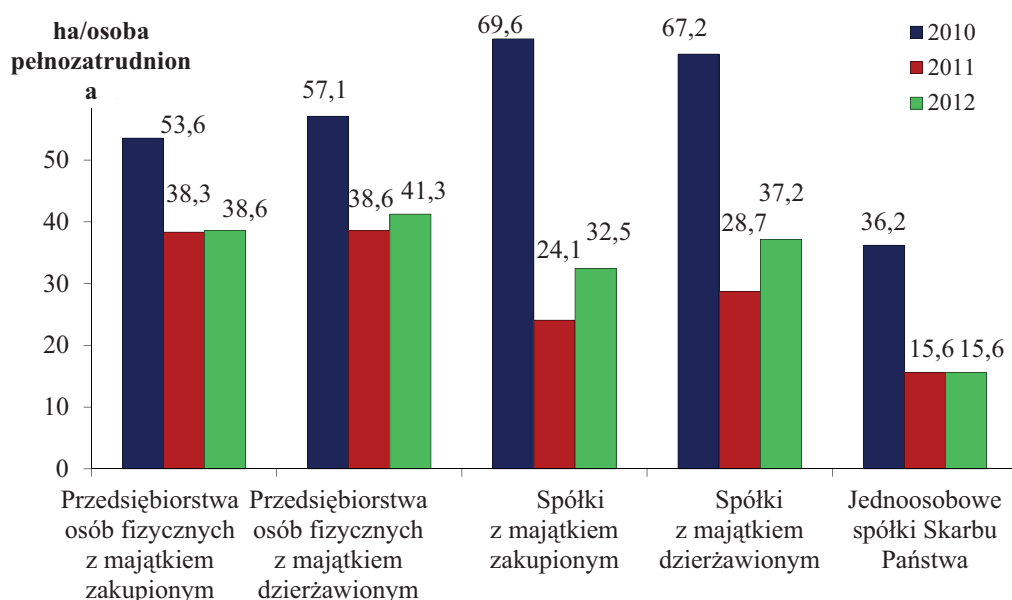
Odmienny rozkład wielkości współczynników substytucyjności niekoniecznie musiał się przekładać na ostateczny poziom zastępowalności nakładów (ilościowe ich proporcje). Współczynnik ten stanowi bowiem jedynie mnożnik, który koryguje rzeczywiste relacje obu nakładów. Tak więc poziom substytucji pracy nakładem ziemi jest uzależniony od analizowanego współczynnika (iloraz-

zu efektywności cząstkowych nakładów), jak również od występujących ilościowych relacji obu nakładów w danej jednostce.

W przypadku nakładów pracy i ziemi wzajemna ich zastępowalność kształtowała się na odmiennym poziomie w poszczególnych grupach i latach (wykres 12).

Wykres 12

Poziom substytucji nakładów ziemi rolnej nakładami pracy przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji – miary ilościowe (mediana)



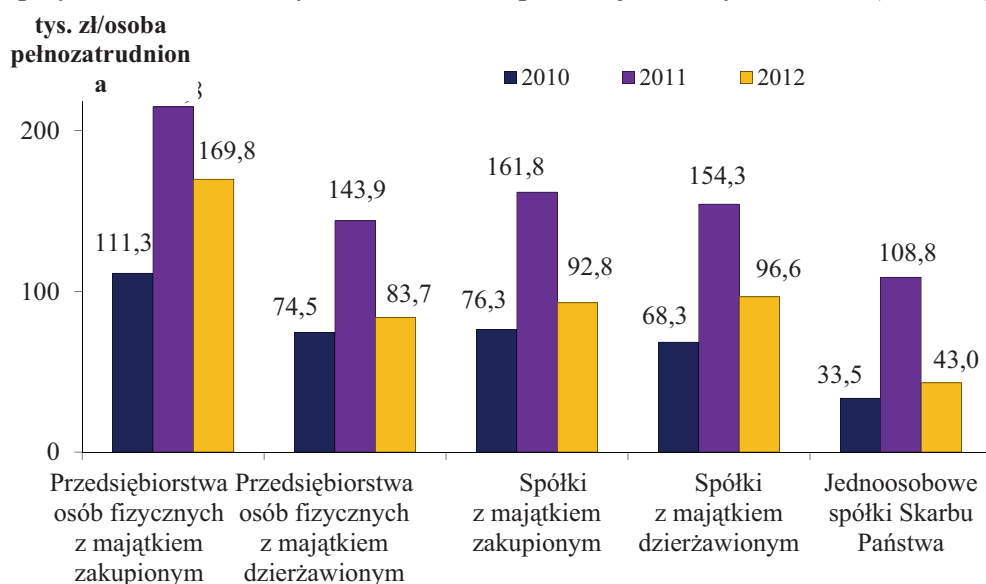
Źródło: obliczenia własne.

Największą ilość ziemi trzeba było przeznaczyć na zastąpienie osoby pełnozatrudnionej w 2010 roku. Średni poziom zastępowalności pracy nakładami ziemi wynosił 28,1 ha. Jednak poziom ten był bardzo zróżnicowany w całej badanej zbiorowości mediana wynosiła 56,6 ha. W latach 2011-2012 ilość ziemi, jaką należało zastąpić osobę pełnozatrudnioną, uległa znacznemu ograniczeniu. Podział rozkładu całej zbiorowości na dwie równe grupy (mediana) następował w 2011 roku przy 22,9 ha, a w 2012 roku przy 28,9 ha użytków rolnych. Różnice występujące pomiędzy rozkładem cech w poszczególnych grupach były statystycznie istotne we wszystkich trzech latach (2010-2012) jedynie pomiędzy jednoosobowymi spółkami Skarbu Państwa i pozostałymi czterema grupami prawno-organizacyjnymi. Należy przy tym podkreślić, że przeprowadzone wielokrotne porównanie średnich rang dla wszystkich grup nie pozwoliło stwierdzić statystycznie istotnych różnic pomiędzy gospodarstwami osób fizycznych oraz spółkami prywatnymi.

Najwyższy poziom zużycia materiałów i energii zastępujący jedną osobę pełnozatrudnioną obserwowano we wszystkich grupach w 2011 roku. Jednak również w tym przypadku w latach 2010-2011 jedynie jednoosobowe spółki Skarbu Państwa wykazywały statystycznie istotnie niższy poziom zastępowalności obu nakładów względem pozostałych czterech grup prawno-organizacyjnych (wykres 13).

Wykres 13

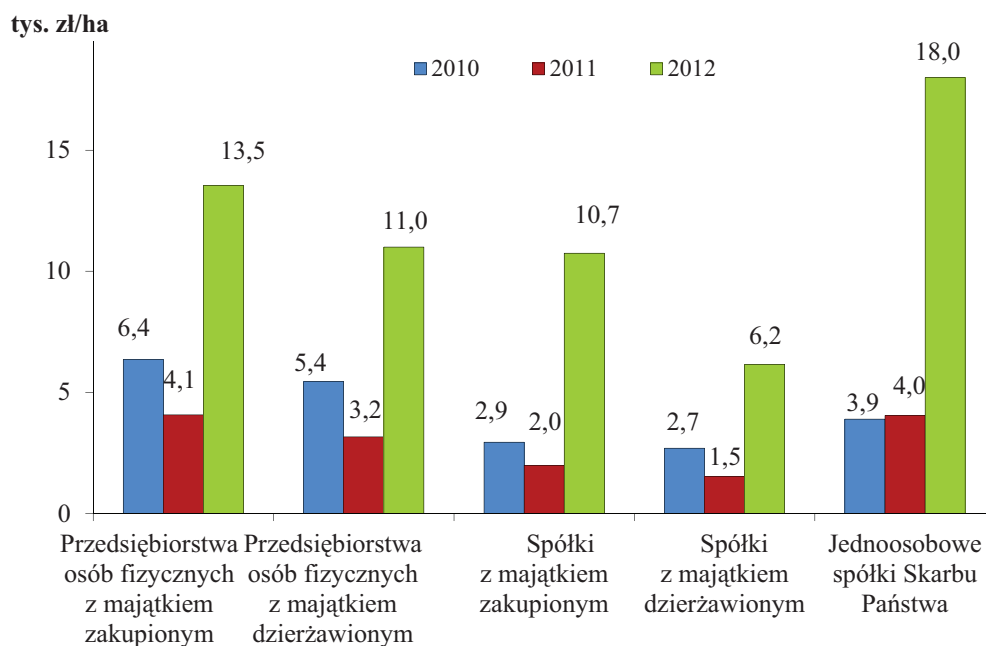
Poziom substytucji zużycia materiałów i energii nakładami pracy przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji – miary ilościowe (mediana)



Źródło: obliczenia własne.

Wysokim poziomem substytucji aktywów trwałych nakładami ziemi w 2010 roku wyróżniały się gospodarstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym oraz dzierżawionym na tle spółek prywatnych z majątkiem zakupionym i dzierżawionym (wykres 14). W kolejnym roku statystycznie istotnie wyższym wskaźnikiem na tle spółek prywatnych charakteryzowały się gospodarstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym i jednoosobowe spółki Skarbu Państwa. W roku 2012 wartość kapitału zastępowalna przez 1 ha powierzchni ziemi rolnej zwiększyła się we wszystkich badanych grupach, a mediana tego wskaźnika dla całej zbiorowości wyniosła 10,95 tys. zł. Jednak jedynie spółki prywatne z majątkiem dzierżawionym na tle pozostałych grup charakteryzowały się znacznie niższym poziomem zastępowalności aktywów trwałych powierzchnią 1 ha ziemi rolnej.

Poziom substytucji aktywów trwałych nakładami ziemi przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji – miary ilościowe (mediana)

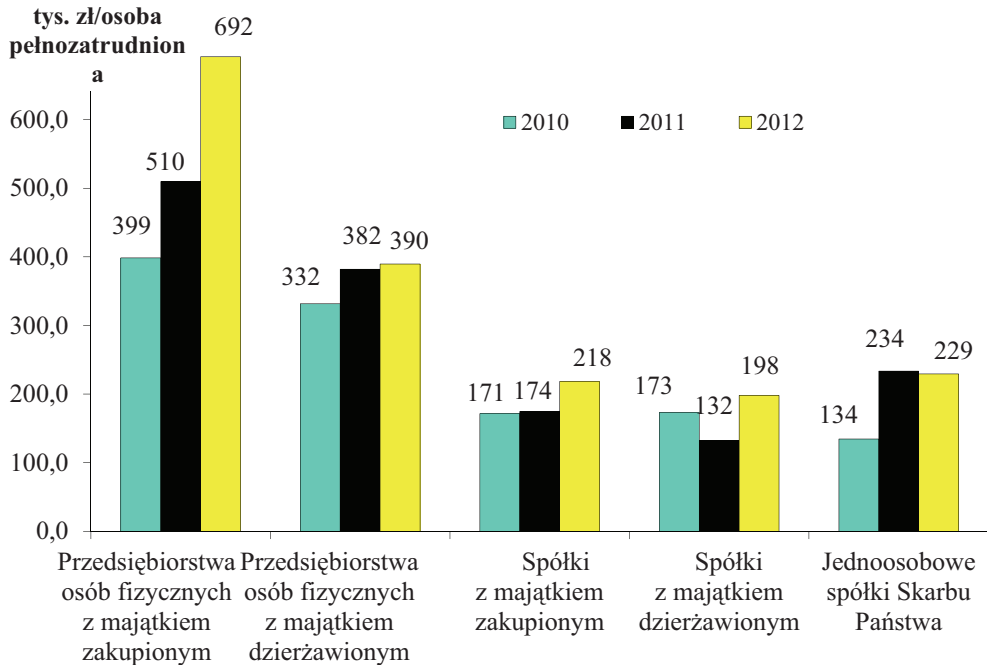


Źródło: obliczenia własne.

Substytucja aktywów trwałych nakładami pracy również ulegała dynamicznym zmianom w czasie (wykres 15). Znaczny wzrost wartości aktywów trwałych zastępujących jedną osobę pełnozatrudnioną nastąpił w 2012 roku. Wartość środkowa tego wskaźnika powiększyła się o prawie 25% w stosunku do 2010 roku, kiedy to mediana wyniosła 228 tys. zł.

Przeprowadzony test Kruskala-Wallisa pozwolił stwierdzić, iż pod względem poziomu substytucji aktywów trwałych nakładami pracy w latach 2010-2011 statystycznie istotnie wyższy był on w gospodarstwach osób fizycznych z majątkiem zakupionym i dzierżawionym w stosunku do spółek prywatnych (z majątkiem zakupionym i dzierżawionym), a w 2010 roku dodatkowo w relacji do jednoosobowych spółek Skarbu Państwa. W 2012 roku różnice pozostały statystycznie istotne jedynie pomiędzy grupą gospodarstw osób fizycznych z majątkiem zakupionym oraz dwiema grupami spółek prywatnych, tj. z majątkiem zakupionym, dzierżawionym i jednoosobowymi spółkami Skarbu Państwa.

Poziom substytucji aktywów trwałych nakładami pracy przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji – miary ilościowe (mediana)



Źródło: obliczenia własne.

Odmienny przebieg w czasie miała zastępowalność aktywów trwałych zużyciem materiałów i energii. Największą wartość substytucji odnotowano w 2011 roku, a najmniejsza w roku 2012 (wykres 16). Różnice międzygrupowe pomiędzy odmiennymi formami prawno-organizacyjnymi były statystycznie istotne jedynie w ostatnim badanym roku. Zarówno spółki prywatne z majątkiem zakupionym i dzierżawionym odznaczały się wyższym średnim poziomem substytucji zużycia materiałów i energii na zastąpienie 1 tys. aktywów trwałych w stosunku do pozostałych trzech grup, tj. przedsiębiorstw osób fizycznych z majątkiem zakupionym i dzierżawionym oraz do jednoosobowych spółek Skarbu Państwa.

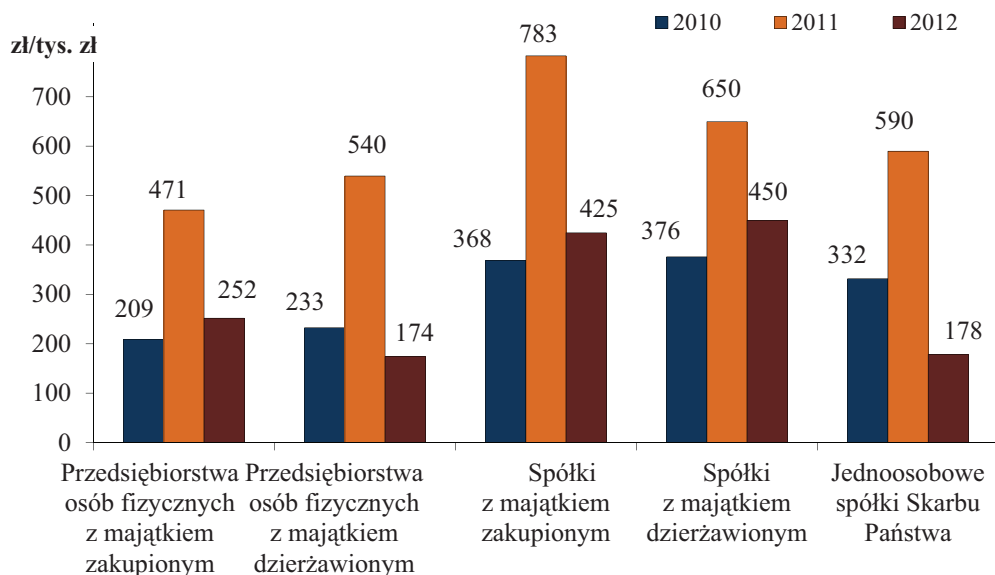
Pomimo statystycznie istotnych różnic w poziomie wskaźnika substytucji zużycia materiałów i energii nakładami ziemi po skorygowaniu rzeczywistymi relacjami obu nakładów, a więc po uzyskaniu ilościowych relacji, okazało się, że zastępowalność obu nakładów jest jednorodna we wszystkich badanych grupach. Niemniej jednak zużycie materiałów i energii, które pozwalało zastąpić 1 ha



gruntów rolnych, uległo zmianie w czasie. W 2010 roku mediana dla całej zbiorowości wynosiła 1183 zł, w 2011 roku wartość środkowa wzrosła do 634 zł, aby w 2012 roku osiągnąć poziom 2366 zł.

Wykres 16

Poziom substytucji zużycia materiałów i energii aktywami trwałymi przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji – miary ilościowe (mediana)



Źródło: obliczenia własne.

### **2.3. Czynniki wpływające na efektywność techniczną i produktywność zasobów**

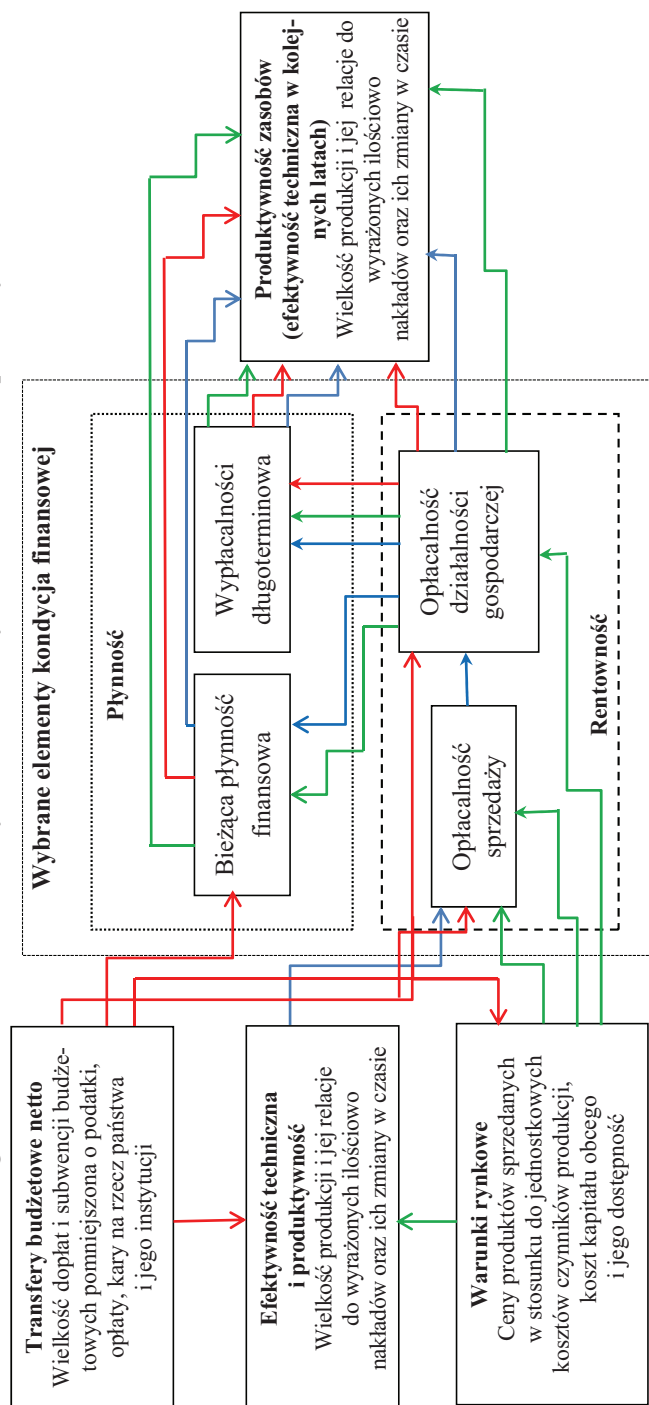
Efektywność techniczna i produktywność zasobów jest jedną z podstawowych płaszczyzn o charakterze operacyjnym decydująca o kondycji finansowej gospodarstw rolnych nastawionych rynkowo, w tym zwłaszcza wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych. Wyniki w tym obszarze przedsiębiorstw rolnych wpływają bezpośrednio na opłacalność sprzedaży, a pośrednio na pozostałe sfery efektywności finansowej. Pomiedzy kondycją finansową oraz efektywnością techniczną i produktywnością występuje jednak sprzężenie zwrotne (schemat 2). Dobra kondycja finansowa pozwala bowiem na podejmowanie działań warunkujących wysoką sprawność techniczną w kolejnych okresach. Posiadanie środków finansowych lub pozytywna ocena ze strony dostawców czynników produkcji, umożliwia nabycie niezbędnej ilości i określonej jakości obrotowych środków produkcji przed krytycznym okresem ich wykorzystania, co często warunkuje ich optymalne zastosowanie. Inwestycje w środki trwałe, w tym o charakterze innowacyjnym, również z reguły wymagają zaangażowania kapitału własnego, a jego pomnażanie jest uzależnione od uzyskiwania jego rentowności na poziomie nie niższym od kosztu zastosowanego kapitału obcego. Zatrudnienie pracowników o wymaganej wiedzy i umiejętności wymaga wypracowania niezbędnej nadwyżki finansowej pozwalającej na regulowanie płac i obowiązkowych świadczeń.

Nie można jednak przyjąć, że wzrost efektywności w różnych obszarach decydujących o kondycji finansowej przedsiębiorstwa w danym roku, w różnym stopniu, ale zawsze pozytywnie oddziałują na efektywność techniczną i produktywność w kolejnych latach. Zależności te nie są prostoliniowe, jak również ich kierunek może ulegać zmianie w zależności od samej kondycji finansowej przedsiębiorstwa i zewnętrznych warunków jego funkcjonowania.

W przypadku, gdy generalnie kondycja finansowa jest bardzo zła lub zła i występują bardzo duże trudności z płynnością, a przedsiębiorstwo wymaga restrukturyzacji naprawczej lub zmierza do likwidacji, występuje jedynie umiarkowana motywacja do poszukiwania nowych rozwiązań, w tym o charakterze technicznym (schemat 3). Warunki wewnętrzne w tym niejednokrotnie problemy z regulowaniem bieżących zobowiązań nie pozwalają na daleko idące zmiany w oparciu o kapitał własny. Występujące problemy przekładają się na ograniczanie ilości wykorzystywanych obrotowych środków produkcji, ilości zatrudnionych osób, a to prowadzi do zmniejszania się efektywności technicznej i produktywności zasobów w czasie.

Schemat 2

Uproszczony schemat wpływu głównych czynników determinujących kondycję finansową przedsiębiorstwa rolnego oraz kierunki ich oddziaływania na efektywność techniczną i produktywność



- ➔ Kierunek wpływu warunków rynkowych na inne obszary aktywności przedsiębiorstwa
- ➔ Kierunek wpływu transferów budżetowych netto na inne obszary aktywności przedsiębiorstwa
- ➔ Kierunek wpływu efektywności technicznej i produktywności na inne obszary aktywności przedsiębiorstwa

Źródło: opracowanie własne na podstawie publikacji: J. Kulawik, *Sytuacja produkcyjna, efektywność finansowa i techniczna gospodarstw powstałych w oparciu o mienie byłych państwowych przedsiębiorstw gospodarki rolnej*, IERIGŻ-PIB, Warszawa 2010.

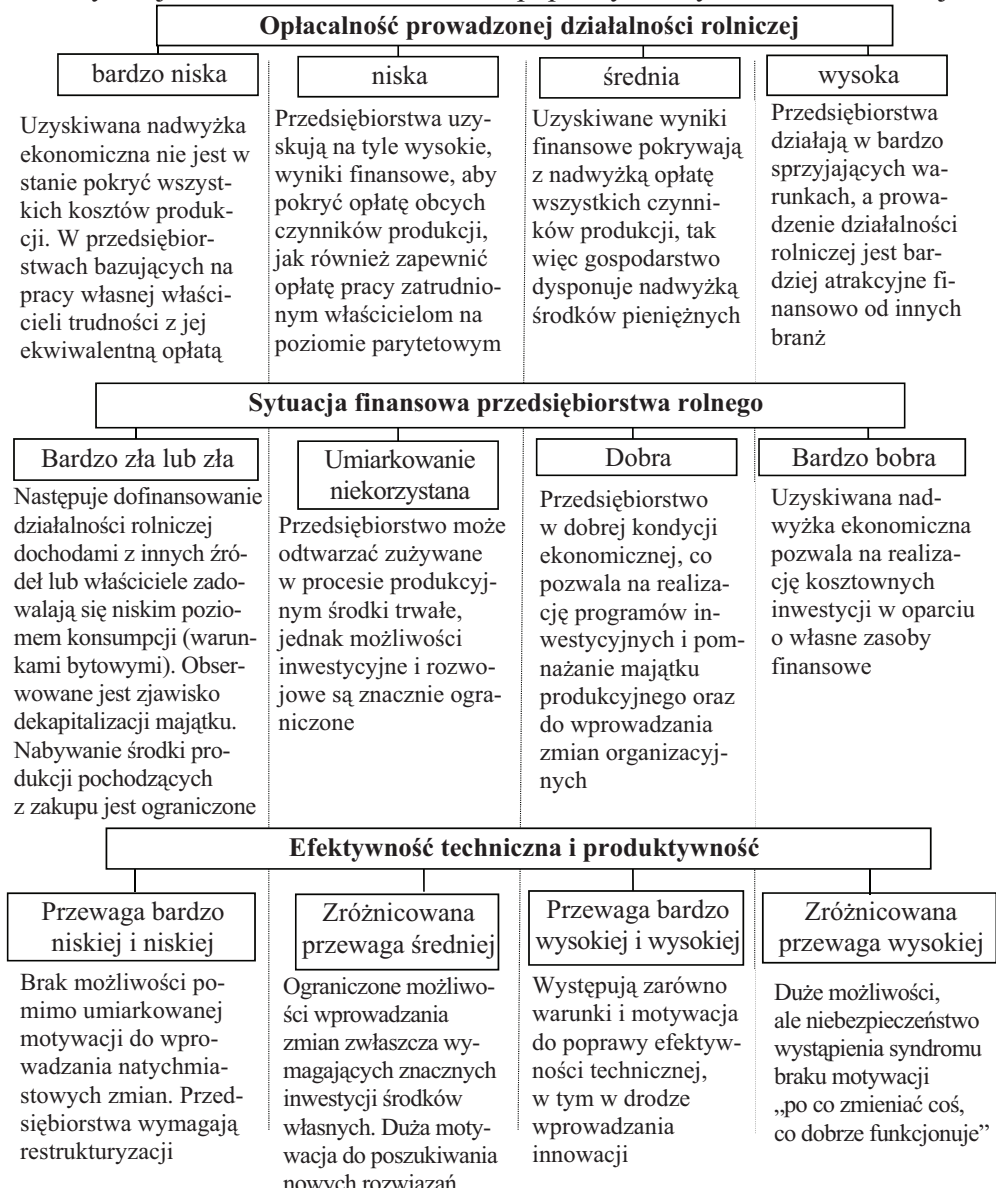
W takich warunkach dodatkowo występują problemy z odtwarzaniem środków trwałych i następuje ich dekapitalizacja, a w konsekwencji przedsiębiorstwa uzyskują niższe częstkowe wydajności produkcyjne. W tej sytuacji zarządcy często przyjmują strategię „doczekać do lepszych czasów”, tzn. wychodzą z założenia, iż w przyszłości nastąpi zmiana zewnętrznych warunków funkcjonowania. W konsekwencji pozwoli to na poprawę kondycji finansowej ich przedsiębiorstw, a w dalszej kolejności jego sprawności technicznej i produktywności. W warunkach znacznych fluktuacji cen produktów rolniczych taka strategia może pozwolić przetrwać najtrudniejszy okres pod warunkiem, że jest stosowana w czasie najniższych cen na wytwarzane przez przedsiębiorstwo produkty lub oczekiwane jest wsparcie w postaci subwencji budżetowych. Z reguły poprawa kondycji finansowej w takiej sytuacji przedsiębiorstwa sprzyja zwiększeniu efektywności technicznej i produktywności.

Umiarkowanie niekorzystna kondycja finansowa przedsiębiorstwa jest silnym bodźcem do poszukiwania możliwości poprawy efektywności przedsiębiorstwa, w tym na poziomie technicznym. Niejednokrotnie jednak brak jest możliwości na dokonanie zmian technologicznych w drodze inwestycji w środki trwałe, a to uniemożliwia uzyskanie optymalnych wyników technicznych. Pewnym wyjątkiem może być sytuacja, gdy przedsiębiorstwo zostało poddane procesowi bardzo głębokiej restrukturyzacji, która pociągnęła za sobą znaczne koszty, ale efekty nie są jeszcze odczuwalne w postaci wzrostu opłacalności produkcji. Takie podmioty mogą uzyskiwać bardzo wysoką efektywność techniczną i produktywność zasobów w czasie.

Dobra kondycja finansowa jest warunkiem pozwalającym większości przedsiębiorstw na uzyskiwanie wysokiej efektywności technicznej i produktywności w kolejnych okresach ich funkcjonowania. Zależność ta wynika z faktu, iż nie występują bariery braku środków finansowych na nabycie niezbędnych czynników produkcji, istnieje możliwość sięgania po nowe rozwiązania technologiczne wymagające niejednokrotnie znacznych inwestycji w środki trwałe. Jest to sytuacja, którą można uznać za optymalną z punktu widzenia kształtowania przyszłej efektywności technicznej i produktywności, pod warunkiem, że dobre wyniki finansowe przedsiębiorstwa nie są jedynie efektem oddziaływania innej sfery kształtowania kondycji finansowej takiej jak (schemat 2):

- transfery budżetowe netto – głównie w postaci dopłat i subwencji, warunkujące pozytywny poziom opłacalność całej działalności gospodarczej;
- korzystne relacje cenowe spowodowane nadzwyczajnymi zdarzeniami w danym okresie, często o charakterze losowym.

## Sytuacja finansowa a skłonność do poprawy efektywności technicznej



Źródło: opracowanie własne na podstawie W. Józwiak i inni 2012<sup>62</sup>.

Jeżeli przedsiębiorstwo rolne uzyskuje bardzo wysoką rentowność działalności gospodarczej i jest w bardzo dobrej kondycji finansowej, to nie zawsze

<sup>62</sup> W. Józwiak., A. Kagan, Z. Mirkowska, *Innowacje w polskich gospodarstwach rolnych, zakres ich wdrażania i znaczenie*, „Zagadnieniach Ekonomiki Rolnej”, nr 3, 2012.

musi się to przekładać na jego przyszłą wysoką efektywność techniczną i produktywność zasobów z uwagi na niższą motywację do przeprowadzania zmian. Może wystąpić bowiem tzw. syndrom „samozadowolenia”, tj. pułapka zbyt korzystnej sytuacji finansowej w myśl stwierdzenia – „po co zmieniać coś, co dobrze funkcjonuje” – inaczej zwany chorobą holenderską<sup>63</sup> na poziomie mikroekonomicznym<sup>64</sup>. Brak odczuwalnych sygnałów o jakichś zdarzeniach mogących zagrażać funkcjonowaniu przedsiębiorstwa, a jednocześnie narastanie poczucia spełnienia ze strony zarządców demotywuje do podejmowanych działań mających poprawić sprawność techniczną przedsiębiorstwa w przyszłości. Zjawisku temu sprzyja występowanie wysokich barier wejścia konkurentów na dany rynek. Źródłem nieefektywności podmiotów, w którym są zatrudnieni jego właściciele jest narastające poczucie potrzeby poprawy komfortu pracy – inwestycje nieprodukcyjne lub produkcyjne, ale o wyższym koszcie z uwagi na ten aspekt. Następuje również wzrost poczucia wartości czasu wolnego i przesuwanie granicy pomiędzy skłonnością do wykonania dodatkowej pracy a dodatkową nadwyżką finansową. W przedsiębiorstwach z najemną siłą roboczą w warunkach bardzo dobrej kondycji finansowej spada skłonność do ograniczania nakładów pracy i poszukiwania oszczędności w innych aspektach jego funkcjonowania.

W literaturze stawiana jest hipoteza o dodatniej zależności pomiędzy niskim poziomem współczynnika wypłacalności długoterminowej a poziomem efektywności technicznej i produktywności zasobów w czasie. W przedsiębiorstwach rolniczych niski poziom wypłacalności długoterminowej jest spowodowany wysokim udziałem majątku dzierżawionego w strukturze majątku wykorzystywanego. Przedsiębiorstwa dzierżawiące majątek mają silną motywację do uzyskiwania relatywnie wyższych wydajności<sup>65</sup>, co wynika z potrzeby uzyskania dodatkowej nadwyżki finansowej, aby pokryć nie tylko bieżące koszty produkcji, ale dodatkowo opłatę wynikającą z dzierżawy ziemi<sup>66</sup>. Brak własności użyt-

---

<sup>63</sup> „Choroba holenderska” jest to pojęcie z literatury finansowej, które powstało pod wpływem przykładu zmian, jakie nastąpiły w gospodarce holenderskiej w wyniku odkrycia łatwych do eksploatacji znacznych zasobów gazu ziemnego w strefie przybrzeżnej tego kraju w latach sześćdziesiątych dwudziestego wieku. Miało to jednak negatywny wpływ na gospodarkę tego kraju w perspektywie długoterminowej, gdyż łatwo uzyskiwane środki z surowców naturalnych osłabiły rozwój innych działów gospodarki narodowej tego kraju.

<sup>64</sup> T.K. Rudel, *Food Versus Fuel: Extractive Industries, Insecure Land Tenure, and Gaps in World Food Production*, „World Development”, Volume 51, November 2013.

<sup>65</sup> E. Lichtenberg, J. Shortle, J. Wilen, D. Zilberman, *Natural Resource Economics and Conservation: Contributions of Agricultural Economics and Agricultural Economists*, „American Journal of Agricultural Economics”, Volume 92, Issue 2, 2010.

<sup>66</sup> J. Kulawik, *Analiza efektywności ekonomicznej i finansowej przedsiębiorstw rolnych powstałych na bazie majątku WRSP*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2009.

kowanego majątku – głównie ziemi w sytuacji niepewności co do możliwości kontynuowania dzierżawy motywuje również do gromadzenia środków (dodatkowej nadwyżki finansowej) na jej zakup lub innej ekwiwalentnej powierzchni.

Na poziom efektywności technicznej wpływają również pozostałe główne czynniki warunkujące kondycję finansową przedsiębiorstwa, a więc warunki rynkowe oraz wielkość i kierunek transferów budżetowych. W obu przypadkach obserwowany jest również zarówno bezpośredni wpływ na efektywność techniczną i produktywność, jak również pośredni poprzez oddziaływanie na obszary decydujące o kondycji finansowej przedsiębiorstwa (schemat 2).

Bezpośredni wpływ warunków rynkowych rozumianych jako relacja cen produktów sprzedawanych przez wielkotowarowe przedsiębiorstwa rolne względem jednostkowych kosztów nabywanych środków produkcji oraz względnego kosztu kapitału obcego na efektywność techniczną i produktywność w przypadku rolnictwa nie został w literaturze do końca rozpoznany. Jednak na podstawie badań przedsiębiorstw sektora rolno-spożywczego przyjęto, że poprawa relacji cenowych i duża zmienność tego parametru ma w rolnictwie raczej negatywny wpływ bezpośredni na efektywność techniczną i produktywność – zwłaszcza w sytuacji wyrażenia efektu ilościowo<sup>67</sup>. Poprawa relacji cenowych w wyniku szybszego wzrostu cen na produkty rolnicze zwiększa bowiem skłonność do wzrostu zużycia obrotowych środków produkcji, teoretycznie do momentu zrównania krańcowego kosztu produkcji z ceną produktu. Z uwagi jednak na częsty brak wiedzy dotyczącej kształtowania się przyszłych cen i ilości wytwarzanych produktów korzystniejsze relacje cenowe zachęcają do podejmowania większego ryzyka produkcyjnego. Niekiedy więc prowadzi to do przekroczenia optimum technicznego po to, by uzyskać optimum finansowe. Skutek ten jest łągodzony w pomiarze technicznej sprawności podmiotu w przypadku ujęcia efektu wartościowo, a więc jako sumy przychodów ze sprzedaży poszczególnych produktów. Wówczas należy oczekiwać dodatniego bezpośredniego wpływu poprawy warunków rynkowych na efektywność techniczną i produktywność zasobów w czasie pod warunkiem prawidłowego przewidywania sytuacji przez producentów rolnych.

Oddziaływanie pośrednie warunków rynkowych na efektywność techniczną i produktywność odbywa się poprzez zmiany obszarów decydujących o kondycji finansowej przedsiębiorstwa. Ponieważ warunki rynkowe są stymulantą poprawy niemal wszystkich aspektów finansowego funkcjonowania przedsiębiorstw rolnych, również dodatnio oddziałują na jego sprawność techniczną w kolejnych latach. Oczywiście taka sytuacja ma miejsce do momentu, gdy nie pojawi

---

<sup>67</sup> L. Foster, J. Haltiwanger, Ch. Syverson, *Reallocation, Firm Turnover and Efficiency: Selection on Productivity or Profitability*, „American Economic Review”, Volume 98, Number 1, 2008.

się syndrom samozadowolenia i pułapka zbyt korzystnych wyników finansowych i spadek dążeń do dokonywania niezbędnych zmian w organizacji (schemat 3).

Dotychczasowe badania wskazują na ujemną bezpośrednią zależność pomiędzy efektywnością techniczną a poziomem wsparcia w postaci transferów budżetowych dla rolnictwa w formie dopłat bezpośrednich, w tym takich instrumentów, które nie uzależniają wielkości pomocy od wielkością produkcji. Ujemny wpływ dopłat i subwencji został stwierdzony niezależnie od kierunku produkcji, warunków rynkowych, formy prawnej gospodarstw i stosowanego systemu wsparcia rolnictwa<sup>68,69,70,71,72,73</sup>.

Subwencje, w tym dopłaty, zwłaszcza bezpośrednie, mogą przyczyniać się do bezpośredniego spadku efektywności technicznej i produktywności w dotowanych jednostkach, powodując między innymi:

- nieodpowiedni dobór proporcji czynników produkcji (najczęściej relacji pomiędzy kapitałem i pracą oraz ziemią) oraz zmniejszanie skłonności do obniżania nakładów (szukania oszczędności);
- stymulowanie utrzymywania produkcji na glebach marginalnych, a nawet skłanianie do jej pozorowania w celu uzyskania subsydiów budżetowych;
- odsunięcie groźby bankructwa lub utraty płynności finansowej, a przynajmniej pogorszenia wyników jednostki do poziomu nieakceptowalnego przez właścicieli. Tym samym maleje skłonność takich podmiotów do restrukturyzacji i poszukiwania nowych rozwiązań zapewniających im przetrwanie i rozwój względem jednostek nieobjętych wsparciem, a tym samym w większym stopniu zagrożonych upadłością<sup>74</sup>;

---

<sup>68</sup> X. Zhu, O.A. Lansink, *Impact of CAP Subsidies on Technical Efficiency of Crop Farms in Germany, the Netherlands and Sweden*, „Journal of Agricultural Economics”, Volume 61, Issue 3, 2010.

<sup>69</sup> G. Zhengfei, A. O Lansik, *The Source of Productivity Growth in Dutch Agriculture: A Perspective From Finance*, „American Journal of Agricultural Economics”, Volume 88, Issue 3, 2006.

<sup>70</sup> J. Kulawik, R. Płonka, *Subsydia a efektywność ekonomiczno-finansowa gospodarstw rolnych osób fizycznych*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej”, nr 3, 2013.

<sup>71</sup> Š. Bojnec, L. Latruffe, *Farm size, agricultural subsidies and farm performance in Slovenia*, „Land Use Policy”, Volume 32, 2013.

<sup>72</sup> H. Guyomard, L. Latruffe, C. Le Mouél: *Impact of CAP direct payments on French farms' managerial efficiency*, materiały z konferencji INRA, Suisse, Francja 2007.

<sup>73</sup> W. Kleinhanß, C. Murillo, C. San Juan, S. Sperlich, *Efficiency subsidies, and environmental adaptation of animal farming under CAP*, „Agricultural Economics”, Volume 36, Issue 1, 2007.

<sup>74</sup> A.D. Hennessy, *The production effects of agricultural income support policies under uncertainty*, „American Journal of Agricultural Economics”, Volume 80, Issue 1, 1998.



- stymulowanie inwestowania przez przedsiębiorstwa w te dziedziny lub rozwijanie tych działalności, które są w większym zakresie subwencjonowane (lub w większym stopniu wspierane) niż te dające wyższą produktywność<sup>75</sup>;
- sprzyjanie prowadzenia inwestycji o charakterze nieprodukcyjnych, ale warunkujących uzyskanie subwencji (np. płyty gnojowe, zbiorniki na gnojówkę i gnojowice) lub zapewniające wyższy komfort pracy.

Podobnie jak w przypadku warunków rynkowych pośrednio również subwencje mogą stymulować poprawę efektywności technicznej i produktywności poprzez poprawę kondycji finansowej przedsiębiorstwa. Pokonywanie ograniczeń finansowych i dostępu do kapitału jest bowiem jedną z istotnych barier rozwoju przedsiębiorstw rolnych, która może być przezwyciężona między innymi dzięki subsydium. Dopłaty i dotacja wpływają bowiem dodatnio na opłacalność działalności gospodarczej oraz płynność finansową. Zwiększają również dostępność kapitału obcego dla rolników i wpływają na zmniejszenie jego kosztu uzyskania kredytów i pożyczek i ich obsługi<sup>76</sup>. Pozytywny wpływ subwencji na efektywność techniczną ma miejsce między innymi wówczas, gdy dopłaty i dotacje:

- pomagają wdrażać rozwiązania innowacyjne, a więc kreować postęp techniczno-technologiczny i organizacyjny poprzez ograniczenie ryzyka towarzyszącego zastosowaniu nowych rozwiązań, o niskim stopniu sprawdzenia w praktyce na szeroką skalę, ale o dużym potencjale wzrostu produkcji lub oszczędności nakładów<sup>77</sup>;
- stymulują wykorzystanie nośników postępu biologicznego (odnowy materiału siewnego, sadzeniaków, wprowadzenia nowych ras i linii zwierząt odznaczających się wyższą produktywnością). Subwencja może stać się impulsem do wdrożenia nowych rozwiązań, przyczyniając się do uzyskania ponad proporcjonalnych efektów produkcyjnych;
- przyczyniają się do wzrostu rozmiarów działalności w sytuacji, gdy gospodarstwo działa w obszarze rosnących efektów skali produkcji. Zwiększenie produktywności w takiej sytuacji następuje dzięki eliminowaniu

---

<sup>75</sup> J. Kulawik, *System monitorowania efektywności i produktywności przedsiębiorstw*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej”, nr 3, 2009.

<sup>76</sup> J.D. Kropp, J.B. Whitaker, *The Impact of Decoupled Payments on the Cost Operating Capital*, „Agricultural Finance Review”, Volume 71, Issue 1, 2011.

<sup>77</sup> S.C. Kumbhakar, G. Lien, *Impact of subsidies on farm productivity and efficiency*, [w:] *The Economic Impact of Public Support to Agriculture: An International Perspective*, pod red. V.E. Ball, R. Fanfani, L. Gutierrez, „Studies in Productivity and Efficiency”, Volume 7, 2010.

nieefektywności wynikającej z niedostosowania skali produkcji do wielkości optymalnych<sup>78</sup>;

- prowadzą do oszczędności zasobów między innymi na drodze ograniczenia wykorzystania czynnika mniej efektywnego – stymulują efekt substytucji (najczęściej zastępowanie pracy kapitałem).

Poszczególne instrumenty wsparcia budżetowego rolnictwa nieco inaczej oddziałują zarówno bezpośrednio na efektywność techniczną, jak i pośrednio na produktywność zasobów (tabela 10).

Tabela 10

Przewidywany wpływ<sup>a</sup> wybranych dopłat i subwencji budżetowych na efektywność techniczną i produktywność wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych

Wybrane instrumenty wsparcia	Oddziaływanie	
	bezpośrednie	pośrednie
Dopłaty obszarowe (podstawowa i uzupełniająca)	↓↓↓	↑
Płatności z tytułu ONW	↓↓↓	↔↑
Dopłaty rolnośrodowiskowe	↓↓↓↓	↑
Dopłata cukrowa	↓	↑
Dopłaty o charakterze inwestycyjnym	↑	↑
<b>Łącznie środki unijne</b>	↓↓↓	↑
Zwrot akcyzy za paliwo	↓	↔
Dopłaty do oprocentowania kredytów inwestycyjnych	↔↑	↑
<b>Łącznie instrumenty krajowe</b>	↓	↔↑
<b>Łącznie subsydia</b>	↓↓↓	↔↑

<sup>a</sup> Kierunek strzałki do góry (↑) mówi o dodatnim wpływie na zjawisko, w dół (↓) – o ujemnym, natomiast symbol ↔ oznacza brak zależności. Liczba strzałek informuje o sile związku, przy czym maksymalna przewidywana ilość pięciu strzałek oznacza bardzo silne oddziaływanie, a jedna – słabe lub bardzo słabe.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Kagan 2013<sup>79</sup>.

Wśród obecnie stosowanych instrumentów wsparcia budżetowego rolnictwa polskiego niemal wszystkie negatywnie wpływają na bieżącą efektywność techniczną z wyjątkiem dopłat wspierających nabycie trwałych środków produk-

<sup>78</sup> F. Bergström, *Capital Subsidies and the Performance of Firms*, Kluwer Academic Publishers, „Small Business Economics”, Volume 14, Issue 3, 2000.

<sup>79</sup> A. Kagan, *Stan i perspektywy wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych w Polsce*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2013.

cji oraz instrumentów obniżających oprocentowanie kredytów preferencyjnych o charakterze stymulującym inwestycje w środki trwałe. Oba instrumenty pobudzają bowiem działania mające na celu poprawę wyposażenia w środki trwałe, a niekiedy skłaniają do powiększenia skali produkcji.

Pośrednie oddziaływanie niemal wszystkich dopłat i dotacji jest z reguły sprzyjające efektywności technicznej w dłuższej perspektywie czasu.

Występuje również zjawisko interakcji pomiędzy subwencjami budżetowymi a warunkami rynkowymi rozumianymi jako relacje cen uzyskiwanych za zbywane produkty przez przedsiębiorstwa rolne względem jednostkowych kosztów nabywanych środków produkcji. Przekazywane subwencje głównie w postaci dopłat bezpośrednich z jednej strony hamują bowiem wzrost cen surowców rolnych, z drugiej poprzez poprawę sytuacji finansowej gospodarstw rolnych stymulują wzrost ceny środków nabywanych do produkcji rolnej<sup>80</sup>.

Należy jednak zaznaczyć, że wpływ subsydiów jest uzależniony nie tylko od samego instrumentu wsparcia (kierunku i działań, na jakie są subwencje przeznaczone), ale i od warunków uzyskania pomocy publicznej i wielkości strumienia środków, jakie zasilają dany podmiot. Efekty oddziaływania są determinowane również przyjętym systemem zarządzania i podatnością na interwencję danego typu gospodarstwa rolnego oraz zdolnościami do absorpcji dopłat i kierunku wykorzystania środków budżetowych i innych uwarunkowań wewnętrznych oraz zewnętrznych<sup>81</sup>.

Na podstawie danych empirycznych udało się potwierdzić istnienie statystycznie istotnie dodatniej zależności pomiędzy relacjami cenowymi (wskaźnikiem nożyc cen) oraz produktywnością całkowitą uzyskaną jako wynik indeksu Malmquista i jej składową zmianą techniki produkcji (tabela 11). Wyższy wskaźnik nożyc cen wpływał również w sposób statystycznie istotny na zmienność indeksu Malmquista mierzonego odchyleniem standardowym. Potwierdzono również dodatnią zależność ze wskaźnikiem opłacalności działalności gospodarczej w tych samych obszarach produktywności. W przeciwnym kierunku, choć statystycznie nieistotnie, kształtowały się zależności wyników produktywności ze wskaźnikiem stopy subsydiowania (opis zmiennej załącznik nr 1). Należy jednak podkreślić, że badano relacje porównując wskaźniki produktywności z innymi zmiennymi z okresu  $t+1$ , a więc roku, z którego odnoszono relacje nakładów i stosowaną technologię. Tak więc badano zależność indeksu Malmquista z 2012/2011 ze wskaźnikami uzyskanymi w 2012 roku. Z uwagi na porównywa-

---

<sup>80</sup> P. Kułyk, A. Czyżewski, *Dobra publiczne w koncepcji wielofunkcyjnego rozwoju rolnictwa: ujęcie teoretyczne i praktyczne*, Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, „Problemy rolnictwa światowego”, t.11, z. 2, Warszawa 2011.

<sup>81</sup> W. Józwiak, A. Kagan, Z. Mirkowska, *Innowacje w polskich ...*, op. cit., 2012.

ne okresy, z których pochodziły cechy, w badaniu korelacji obserwowano jedynie bieżący wpływ zmiennych objaśnianych na produktywność. W przypadku opłacalności działalności gospodarczej zarejestrowano zatem nie jego oddziaływanie, ale jedynie zależność od poziomu efektywności technicznej i produktywności.

Tabela 11

Poziom zależności brutto wskaźników produktywności  
w okresie  $t+1^a$  od wybranych zmiennych niezależnych

Wybrane cechy	Zmienne objaśniające:		
	Relacje cenowe (wskaźnik nożyc cen)	Stopa subsydiowania	Opłacalność działal- ności gospodarczej
Produktywność całkowita (MI)	0,8994 **	-0,1613	0,9107 **
Zmiana technologiczna (TC)	0,1825	-0,2414	0,0182
Zmiana techniczna (TE)	0,7327 *	-0,0387	0,8553 **
Zmienność <sup>b</sup> współczynnika MI	0,7753 **	-0,3513	0,6807 *
Zmienność <sup>b</sup> współczynnika TC	0,1751	-0,0080	0,0214
Zmienność <sup>b</sup> współczynnika TE	-0,0775	-0,5347	0,0321

<sup>a</sup> wykorzystano zmienne objaśniające z okresu  $t+1$ , np. dla produktywności z okresu 2005/2006 zmienne objaśniające z 2006 roku; <sup>b</sup> odchylenie standardowe

Gdy poziom istotności  $p < 0,001$  oznaczono \*\*\*, gdy poziom istotności  $p$  mieścił się w przedziale  $0,001 \leq p < 0,05$  opisano \*\*, gdy poziom istotności  $p$  mieścił się w przedziale  $0,05 \leq p < 0,1$  taką sytuację pokazano jako \*, w innym przypadku pozostawiono puste pole.

Źródło: obliczenia własne.

Zastosowane opóźnienia zmiennych objaśniających do okresu  $t$  spowodowało odwrócenie kierunku ich oddziaływania (tabela 12). W tym przypadku porównywano indeksy produktywności do pozostałych zmiennych z roku  $t$ , a więc roku, do którego odnoszono relacje nakładów i stosowaną technologię. Korelacja produktywności całkowitej i jej składowych ze stopą subsydiowania miała znak dodatni, natomiast z opłacalnością działalności gospodarczej ujemny (z wyjątkiem składowej produktywności całkowitej – indeksu zmian technologicznych). Wszystkie zmienne były jednak skorelowane na poziomie statystycznie nieistotnym. Pewien wyjątek stanowiło odchylenie standardowe indeksu zmian technologicznych ze stopą subsydiowania. Ujemny znak tej zależności wskazuje, że wyższy poziom subsydiowania mógł wpływać ograniczająco na zmienność tego indeksu.

Tabela 12

Poziom zależności brutto wskaźników produktywności  
w okresie  $t^a$  od wybranych zmiennych niezależnych

Wybrane cechy	Zmienne objaśniające:		
	Relacje cenowe (wskaźnik nożyc cen)	Stopa subsdydiowania	Opłacalność działal- ności gospodarczej
Produktywność całkowita (MI)	0,0033	0,5573	-0,3198
Zmiana technologiczna (TC)	0,4432	0,3202	0,5727
Zmiana techniczna (TE)	-0,2174	0,3201	-0,5808
Zmienność <sup>b</sup> współczynnika MI	0,2248	0,3314	0,0614
Zmienność <sup>b</sup> współczynnika TC	0,4841	0,3730	0,5590
Zmienność <sup>b</sup> współczynnika TE	-0,1687	-0,8448 **	-0,1662

<sup>a</sup> wykorzystano zmienne objaśniające z okresu  $t$ , np. dla produktywności z okresu 2005/2006 zmienne objaśniające z 2005 roku.

Pozostałe oznaczenia i źródło jak w tabeli 11.

Zastosowanie kolejnego opóźnienia w czasie zmiennych niezależnych poprzez uwzględnienie wskaźników objaśniających z  $t-1$ , a więc z roku bezpośrednio poprzedzającego okres, dla którego ustalano indeks Malmquista, dało bardzo zbliżony poziom korelacji jak w okresie  $t$  (tabela 13).

Tabela 13

Poziom zależności brutto wskaźników produktywności  
w okresie  $t-1^a$  od wybranych zmiennych niezależnych

Wybrane cechy	Zmienne objaśniające:		
	Relacje cenowe (wskaźnik nożyc cen)	Stopa subsdydiowania	Opłacalność działal- ności gospodarczej
Produktywność całkowita (MI)	-0,5537	0,2332	-0,4540
Zmiana technologiczna (TC)	-0,5690	0,2009	-0,8374 ***
Zmiana techniczna (TE)	-0,2307	0,0907	-0,0006
Zmienność <sup>b</sup> współczynnika MI	-0,8679 **	0,0035	-0,8979 **
Zmienność <sup>b</sup> współczynnika TC	-0,8637 **	0,2512	-0,8637 **
Zmienność <sup>b</sup> współczynnika TE	0,1430	-0,7084 *	0,1413

<sup>a</sup> wykorzystano zmienne objaśniające z okresu  $t-1$ , np. dla produktywności z okresu 2005/2006 zmienne objaśniające z 2004 roku

Pozostałe oznaczenia i źródło jak w tabeli 11.

Relacje cenowe były ujemnie skorelowane ze indeksami produktywności, choć na poziomie statystycznie nieistotnym. Wraz z wzrostem wskaźnika opłacalności działalności gospodarczej należało również oczekiwać w następnych okres pogorszenia produktywności, w tym zwłaszcza jej składowej indeksu zmian technologicznych (korelacja statystycznie istotna). Wzrost obu wskaźników przyczyniał się do ograniczenia w kolejnych latach zmienności produktywności. Ujemna i statystycznie istotna zależność ze zmianami indeksu produktywności całkowitej była wywołana korelacją wskaźnika nożyc cen i opłacalności działalności gospodarczej z odchyleniem standardowym indeksu zmian technologicznych. Wzrost poziomu wsparcia budżetowego nie wpływał statystycznie istotnie na zmianę produktywności, ale dodatni znak świadczy o korzystnym oddziaływaniu na zmiany technologiczne i techniczne w kolejnych okresach. Stopa subsydiowania w sposób statystycznie istotny ograniczała natomiast zmienność indeksu zmian technicznych.

Badając zależności w czasie wpływu zmian wyników finansowych przedsiębiorstwa, poziomu ich subsydiowania oraz warunków rynkowych na produktywność zasobów, nie posłużono się metodą regresji wielorakiej z uwagi na ograniczoną liczbę obserwacji (w prowadzonym badaniu jedynie siedem). Uzyskane wyniki stanowią więc jedynie przybliżony obraz zależności.

Analizując z kolei czynniki wpływające na efektywność techniczną wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych, uwzględniono liczne wskaźniki i mierniki. Część z nich miała charakter zmiennych jakościowych, w tym kilka o charakterze binarnym. W związku z tym były one kodowane zero-jedynkowo. W przypadku takich zmiennych kierowano się zasadą, iż 1 oznacza, że dane zjawisko występowało, zero – jego brak. Badając wpływ zmiennych jakościowych o charakterze binarnym na efektywność techniczną, skorzystano z nieparametrycznego testu Manna-Whitneya. Potrzeba wykorzystania testu nieparametrycznego bazującego na rangowaniu zmiennych wynikała z braku normalności rozkładu uzyskanych wyników efektywności technicznej. Przeprowadzony test Shapiro-Wilka nie pozwolił bowiem przyjąć hipotezy zerowej zakładającej, że rozkład wyników efektywności technicznej czystej i operacyjnej jest zbliżony do teoretycznego rozkładu Gaussa (rozkładu normalnego)<sup>82</sup>.

Wśród wykorzystanych cech jakościowych jedynie udział w programie rolno-środowiskowym w 2010 roku sprawiał, że przedsiębiorstwa uzyskiwały statystycznie niższą efektywność techniczną niezależnie od wpływu skali produkcji – model CCR i BCC (tabela 14). Organizacja przedsiębiorstwa w formie spółki powodowała również niższą efektywność techniczną, ale jedynie przy założeniu stałych efektów skali produkcji.

---

<sup>82</sup>A. Luszniwicz, T. Słaby, *Statystyka. Teoria i zastosowania*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2003.

Tabela 14

Parametry testu badającego różnicowanie w 2010 roku efektywności technicznej przez cechy<sup>a</sup> jakościowe o charakterze binarnym

Zmienna grupująca	Model	Mediana w podgrupie (zjawisko nie występuje)	Mediana w podgrupie (zjawisko występuje)	Wartości testów <sup>b</sup>	Poziom istotności p
położenie na ONW	CCR	70,13	65,66	Z=1,5877	0,1123
	BCC	79,37	74,54	Z=1,2912	0,1966
udział w programie rolnośrodowiskowym	<b>CCR</b>	<b>72,29</b>	<b>64,78</b>	<b>Z=2,3116</b>	<b>0,0208</b>
	<b>BCC</b>	<b>78,62</b>	<b>73,59</b>	<b>Z=2,5074</b>	<b>0,0672</b>
forma prawna przedsiębiorstwa (spółka=1)	<b>CCR</b>	<b>73,49</b>	<b>66,80</b>	<b>Z=-1,8420</b>	<b>0,0655</b>
	BCC	79,97	75,17	Z=-1,5943	0,1109
wykształcenie zarządcy (wyższe=1)	CCR	67,37	69,52	Z=-1,0969	0,2727
	BCC	78,04	73,62	Z=1,2424	0,2141
wykształcenie zarządcy (rolnicze=1)	CCR <sup>1</sup>	69,19	67,64	Z=-0,4565	0,6480
	BCC	75,83	77,31	Z=0,7039	0,4814

<sup>a</sup> szczegółowy opis zmiennych znajduje się w załączniku nr 1; <sup>b</sup> Wartość Z – testu Manna-Whitneya  
Pogrubiono zmienne, które okazały się statystycznie istotne. Dodatkowo wystornowano na czerwono w przypadku poziomu istotności  $p < 0,05$ , na niebiesko, gdy poziom istotności mieścił się w przedziale:  $0,05 \leq p < 0,10$

Źródło: obliczenia własne.

W warunkach 2011 roku różnice w rozkładzie wskaźników efektywności technicznej były statystycznie istotne w przypadku położenia przedsiębiorstwa na terenie o mniej sprzyjających warunkach gospodarowania (ONW). Zarówno przy założeniu zmiennych, jak i stałych efektów skali produkcji efektywność techniczna przedsiębiorstw, których grunty nie były zlokalizowane na terenie ONW, była statystycznie istotnie wyższa (tabela 15). Pozostałe cechy jakościowe o charakterze binarnym w 2011 roku nie prowadziły do różnicowania w sposób statystycznie istotny wyników efektywności technicznej.

W warunkach 2012 roku przy założeniu stałych efektów skali produkcji (model CCR) przedsiębiorstwa rolne zorganizowane w formie spółki uzyskiwały niższą efektywność techniczną od tych funkcjonujących jako indywidualne gospodarstwa rolne (tabela 16). W 2012 roku również kierunek wykształcenie zarządcy, jako cecha jakościowa powodowała odmienny rozkład wyników efektywności technicznej przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji (model BCC). W przedsiębiorstwach, w których zarządcy mieli wykształcenie inne niż

rolnicze, ich przedsiębiorstwa odnotowały wyższą sprawność techniczną w stosunku do jednostek zarządzanych przez osoby z wykształceniem rolniczym.

Tabela 15

Parametry testu badającego zróżnicowanie w 2011 roku efektywności technicznej przez cechy jakościowe o charakterze binarnym

Zmienna grupująca	Model	Mediana w podgrupie (zjawisko nie występuje)	Mediana w podgrupie (zjawisko występuje)	wartości testów <sup>a</sup>	Poziom istotności p
położenie na ONW	<b>CCR</b>	<b>73,45</b>	<b>67,11</b>	<b>Z=2,839</b>	<b>0,0041</b>
	<b>BCC</b>	<b>81,56</b>	<b>72,90</b>	<b>Z=2,805</b>	<b>0,0050</b>
udział w programie rolnośrodowiskowym	CCR	69,58	68,94	Z=-0,665	0,5059
	BCC	74,36	77,61	Z=0,374	0,7082
forma prawna przedsiębiorstwa (spółka=1)	CCR	71,45	68,71	Z=-0,589	0,5556
	BCC	75,31	76,98	Z=0,419	0,6745
wykształcenie zarządcy (wyższe=1)	CCR	70,37	68,35	Z=0,704	0,4817
	BCC	75,02	79,82	Z=1,150	0,2500
wykształcenie zarządcy (rolnicze=1)	CCR	68,71	70,51	Z=0,266	0,7901
	BCC	76,13	78,86	Z=0,359	0,7196

Źródło i oznaczenia jak w tabeli 14.

Na podstawie wyników z lat 2010-2012 nie można wskazać jednej cechy jakościowej o charakterze binarnym, która niezależnie od czynnika czasu (warunków zewnętrznych) w sposób istotny różnicowałyby efektywność techniczną badanej zbiorowości. Jedynie w przypadku położenia przedsiębiorstwa na terenie ONW efektywność techniczna była w latach 2010-2012 zawsze niższa, choć różnice nie zawsze były statystycznie istotne.

W prowadzonym badaniu uwzględniono również wpływ zmiennych wielokryterialnych na efektywność techniczną wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych. Z uwagi na brak potwierdzenia normalności rozkładu wyników w celu weryfikowania, czy stwierdzone różnice są statystycznie istotne wykorzystano nieparametryczny test dla wielu prób niezależnych – test Kruskala-Wallisa. Podczas wykonywania tego testu weryfikowano założenie zakładające jednakowy rozkład dystrybuanty efektywności technicznej w różnych grupach niezależnych wyznaczonych na podstawie zmiennych wielokryterialnych (wielokodowych) – zmiennych mierzonych na skali nominalnej. Testowano wpływ ukieunkowania produkcyjnego (podział przedsiębiorstw na trzy grupy), położenia



przedsiębiorstwa w określonym makroregionie (podział na cztery grupy) oraz formę prawno-organizacyjną (podział przedsiębiorstw na pięć grup).

Tabela 16

Parametry testu badającego różnicowanie w 2012 roku efektywności technicznej przez cechy jakościowe o charakterze binarnym

Zmienna grupująca	Model	Mediana w podgrupie (zjawisko nie występuje)	Mediana w podgrupie (zjawisko występuje)	Wartości testów <sup>a</sup>	Poziom istotności p
położenie na ONW	CCR	75,41	68,73	Z=-1,392	0,1637
	BCC	83,28	76,03	Z=-1,178	0,2388
udział w programie rolnośrodowiskowym	CCR <sup>1</sup>	73,71	67,76	Z=-1,064	0,2874
	BCC	80,72	74,06	Z=-1,269	0,2044
forma prawna przedsiębiorstwa (spółka=1)	<b>CCR</b>	<b>78,11</b>	<b>67,89</b>	<b>Z=-2,283</b>	<b>0,0224</b>
	BCC	82,84	77,16	Z=-0,499	0,6177
wykształcenie zarządcy (wyższe=1)	CCR	74,62	69,85	Z=-0,643	0,5202
	BCC	78,15	78,72	Z=0,625	0,5317
wykształcenie zarządcy (rolnicze=1)	CCR <sup>1</sup>	68,71	70,51	Z=-0,266	0,7901
	<b>BCC</b>	<b>79,16</b>	<b>71,98</b>	<b>Z=1,741</b>	<b>0,0817</b>

Źródło i oznaczenia jak w tabeli 14.

W warunkach 2010 roku wielkotowarowe przedsiębiorstwa rolne ukierunkowane na produkcję zwierzęcą (grupa PKD 2) uzyskały statystycznie wyższą efektywność techniczną niż grupa obiektów łączących sprzedaż produkcji roślinnej i zwierzęcej (grupa PKD 3) (tabela 17). Wartość środkowa dla rozkładu efektywności technicznej w pierwszej grupie wyniosła 86,44% – model CCR oraz 94,57% dla modelu BCC. W grupie o mieszanym ukierunkowaniu produkcyjnym mediana wynosiła odpowiednio 64,24% oraz 72,52%. Rozkład wskaźników efektywności technicznej przedsiębiorstw roślinnych (PKD 1) nie odbiegał od pozostałych grup wydzielonych na podstawie struktury przychodów ze sprzedaży.

Kolejną cechą różnicującą efektywność techniczną badanej zbiorowości przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji było położenie przedsiębiorstwa rolnego w makroregionie polski (według FADN). Przedsiębiorstwa znajdujące się w województwach makroregionu „Wielkopolska i Śląsk” obejmującym województwa: kujawsko-pomorskie, wielkopolskie, dolnośląskie oraz opolskie, odznaczały się wyższym wskaźnikiem efektywności BCC względem makroregionu „Mazowsze i Podlasie”, w skład którego wchodzi województwa: podlaskie, mazowieckie, łódzkie i lubelskie. W pierwszym przypadku mediana efek-

tywności technicznej przy zmiennych efektach wyniosła 78,94%, a dla drugiego makroregionu – 68,78%.

Tabela 17

Wpływ zmienny jakościowych wielokryterialnych<sup>a</sup>  
na efektywność techniczną w 2010 roku

Zmienna grupująca	Model	Źródło zmienności międzygrupowej	Wartość testu H <sup>b</sup>	Poziom istotności p
rodzaj działalności wg PKD	<b>CCR</b>	<b>PKD 2 oraz PKD 3</b>	<b>H(2,N= 44)=8,260</b>	<b>0,0161</b>
	BCC	PKD 2 oraz PKD 3	H(2,N= 144)=5,429	0,0662
położenie w makroregionie	CCR	brak	H(3,N=144)=5,967	0,1132
	<b>BCC</b>	<b>Makroregion 1 i 3</b>	<b>H(3,N=144)=8,323</b>	<b>0,0398</b>
forma prawno-organizacyjna	CCR	brak	H(4,N= 144)=3,939	0,4142
	BCC	brak	H(4,N= 144)=3,772	0,4378

<sup>a</sup> szczegółowy opis zmiennych znajduje się w załączniku nr 1

<sup>b</sup> H – wartość testu ANOVA rang Kruskala-Wallisa

Pogrubiono, te zmienne, które okazały się statystycznie istotne. Dodatkowo wystornowano na czernono w przypadku poziomu istotności  $p < 0,05$ , na niebiesko  $0,05 \leq p < 0,10$

Źródło: obliczenia własne.

Zmienność wyników efektywności technicznej w poszczególnych grupach wydzielonych na podstawie cech wielokryterialnych w 2011 roku była na tyle niewielka, iż okazała się statystycznie nieistotna (tabela 18). Wyniki testu niezależności grup Kruskala-Wallisa nie dawały podstaw do sformułowania wniosku, iż i efektywność techniczna dla poszczególnych jej zbiorowości są reprezentatywne dla odmiennej populacji.

Tabela 18

Wpływ zmienny jakościowych wielokryterialnych na efektywność techniczną w 2011 r.

Zmienna grupująca	Model	Źródło zmienności międzygrupowej	Wartość testu H	Poziom istotności p
Rodzaj działalności wg PKD	CCR	brak	H(2,N=171)=2,149	0,3413
	BCC	brak	H(2,N=171)=0,743	0,6898
Położenie w makroregionie	CCR	brak	H(3,N=171)=2,218	0,5285
	BCC	brak	H(3,N=171)=5,961	0,1691
Forma prawno-organizacyjna	CCR	brak	H(4,N=171)=5,396	0,2490
	BCC	brak	H(4,N=171)=3,895	0,4203

Źródło i oznaczenia jak w tabeli 17.

Wykonana analiza statystyczna dystrybuanty rozkładu wyników efektywności technicznej uzyskanych w warunkach 2012 roku w zależności od cech jakościowych wielokryterialnych wskazuje na odmienny wpływ ukierunkowania produkcji (PKD) oraz formy prawno-organizacyjnej (tabela 19). Wpływ ten był statystycznie istotny jedynie przy założeniu stałych efektów skali produkcji.

Tabela 19

Wpływ zmienny jakościowych wielokryterialnych  
na efektywność techniczną w 2012 r.

Zmienna grupująca	Model	Źródło zmienności między-grupowej	Wartość testu H	Poziom istotności p
Rodzaj działalności wg PKD	<b>CCR</b>	<b>PKD 1 i PKD 3</b>	<b>H(2,N=176)=7,579</b>	<b>0,02260</b>
	BCC	brak	H(2,N=176)=3,3457	0,1877
Położenie w makroregionie	CCR	brak	H(3,N=176)=3,218	0,2215
	BCC	brak	H(3,N=1173)=5,128	0,1198
Forma prawno-organizacyjna	<b>CCR</b>	<b>Fizyczne-zakupione i jednoosobowe spółki SP</b>	<b>H(4,N=176)=12,629</b>	<b>0,0132</b>
	BCC	brak	H(4,N=176)=2,592	0,6282

Źródło i oznaczenia jak w tabeli 17.

Wyniki testu Kruskala-Wallisa pozwalają stwierdzić, że przedsiębiorstwa ukierunkowane na produkcję roślinną uzyskiwały wyższą efektywność techniczną (mediana 75,74%) w stosunku do przedsiębiorstw łączących produkcję roślinną i zwierzęcą (mediana 65,50). Z kolei przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym osiągały statystycznie istotnie wyższą sprawność techniczną względem jednoosobowych spółek Skarbu Państwa. Środkowa wartość rozkładu wyników efektywności technicznej (model CCR) pierwszej grupy wyniosła 86,46%, natomiast jednoosobowych spółek Skarbu Państwa – 65,79%.

Najniższy poziom sprawności technicznej – wprawdzie jedynie przy założeniu stałych efektów skali produkcji – w podmiotach w znacznym stopniu zaangażowanych w tworzenie postępu biologicznego produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz jego upowszechnianie w rolnictwie polskim nasuwa pytanie, czy ten obszar funkcjonowania jednoosobowych spółek Skarbu Państwa nie jest przyczyną niższych wyników produkcyjnych? Została wykonana dodatkowa analiza dla tej grupy przedsiębiorstw w warunkach 2012 roku, aby określić wpływ prowadzenia prac hodowlanych i upowszechniania postępu biologicznego na efektywność techniczną. Wykorzystane do tego celu wybrane cechy wielokryterialne – jakościowe jako zmienne grupujące, charakterystyczne dla jednoosobowych spółek Skarbu Państwa.

Rozkład wyników efektywności technicznej w zależności od ukierunkowania produkcyjnego wskazuje, że PKD wyznaczone na podstawie struktury

przychodów ze sprzedaży nie stanowiło cechy różnicującej wyników badanych spółek (tabela 20).

Tabela 20

Wpływ zmienny jakościowych wielokryterialnych na efektywność techniczną w 2012 r. w grupie jednoosobowych spółek Skarbu Państwa

Zmienna grupująca	Model	Źródło zmienności międzygrupowej	Wartość testu H	Poziom istotności p
Rodzaj działalności wg PKD	CCR	brak	H(3,N=44)=4,467	0,1150
	BCC	brak	H(3,N=44)=3,722	0,1555
Wiodący kierunek hodowlany i upow.	<b>CCR</b>	<b>1 roślinne, 2 bydło, 3 mieszane zwierzęce, a 4 konie</b>	<b>H(3,N=44)=10,506</b>	<b>0,0147</b>
	<b>BCC</b>	<b>1 roślinne, 2 bydło, 3 mieszane zwierzęce, a 4 konie</b>	<b>H(3,N=44)=12,83</b>	<b>0,0050</b>
Postrzeganie prac hodowlanych i upowszechniania postępu biologicznego	<b>CCR</b>	<b>grupa 2, a grupa 3 oraz 1</b>	<b>H(2,N=42)=7,629</b>	<b>0,0220</b>
	<b>BCC</b>	<b>grupa 2, a grupa 3 oraz 1</b>	<b>H(2,N=42)=8,387</b>	<b>0,0151</b>
Rentowność prac hodowlanych i upowszechniania postępu biologicznego	CCR	brak	H(2,N=41)=3,557	0,1690
	BCC	brak	H(2,N=41)=3,277	0,1943

Źródło i oznaczenia jak w tabeli 17.

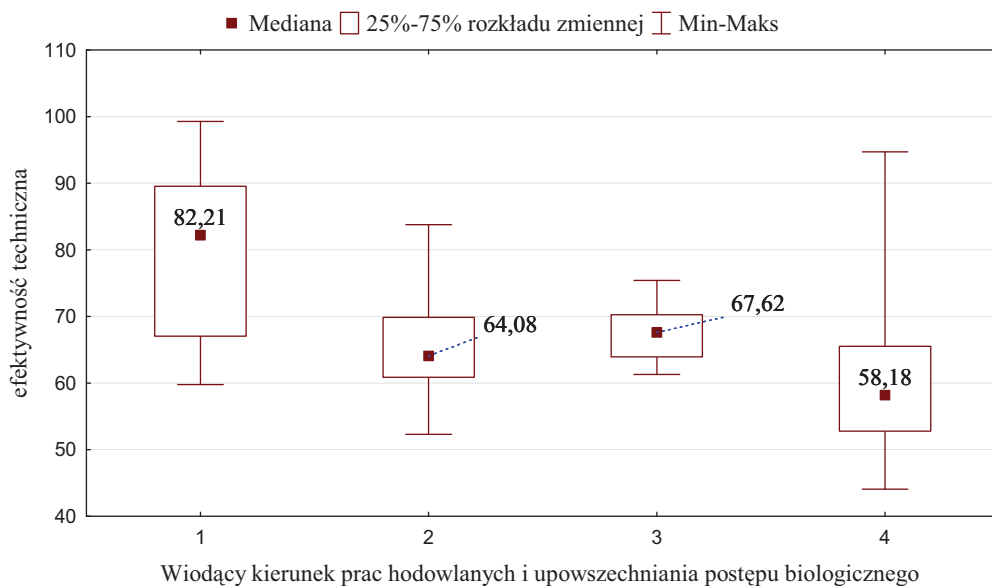
Cechą, która w sposób statystycznie istotny różnicowała zbiorowość jednoosobowych spółek Skarbu Państwa, był wiodący kierunek hodowlany i upowszechniania postępu biologicznego. Niezależnie od efektów skali produkcji efektywność techniczna w tzw. spółkach końskich (hodowla koni i stada ogierów) była statystycznie istotnie niższa niż w pozostałych podgrupach. Spółki końskie odznaczały się najniższą medianą dla wyników modelu CCR i BCC, jak również największą rozpiętością pomiędzy wartością maksymalną i minimalną (wykresy 17 i 18). Jednoosobowymi spółkami Skarbu Państwa o najwyższej efektywności technicznej niezależnie od efektów skali produkcji, były jednostki zajmujące się hodowlą roślinną (wykres 17 i 18).

Nie można jednak twierdzić, iż sam fakt podejmowania działań związanych z pracami hodowlanymi i upowszechnianiem postępu biologicznego powoduje niższą sprawność techniczną jednostek. W jednostkach, w których prace hodowlane i upowszechniania postępu biologicznego były głównym lub jedynym obszarem aktywności spółek (28 przypadków), test Manna-Whitneya nie potwierdził odmiennego rozkładu efektywności technicznej względem jednostek, w których przeważała typowa działalność produkcyjna (13 przypadków). Nie stwierdzono

również zależności pomiędzy rentownością prac hodowlanych i związanych z upowszechnianiem postępu biologicznego a efektywnością techniczną.

Wykres 17

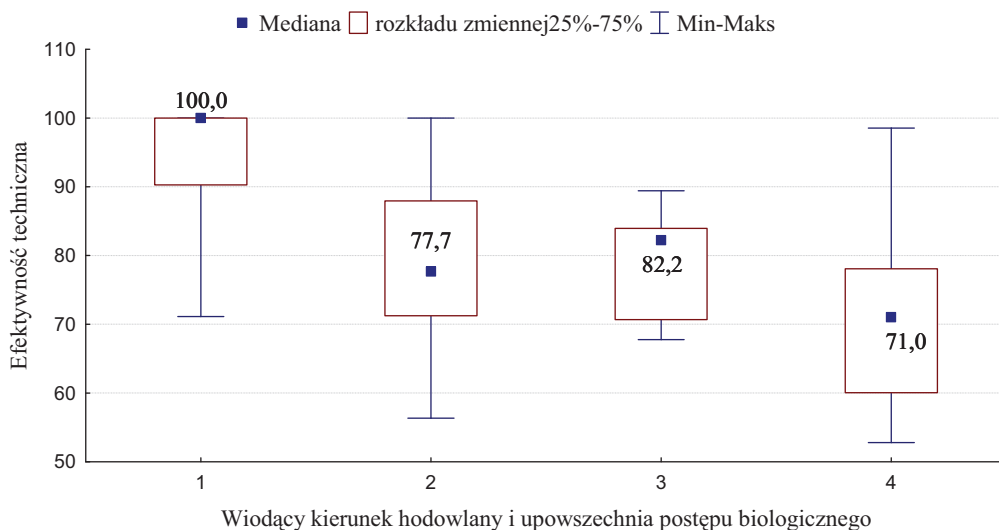
Wyniki efektywności technicznej model CCR w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa w zależności od wiodącego kierunku prac hodowlanych



Źródło: obliczenia własne.

Wykres 18

Wyniki efektywności technicznej model BCC w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa w zależności od wiodącego kierunku prac hodowlanych

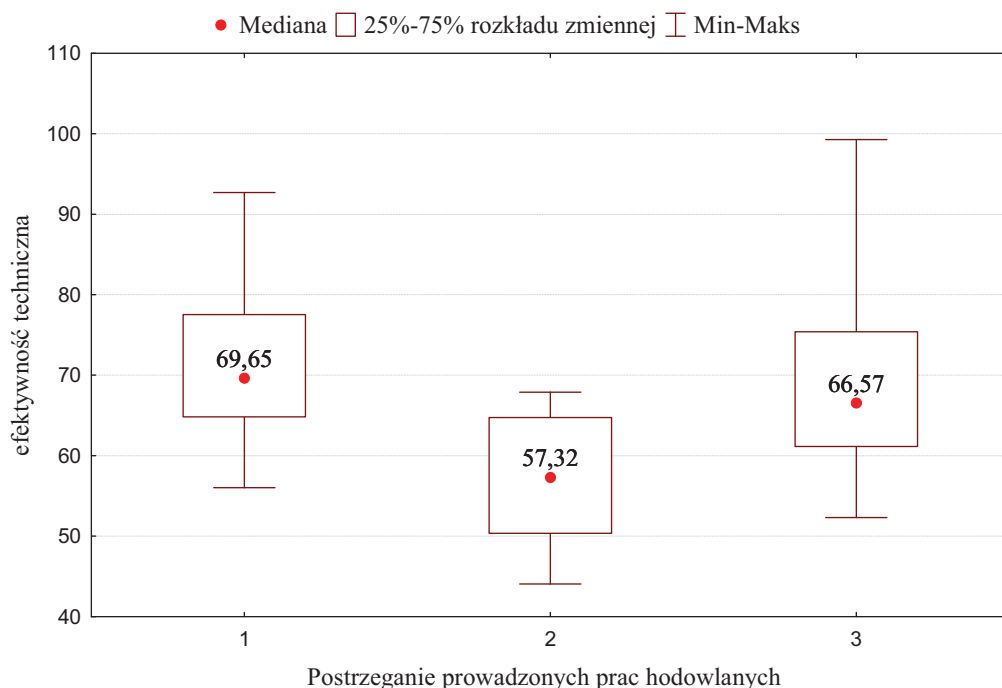


Źródło: obliczenia własne.

Różnice rozkładu efektywności technicznej obserwowano natomiast przy uwzględnieniu postrzegania tej formy działalności na dalsze funkcjonowanie spółki. Niższą efektywnością techniczną zarówno przy zmiennych jak i stałych efektach skali produkcji odznaczały się jednoosobowe spółki, dla których w ocenie zarządu prowadzenie prac hodowlanych nie stanowiło ani szansy, ani zagrożenia dla dalszego funkcjonowania przedsiębiorstwa – kod podgrupy 2 (wykres 19, 20).

Wykres 19

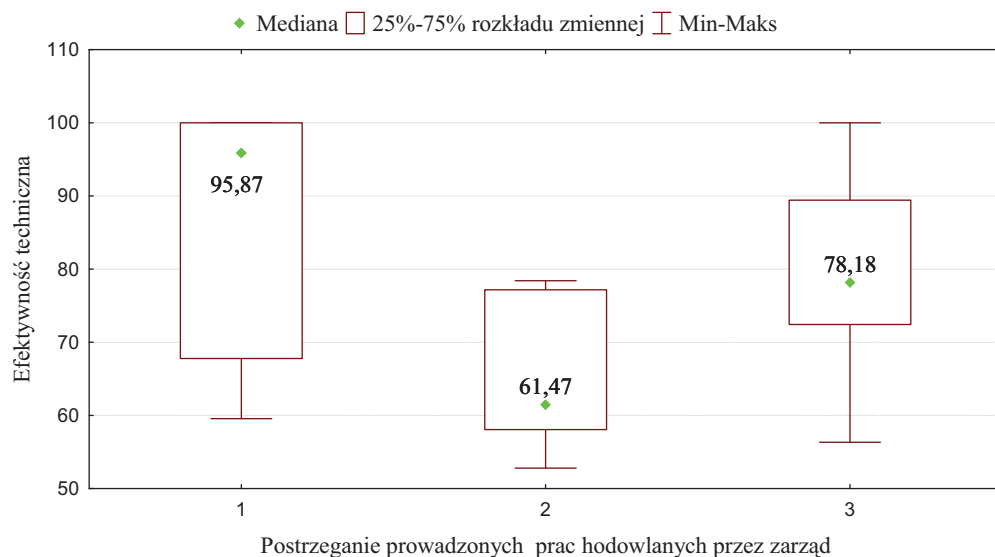
Wyniki efektywności technicznej model CCR w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa w zależności od postrzegania prac hodowlanych przez zarząd



Źródło: obliczenia własne.

Jednoosobowe spółki Skarbu Państwa postrzegające dalsze prowadzenie prac hodowlanych i tych związanych z upowszechnianiem postępu biologicznego jako szansę dla ich przedsiębiorstwa (kod 1) lub zagrożenie (kod 3) wykazywały wyższą sprawność techniczną. Przyczyn niższej efektywności technicznej podgrupy spółek „końskich” należy więc upatrywać jedynie w uwarunkowaniach sektorowych i problemach dotyczących całej branży, w tym prywatnych podmiotów zajmujących się chowem i hodowlą koni. Wyniki tej podgrupy zaniżają jednak efektywność na poziomie technicznym całej zbiorowości jednoosobowych spółek Skarbu Państwa.

Wyniki efektywności technicznej model BCC w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa w zależności od postrzegania prac hodowlanych przez zarząd



Źródło: obliczenia własne.

W przeprowadzonym badaniu uwzględniono również cechy o charakterze ilościowym mogące w sposób istotny wpływać na efektywność techniczną całej badanej zbiorowości. Nie wszystkie cechy wykazywały jednak statystycznie istotny poziom korelacji ze wskaźnikami efektywności technicznej przy stałych efektach skali produkcji (tabela 21).

W analizowanych latach 2010-2012 zmienną ujemnie i najsilniej skorelowaną z efektywnością techniczną były stopa subsydiowana oraz stopa subsydiowania II. Dodatnią korelację wykazywała natomiast obsada sztuk zwierząt (wyrażona w sztukach dużych) na 1 ha powierzchni użytków rolnych. Zmienna ta w sposób statystycznie istotny wpływała na efektywność techniczną w całym badanym okresie. Dodatni wpływ tej cechy na efektywność wynikał głównie z wyższej sprawności technicznej chowu i hodowli trzody chlewnej i drobiu. Obsada zwierząt żywionych paszami objętościowymi na powierzchnię użytków rolnych, w tym krów ujemnie wpływała na efektywność uzyskaną w modelu CCR. Poziom korelacji w latach 2010-2012 wskazywał również na dodatnią współzależność między efektywnością techniczną a udziałem produktów rolnych w strukturze przychodów ze sprzedaży, wskaźnikiem bonitacji gleb oraz wykorzystaniem kapitału pracującego.

Tabela 21

Wpływ wybranych cech ilościowych<sup>a</sup> na efektywność techniczną  
(model CCR) w latach 2010-2012 – zależności cząstkowe

Wybrane cechy	Lata		
	2010	2011	2012
<b>Powierzchnia gospodarstwa</b>	0,1460 *	-0,1629 **	0,1700 **
<b>Zatrudnienie na stanowiskach robotniczych</b>	0,0193	-0,1280 *	-0,0537
<b>Stopy:</b>			
inwestowania II	-0,1054	0,0054	0,0054
subsydiowania	-0,4799 ***	-0,4687 ***	-0,4720 ***
subsydiowania II	-0,4961 ***		-0,4624 ***
<b>Wskaźnik wykorzystania kapitału pracującego</b>	0,1754 **	0,1600 **	0,1763 **
<b>Wskaźnik zadłużenia długoterminowego:</b>	-0,0767	0,0144	-0,0364
<b>Współczynnik płynności bieżącej</b>	0,1687 *	0,1687 *	0,0832
<b>Wskaźnik bonitacji gleby</b>	0,1591 *	0,2225 **	0,3151 ***
<b>Udział (%):</b>			
ziemi własnej w strukturze gruntów rolnych	0,2517	0,0306	0,2160 **
gruntów ornych w strukturze UR	-0,0470	0,1205	0,1364 *
produktów rolnych w przychodach ze sprzedaży	0,2037 ***	0,1562 **	0,1669 **
<b>Udział w strukturze zasiewów (%):</b>			
zbóż	0,0421	0,0861	0,0309
rzepaku	-0,0843	0,0153	0,0485
buraków cukrowych	0,0927	0,1991 **	0,2175 **
<b>Nawożenie mineralne NPK</b>	0,0131	0,1508 **	0,1664 **
<b>Wskaźniki organizacji produkcji:</b>			
towarowości struktury zasiewów	0,0966	0,0998	0,1272 *
intensywności produkcji zwierzęcej	0,0714	0,0241	-0,0681
intensywności produkcji roślinnej	0,2802 ***	0,0841	-0,0392
intensywność produkcji rolniczej łącznie	0,2204 ***	-0,0582	-0,0292
<b>Obsada zwierząt (SD/ha):</b>			
łącznie	0,2600 ***	0,2343 **	0,1704 **
zwierząt a żywione paszami objętościowymi	-0,0106	0,0783	-0,1670 **
krów	-0,1836 **	-0,1602 **	-0,0173
<b>Wiek zarządcy gospodarstwa</b>	0,1460 *	-0,1629 **	0,1700 **

Gdy poziom istotności  $p < 0,001$  oznaczono \*\*\*, gdy poziom istotności  $p$  mieścił się w przedziale  $0,001 \leq p < 0,05$  opisano \*\*, gdy poziom istotności  $p$  mieścił się w przedziale  $0,05 \leq p < 0,1$  pokazano jako \*, w innym przypadku pozostawiono puste pole.

<sup>a</sup> szczegółowy opis prezentowanych zmiennych zawiera załącznik nr 1.

Źródło: obliczenia własne.



Nie stwierdzono znaczących różnic pomiędzy siłą i kierunkiem wpływu wybranych cech objaśniających na efektywność techniczną obliczoną przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji (tabela 22).

Tabela 22

Wpływ wybranych cech ilościowych na efektywność techniczną (model BCC) w latach 2010-2012 – zależności cząstkowe

Wybrane cechy	Lata		
	2010	2011	2012
<b>Powierzchnia gospodarstwa</b>	0,1460 *	-0,1729 *	0,1700 **
<b>Zatrudnienie na stanowiskach robotniczych</b>	0,0193	-0,1280 *	-0,0537
<b>Stopy:</b>			
inwestowania II	-0,1054	0,0054	0,0054
subsydiowania	-0,4799 ***	-0,4687 ***	-0,4720 ***
subsydiowania II	-0,4961 ***		-0,4624 ***
<b>Wskaźnik wykorzystania kapitału pracującego</b>	0,1754 **	0,1600 **	0,1763 **
<b>Wskaźnik zadłużenia długoterminowego:</b>	-0,0767	0,0144	-0,0364
<b>Współczynnik płynności bieżącej</b>	0,1687 *	0,1687 *	0,0832
<b>Wskaźnik bonitacji gleby</b>	0,1591 *	0,2225 **	0,3151 ***
<b>Udział (%):</b>			
ziemi własnej w strukturze gruntów rolnych	0,2517	0,0306	0,2160 **
gruntów ornych w strukturze UR	-0,0470	0,1205	0,1364 *
produktów rolnych w przychodach ze sprzedaży	0,2037 ***	0,1562 ***	0,1269 *
<b>Udział w strukturze zasiewów (%):</b>			
zbóż	0,0421	0,0861	0,0309
rzepaku	-0,0843	0,0153	0,0485
buraków cukrowych	0,0927	0,1991 **	0,2175 **
<b>Nawożenie mineralne NPK</b>	0,0131	0,1508 **	0,1664 **
<b>Wskaźniki organizacji produkcji:</b>			
towarowości struktury zasiewów	0,0966	0,0998	0,1272 *
intensywności produkcji zwierzęcej	0,0714	0,0241	-0,0681
intensywność produkcji roślinnej	0,2802 ***	0,0841	-0,0392
intensywność produkcji rolniczej łącznie	0,2204 ***	-0,0582	-0,0292
<b>Obsada zwierząt łącznie (SD/ha):</b>			
łącznie	0,2600 ***	0,2343 **	0,1704 **
zwierząt a żywione paszami objętościowymi	-0,0106	0,0783	-0,1270 *
krów	0,0115	0,0898	-0,1228
<b>Wiek zarządcy gospodarstwa</b>	-0,1836 **	-0,1502 *	-0,0173

Źródło i oznaczenia jak w tabeli 22.

Pozostałe zmienne objaśniające ulegały zmianie w czasie, niemniej jednak wiek zarządcy przedsiębiorstwa w latach 2010-2011 negatywnie wpływał na efektywność techniczną. Wynika to z faktu wzrostu awersji do ryzyka wraz ze starzeniem się zarządcy-właściciela przedsiębiorstwa, w tym zmniejszenia się jego skłonności do wprowadzenia nowych technologii i technik produkcji.

Nieco nietypowe okazały się warunki, jakie panowały w 2012 roku. W okresie tym zarówno wraz ze zwiększeniem obsady sztuk zwierząt na 1 ha, jak również wyższym wskaźnikiem bonitacji gleby należało oczekiwać wyższej efektywności technicznej. Z kolei łączenie produkcji roślinnej i zwierzęcej (PKD 3) oznaczało niższą efektywność techniczną (model CCR) o 5,31 p.p.

Tabela 23

Wyniki regresji wielorakiej dla zmiennej objaśnianej efektywność techniczna (model CCR) dla danych przekrojowych z lat 2010-2012

Wybrane cechy	Lata		
	2010	2011	2012
Stała	97,1368 ***	103,6369 ***	62,4715 ***
Stopa subsydiowania	-0,6995 ***	-0,9762 ***	-0,7418 ***
Wskaźnik wykorzystania kapitału pracującego	8,2702 ***	10,4573 ***	0,0479 ***
Wskaźnik bonitacji gleby			21,9262 **
Intensywność produkcji roślinnej	0,0200 ***		
Łącznie obsada zwierząt łącznie (SD/ha):			2,1725 **
PKD 3 (mieszana produkcja)			-5,3067 **
Wiek zarządcy gospodarstwa	-0,2777 **	-0,2735 **	
<b>Współczynnik determinacji R<sup>2</sup></b>	38,27	34,01	39,36
<b>Wynik testu Shapiro-Wilka dla reszt</b>	0,9829; p=0,069	0,9741; p=0,003	0,9701; p=0,001
<b>Współczynnik zmienności losowej (W)</b>	17,17	18,06	16,77

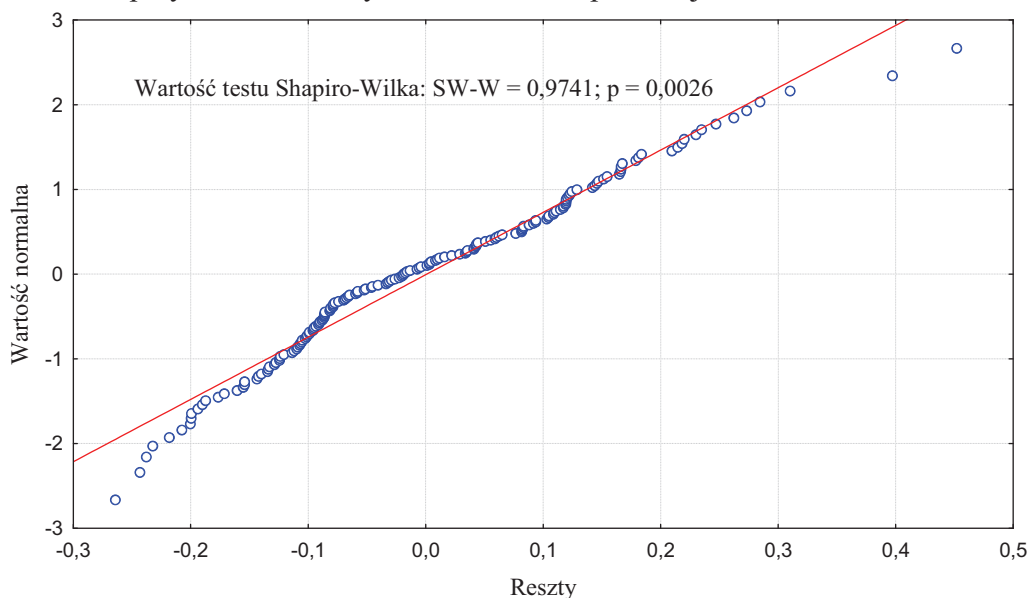
Źródło i oznaczenia jak w tabeli 22.

Zbudowane modele wyjaśniały jednak poniżej 40% zmienności wariancji efektywności technicznej przy założeniu stałych efektów skali produkcji (współczynnik determinacji R<sup>2</sup> poniżej 40%). Jednak z punktu widzenia prognostycznego i potencjalnie popełnianego błędu współczynnik zmienności losowej przyjmował akceptowalny poziom. Jedynie w 2011 skala błędu standardowego, w stosunku do średniej wartości efektywności wynosiła 18,06%, a to oznacza relatywnie bezpieczny zakres niedopasowania zmiennych teoretycznych do rzeczywistych.

Obliczono również reszty będące różnicą pomiędzy wartością teoretyczną uzyskaną przez podstawienie do modelu wielkości zmiennych statystycznie istotnych objaśniających oraz odpowiadającą im wartością zmiennych obserwowanych (empirycznych). Następnie wykonano ocenę graficzną rozkładu reszt<sup>83</sup> i dodatkowo przeprowadzono test Shapiro-Wilka w celu zweryfikowania hipotezy o normalności rozkładu czynnika losowego<sup>84</sup>. Z wyjątkiem rozkładu reszt modelu dla danych z 2010 roku nie udało się jednak potwierdzić hipotezy zakładającej, że ich rozkład jest zbliżony do rozkładu normalnego. Graficzna ocena rozkładu reszt surowych potwierdza, iż uzyskane współczynniki korelacji mogą być obciążone, choć nie stwierdzono występowania przypadków danych znacznie odstających (wykres 21). Dlatego przyjęto założenie, że uzyskane estymatory zmiennych objaśniających są obciążone, a więc pomimo iż statystycznie istotne, nieefektywne do celów prognostycznych dla całej populacji<sup>85</sup>. Wskazują jednak na kierunek wpływu zmiennych niezależnych na efektywność techniczną.

Wykres 21

Rozkład reszt regresji wielorakiej dla modelu efektywność technicznej przy założeniu stałych efektów skali produkcji w 2011 roku



Źródło: obliczenia własne.

<sup>83</sup> W. Johnson, S. Geisser, *Estimative influence measures for the multivariate general linear model*, „Journal of Statistical Planning and Inference”, Volume 11, Issue 1/1985.

<sup>84</sup> R. Czyżyki, R. Klóska, *Ekonometria i prognozowanie zjawisk ekonomicznych w przykładach i zadaniach*, ECONOMIKUS, Szczecin 2011.

<sup>85</sup> T. Kuszewski, *Weryfikacja jednorównaniowego liniowego modelu ekonometrycznego*, [w:] Gruszczyński M., Podgórska M., *Ekonometria*, SGH, Warszawa 2004.

Zbudowane modele dla efektywności technicznej przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji (model BCC) wskazują na zależność zmiennej objaśnianej od nieco innych czynników (tabela 24).

Tabela 24

Wyniki regresji wielorakiej dla zmiennej objaśnianej efektywność techniczna (model BCC) dla danych przekrojowych z lat 2010-2012

Wybrane cechy	Lata		
	2010	2011	2012
Stała	106,79 ***	105,35 ***	33,06 ***
Powierzchnia gospodarstwa		-0,023 **	6,7580 ***
Stopa subsydiowania	-0,987 ***	-1,052 ***	-0,6093 ***
Wskaźnik wykorzystania kapitału pracującego		9,0196 ***	
Udział produktów rolnych w przychodach	0,1601 ***		0,5948 ***
Kierunek wykształcenia (nierolnicze)			5,0060 ***
Obsada zwierząt żywionych paszami objętościowymi (SD/ha)			-1,61961 **
PKD 2 (przewaga produkcji zwierzęcej)			6,8888 **
Wiek zarządcy gospodarstwa	-0,2526 **	-0,3213 **	
<b>Współczynnik determinacji R<sup>2</sup></b>	52,51	38,68	57,07
<b>Wynik testu Shapiro-Wilka dla reszt</b>	0,9788; p=0,024	0,9831; p=0,034	0,9646; p=0,002
<b>Współczynnik zmienności losowej (W)</b>	17,72	18,73	15,49

*Źródło i oznaczenia jak w tabeli 22.*

Stopa subsydiowania pozostała zmienną we wszystkich trzech latach negatywnie oddziałującą na efektywność techniczną. Inna cecha „powierzchnia gospodarstwa” okazała się zmienną, której oddziaływanie uzależnione było od warunków w danym roku. W modelu regresji wielorakiej statystycznie istotny okazał się również udział produktów rolnych w przychodach ze sprzedaży. Im większe więc było znaczenie działalności rolniczej w danym przedsiębiorstwie, tym bardziej prawdopodobnie należało oczekiwać wyższej efektywności technicznej w warunkach 2010 i 2012 roku. W modelu zbudowanym dla danych z 2012 roku dodatkowo w przedsiębiorstwach prowadzących działalność ukierunkowaną na produkcję zwierzęcą, również należało oczekiwać wyższej efektywności, o 6,89 p.p., a w przypadku wykształcenia kierunkowego rolniczego dodatkowo o 5,01 p.p. Wraz z wzrostem liczby sztuk zwierząt żywionych pa-

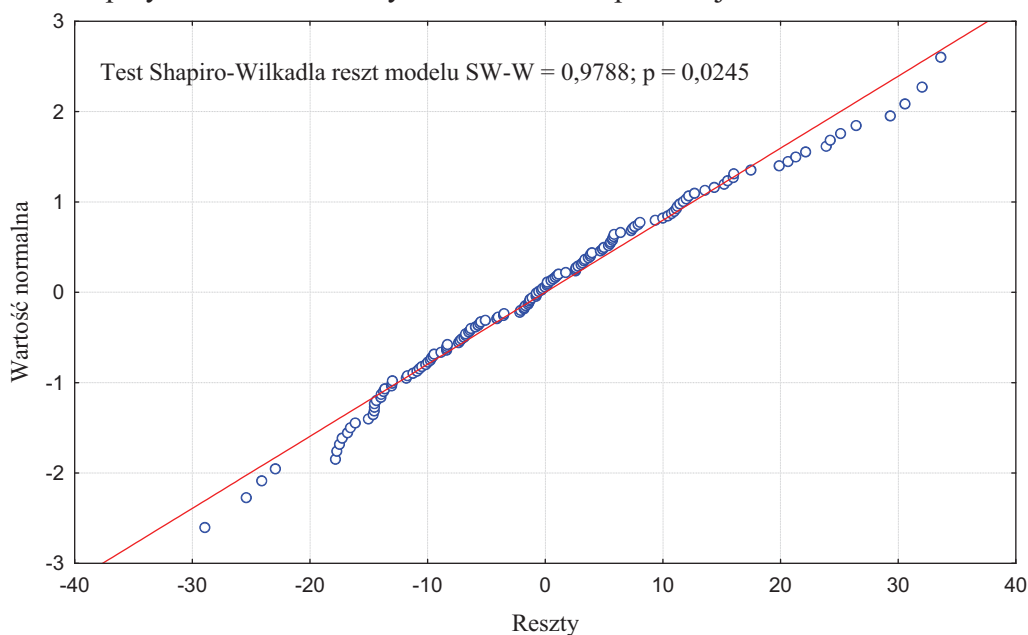
szami objętościowymi należało oczekiwać spadku wskaźnika efektywności BCC (wzrost o 1 SD na 1 ha powodował spadek efektywności o 1,62 p.p.).

Oceniając jakość zbudowanych modeli dla danych z lat 2010 i 2012, należy podkreślić, że wyjaśniały one ponad połowę zmienności wariancji dla efektywności technicznej przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji (współczynnik determinacji  $R^2$  powyżej 50%). Skala błędu mierzona współczynnikiem zmienności losowej (W) również była na poziomie akceptowalnym.

Wykonana analiza reszt wypadła teraz korzystniej niż dla wyników modelu CCR. Wprawdzie w żadnym z analizowanych lat przeprowadzony test Shapiro-Wilka nie pozwolił pozytywnie zweryfikować hipotezy zerowej zakładającej normalność rozkładu czynnika losowego. Graficzna ocena porównania reszt surowych do rozkładu Gaussa pozwalała jednak lepiej oceniać jakość modelu (wykres 22).

Wykres 22

Rozkład reszt regresji wielorakiej dla modelu efektywność technicznej przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji w 2011 roku



Źródło: obliczenia własne.

W prowadzonym badaniu forma prawno-organizacyjna wielkotowarowych przedsiębiorstw powodowała statystycznie istotne zróżnicowanie efektywności technicznej jedynie w 2012 roku i przy założeniu stałych efektów skali produkcji. Jednak poszczególne cechy w danych grupach mogły odmiennie wpływać na sprawność techniczną jednostki, a więc inne cechy lub przy innych wartościach wyjaśniać mogły przebieg tego zjawiska. W zależności od formy

władania majątkiem i organizacji prawnej przedsiębiorstwa (obu tych cech łącznie) można było więc oczekiwać odmiennych wyników regresji wielorakiej, a zarazem poprawy lub pogorszenia wyjaśniania zmienności technicznego wykorzystania zasobów produkcyjnych. Przeprowadzone modelowanie dla efektywności technicznej przy zmiennych efektach skali produkcji (model BCC) w warunkach 2012 roku potwierdzają poczynione hipotezy i założenia (tabela 25).

Tabela 25

Wyniki regresji wielorakiej dla efektywności technicznej (model BCC) na bazie danych przekrojowych przedsiębiorstw osób fizycznych w 2012 roku

Wybrane cechy	Przedsiębiorstwa osób fizycznych	
	z majątkiem zakupionym	z majątkiem dzierżawionym
Stała	69,00641 ***	115,1665 ***
Powierzchnia gospodarstwa	2,32571 ***	
Stopa subsydiowania	-1,22931 ***	
Wskaźnik zadłuż. długoterminowego	0,33403 ***	
Udział gruntów ornych	0,03734 **	
Intensywność produkcji rolniczej	0,01767 **	0,0326 ***
Udział w p. rolnośrodowiskowym		-33,2711 **
Wiek zarządcy gospodarstwa		-0,6631 **
<b>Współczynnik determinacji R<sup>2</sup></b>	64,49	50,18
<b>Współ. zmienności losowej (W)</b>	13,07	17,48
<b>Test Shapiro-Wilka dla reszt</b>	SW-W=0,9708; p=0,4466	SW-W=0,9605; p=0,5001

Źródło i oznaczenia jak w tabeli 22.

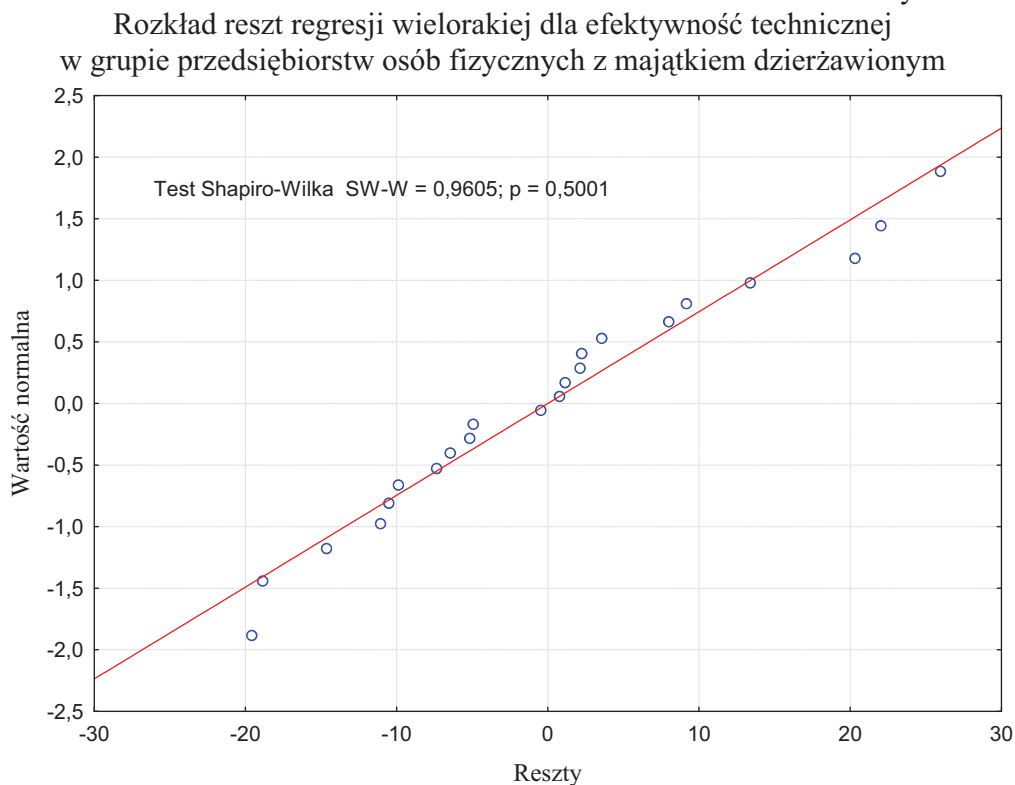
W grupie przedsiębiorstw osób fizycznych z majątkiem zakupionym nastąpiła poprawa jakości uzyskanego modelu. Względem analizy przeprowadzonej dla całej próby nastąpił znaczący wzrost współczynnika determinacji (o ponad 7 p.p.) oraz zmalał współczynnik zmienności losowej. Pozytywnie zweryfikowano również rozkład reszt surowych, w tym za pomocą testu Shapiro-Wilka hipotezę o zbliżonym do normalnego rozkładzie czynnika losowego.

W odróżnieniu od modelu dla całej zbiorowości zmiennymi objaśniającymi, wraz z których wzrostem należało oczekiwać poprawy wykorzystania potencjału produkcyjnego, były: wskaźnik zadłużenia długoterminowego, udział gruntów ornych w strukturze użytkowania gruntów rolnych oraz intensywność produkcji rolniczej.

W przypadku przedsiębiorstw osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym obserwowano pogorszenie odwzorowania zmiennej zależnej przez zmienne objaśniające w stosunku do równania regresji wielorakiej ustalonej dla całej

próby wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych. Pomimo niższego współczynnika determinacji i wyższego poziomu popełnianego błędu estymacji uzyskano jednak korzystniejszy rozkład reszt (wykres 23).

Wykres 23



Źródło: obliczenia własne.

W grupie tych gospodarstw efektywność techniczna w warunkach 2012 roku była uzależniona od odmiennych cech. Realizacja działań programu rolno-środowiskowego powodowała średni spadek efektywności o 33,27 p.p. Również wzrost wieku zarządcy wpływał na pogorszenie sprawności wykorzystania zasobów produkcyjnych. Jediną zmienną niezależną, której zmiana wywoływało poprawę efektywności technicznej, była intensywność produkcji rolnej.

W grupach spółek poprawa jakości modelu względem regresji wielorakiej dla całej zbiorowości nastąpiła jedynie w przypadku spółek prywatnych z majątkiem zakupionym (tabela 26). Znaczny wzrost stopnia wyjaśniania zmienności wariancji badanego zjawiska obserwowano w grupie prywatnych spółek z majątkiem dzierżawionym, ale jeszcze większy w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa (współczynnik determinacji 75,75%). W tej ostatniej grupie nastąpił również znaczny spadek poziom średniego błędu ( $W=9,54$ ). Równania regresji spełniały we

wszystkich trzech grupach warunków normalności rozkładu składnika losowego (reszt). Zmienną niezależną wyjaśniającą efektywność techniczną we wszystkich trzech grupach była stopa subsydiowania. Wzrost udziału gruntów ornych powodował poprawę wykorzystania zasobów produkcyjnych w spółkach prywatnych z majątkiem dzierżawionym oraz w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa. Udział gruntów ornych był ujemnie skorelowany z obsadą krów mlecznych i zwierząt żywionych paszami objętościowymi. W przypadku spółek Skarbu Państwa dodatkowo z prowadzeniem hodowli koni i stad ogierów.

Tabela 26

Wyniki regresji wielorakiej efektywność technicznej (model BCC)  
dla danych przekrojowych spółek w 2012 roku

Wybrane cechy	Spółki		
	z majątkiem zakupionym	z majątkiem dzierżawionym	Skarbu Państwa
Stała	71,56971 ***	111,0242 ***	110,7205 ***
Stopa subsydiowania	-1,86145 ***	-1,1479 ***	-1,9633 ***
Wskaźnik zadłużenia długotermi.		-0,2606 **	
Udział gruntów ornych		0,0050 **	0,0024 ***
Udział produktów rolnych	0,41621 **		-0,1944 **
Udział zbóż w struk. zasiewów		-20,1037 **	
Obsada krów mlecznych		-42,3782 **	
Wiek zarządcy gospodarstwa		-0,6631 **	
<b>Współczynnik determinacji R<sup>2</sup></b>	35,67	62,32	75,75
<b>Współ. zmienności losowej (W)</b>	19,55	14,92	9,54
<b>Test Shapiro-Wilka dla reszt</b>	SW-W = 0,951; p = 0,1939	SW-W = 0,9799; p = 0,6165	SW-W = 0,9811; p = 0,6923

Źródło i oznaczenia jak w tabeli 22.

Wzrost udziału produktów rolnych zwiększał efektywność techniczną w spółkach prywatnych z majątkiem zakupionym, natomiast w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa obserwowano odwrotny kierunek zależności. Zwiększającemu się udziałowi przychodów ze sprzedaży usług i produktów przetwórstwa o 1 p.p. towarzyszyło pogorszenie efektywności technicznej ustalonej przy założeniu zmiennych efektów skali produkcji o 0,19 p.p.

Cechami, które negatywnie oddziaływały na efektywność techniczną spółek z majątkiem dzierżawionym, były ponadto: udział zbóż w strukturze zasiewów, obsada krów mlecznych na powierzchnię 1 ha użytków rolnych oraz wiek prezesa spółki.



### 3. Oddziaływanie przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne

#### 3.1. Czynniki kształtujące relacje między środowiskiem naturalnym a przedsiębiorstwami wielkotowarowymi

Rolnictwo to gałąź gospodarki narodowej, która zapewnia zatrudnienie pewnej grupie osób, a jednocześnie zaspakaja podstawową potrzebę całego społeczeństwa w zakresie żywienia. Specyfika tej branży polega na tym, że niezależnie od skali i kierunku działalności, obok środków produkcji pochodzenia antropogenicznego i pracy, gospodarstwa rolne posiadają, współtworzą i wykorzystują kapitał naturalny (zasoby naturalne). W procesie produkcji surowców rolnych wykorzystywany jest bowiem naturalny proces wzrostu i rozmnażania się żywych organizmów. Tym samym rolnictwo może współtworzyć zasoby biotyczne środowiska naturalnego, ale jednocześnie, podobnie jednak jak inne branże, wykorzystuje zasoby abiotyczne – nieodnawialne (np. ropę naftową, rudę żelaza itp.). Działalność rolnicza nie jest więc neutralna dla środowiska naturalnego, gdyż może ona mieć wpływ zarówno dodatni (pozytywny), jak i ujemny (negatywny), choć najczęściej występują oba efekty jednocześnie<sup>86</sup>. Pomiedzy otoczeniem przyrodniczym (jakością kapitału naturalnego) a gospodarstwem-przedsiębiorstwem rolnym występują również zależności dwukierunkowe. Wyniki produkcyjne gospodarstwa uzależnione są bowiem w znacznej mierze od jakości wykorzystywanego kapitału naturalnego (między innymi wody, gleby i powietrza, zdrowotności zwierząt). Negatywny wpływ działalności rolniczej na środowisko zazwyczaj z pewnym opóźnieniem (przyjmuje się niekiedy, że może to być nawet czas życia jednego pokolenia) powoduje zmniejszenie wyników produkcyjnych podmiotu rolniczego bądź jest odczuwalny przez innych członków społeczeństwa – zjawisko uspołeczniania efektów zewnętrznych<sup>87</sup>.

Oddziaływanie gospodarstw rolnych na środowisko naturalne uzależnione jest od warunków prowadzenia działalności produkcyjnej i celów przyświecającym właścicielom podmiotów rolniczych. Należy jednak pamiętać, że motywy prowadzenia działalności rolnej są zróżnicowane. W strukturze hierarchii celów właścicieli przedsiębiorstw rolnych te o charakterze biznesowym, tj. uzyskiwanie bieżącego zysku netto czy też pomnażanie wartości właścicielskiej zajmują

---

<sup>86</sup> J. Zegar, *Przesłanki nowej ekonomiki rolnictwa*, IERiGŻ-PIB, „Zagadnienie Ekonomiki Rolnej”, nr 2, 2007.

<sup>87</sup> T. Pałosz, *Rolnicze i środowiskowe znaczenie próchnicy glebowej i metodyka jej bilansu*, Środkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska, Rocznik Ochrony Środowiska, tom 11, 2009.

wysoką i wiodącą pozycję<sup>88</sup>. Przedsiębiorstwa role, zwłaszcza w warunkach silnej konkurencji działają pod presją skierowaną na poprawę ich efektywności (relacji ilości i jakości dóbr uzyskanych w stosunku do ponoszonych wymierzonych nakładów), co może skłaniać je do pomijania stale lub okresowo bardzo negatywnych lub w przewadze niekorzystnych efektów środowiskowych. W pogoni za wzrostem wyników produkcyjnych i efektywności, w sytuacji dużej niepewności rynkowej i przyrodniczej, producenci rolni mogą podejmować decyzje ukierunkowane na uzyskiwanie efektów bieżących krótkoterminowych. Takie zjawisko obserwowane jest zwłaszcza w sytuacji kryzysowej, gdy:

- ✓ przedsiębiorstwo jest zagrożone upadłością, (głównie gospodarstwo osób prawnych) lub zmierza do likwidacji (gospodarstwa osób fizycznych);
- ✓ musi znacznie ograniczyć zasoby produkcyjne zwłaszcza ilość ziemi rolnej. Potencjał przyrodniczy gleby nie zawsze znajduje pełne odzwierciedlenie w jego cenie. W przypadku zwrotu dzierżawy ziemi nie wszystkie parametry negatywnego oddziaływania można zidentyfikować;
- ✓ uzyskana nadwyżka produkcyjno-ekonomiczna nie jest w stanie zapewnić podstawowych potrzeb bytowych właścicieli i członków ich rodzin (gospodarstwa osób fizycznych), istnieje wtedy duża presja na poprawę warunków życia kosztem środowiska.

Pokusa zachowań mających poprawić bieżącą sytuację finansową przedsiębiorstwa kosztem pogłębienia negatywnego oddziaływania na środowisko naturalne wzrasta w sytuacji, gdy:

- pozytywne oddziaływanie nie jest nagradzane przez rynek lub państwo;
- nagradzanie pozytywnych zachowań jest nieadekwatne w stosunku do utraty bieżących korzyści finansowych;
- podmioty nie ponoszą kosztów działań niekorzystnych dla środowiska naturalnego lub w sposób nieadekwatny w stosunku do uzyskiwanych korzyści z tych działań<sup>89</sup>.

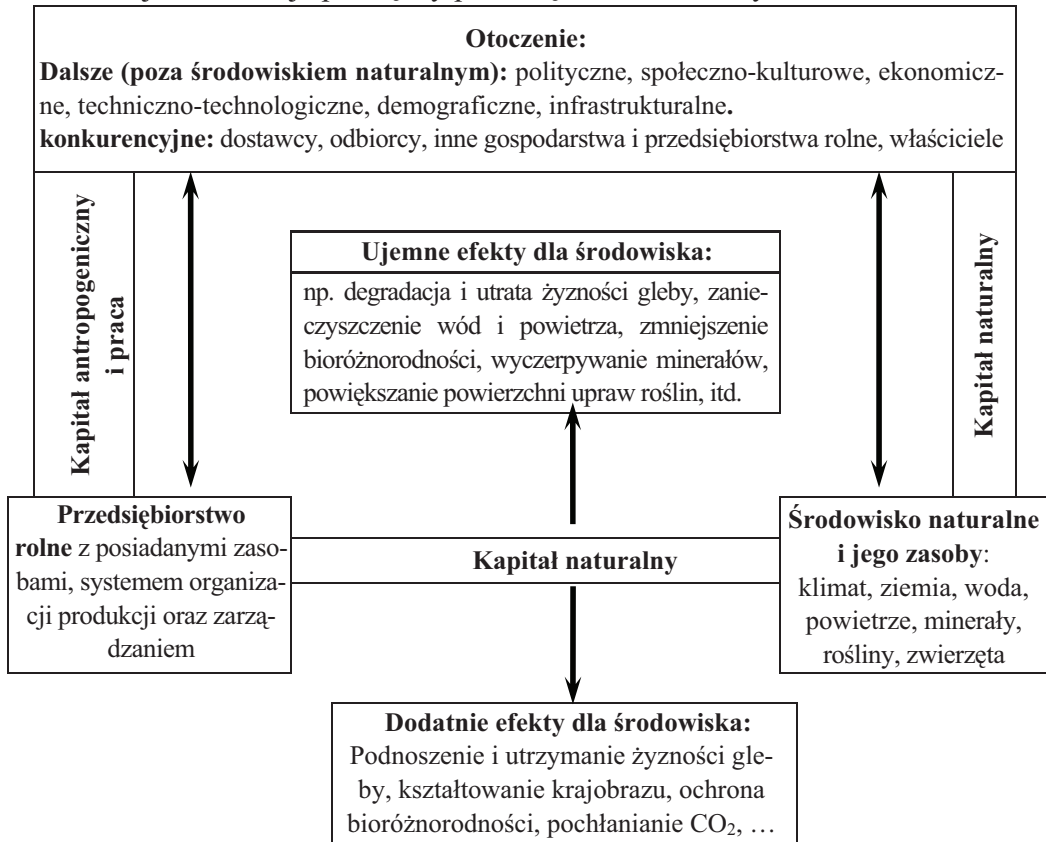
Kształtowanie się relacji gospodarstwo (przedsiębiorstwo) rolnie-środowisko naturalne odbywa się zatem również pod wpływem innych uczestników procesu gospodarczego, zwłaszcza bliższego otoczenia określanego mianem konkurencyjnego (schemat 4).

---

<sup>88</sup> A. Kagan, *Pomnażanie wartości właścicielskiej jako funkcja celu wielkoobszarowych przedsiębiorstw rolnych*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej”, nr 2/2012.

<sup>89</sup> J. Zegar, *Podstawowe zagadnienia rozwoju zrównoważonego*, WSBiF w Bielsku-Białej, Bielsko Biała 2007.

## Wzajemne relacje pomiędzy przedsiębiorstwem rolnym a otoczeniem



Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Żylicz 2004<sup>90</sup>, Nigel 2006<sup>91</sup>, Kinzig i inni 2008<sup>92</sup>].

Podmioty rolnicze działają bowiem pod presją odbiorców produktów i ich preferencji co do jakości, sposobu produkcji, ceny produktów, oczekiwanej wielkości partii surowców, częstotliwości dostaw, itp. Przemysł rolno-spożywczy jako silniejsze ogniwo łańcucha gospodarki żywnościowej niż producenci rolni oddziałuje na relację środowisko naturalne-przedsiębiorstwo rolne również pośrednio poprzez pogłębianie procesu koncentracji, specjalizacji i rejonizacji produkcji rolniczej i stosowane techniki oraz technologie wytwarzania<sup>93</sup>.

<sup>90</sup> T. Żylicz, *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych*, PWE, Warszawa 2004.

<sup>91</sup> J. Nigel, *Concepts of efficiency in ecological economics: Sisyphus and the decision maker*, „Ecological Economic”, Volume 56, Issue 3, 2006.

<sup>92</sup> A.P. Kinzig, P. Ryan, M. Etienne, H. Allison, T. Elmqvist, B.H. Walker, *Resilience and regime shifts: assessing cascading effects*, „Ecology and Society”, Volume 11, Issue 1, <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art20/>.

<sup>93</sup> J. Zegar, *Współczesne wyzwania rolnictwa*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.

Ważną rolę w tym zakresie pełnią jednak ostateczni konsumenci, którymi są członkowie całego społeczeństwa. To od ich poziom świadomości ekologicznej, a w konsekwencji preferencji jest uzależniona presja na przedsiębiorstwa rolne w zakresie kształtowania określonych postaw względem środowiska naturalnego. Z uwagi na rejonizację produkcji, a więc wpływ na lokalne struktury społeczne i środowisko naturalne, ważną rolę w tym zakresie mają do spełnienia wypracowane oraz respektowane przez społeczeństwo lokalne normy etyczne i społeczne oraz stan świadomości i wiedzy<sup>94</sup>.

Pośrednio konsumenci, jako wyborcy, mają również wpływ na przedsiębiorstwa rolne poprzez innego uczestnika procesu gospodarczego, jakim jest państwo.

Państwo posiada bowiem całe instrumentarium, którym może sterować zachowaniem się innych podmiotów, w tym przedsiębiorstw rolnych. Są to regulacje prawne w formie nakazów i zakazów, bodźce finansowe w postaci opłat i podatków oraz subwencji. Otoczenie polityczne nabrało szczególnego znaczenia w naszym kraju po integracji Polski z Unią Europejską. Nastąpił wówczas zarówno wzrost wielkość środków transferowanych do rolnictwa, jak również zakresu stosowanych instrumentów mających zwiększyć pozytywne efekty prowadzonej działalności rolniczej, a jednocześnie ograniczyć ujemne skutki dla środowiska naturalnego.

Stosowana technologia i technika produkcji w przedsiębiorstwach rolnych jest w znacznej mierze uzależniona od oferowanych środków produkcji przez dostawców. Warunki zakupu, jakość środków produkcji, ich zaawansowanie oraz bezpośredni wpływ na środowisko naturalne niekiedy bezpośrednio kształtują relacje przedsiębiorstwo rolne-środowisko naturalne.

Wpływ na przedsiębiorstwa rolne mają również inne podmioty rolnicze, nie tylko poprzez kreowanie konkurencji, ale również współdziałanie. Rolnictwo jest tą dziedziną, gdzie często występuje kooperacja między gospodarstwami, a dyfuzja nowych rozwiązań odbywa się poprzez podglądanie ich skuteczności w podmiotach wiodących na danym obszarze.

Sam zakres oddziaływania rolnictwa na środowisko naturalne jest determinowany głównie jednak przez samo gospodarstwo i stosowaną technologią wytwarzania. Ponieważ populacja gospodarstw rolnych nie jest homogeniczna pod tym względem, wpływ na środowisko naturalne jest uzależniony o dominującego w danym rolnictwie systemu produkcji.

We współczesnym rolnictwie można wyodrębnić kilka układów produkcji surowców rolnych, różniących się pod względem efektywności technicznej, tj. relacji ilości wytwarzanej żywności w stosunku do zastosowanych czynników

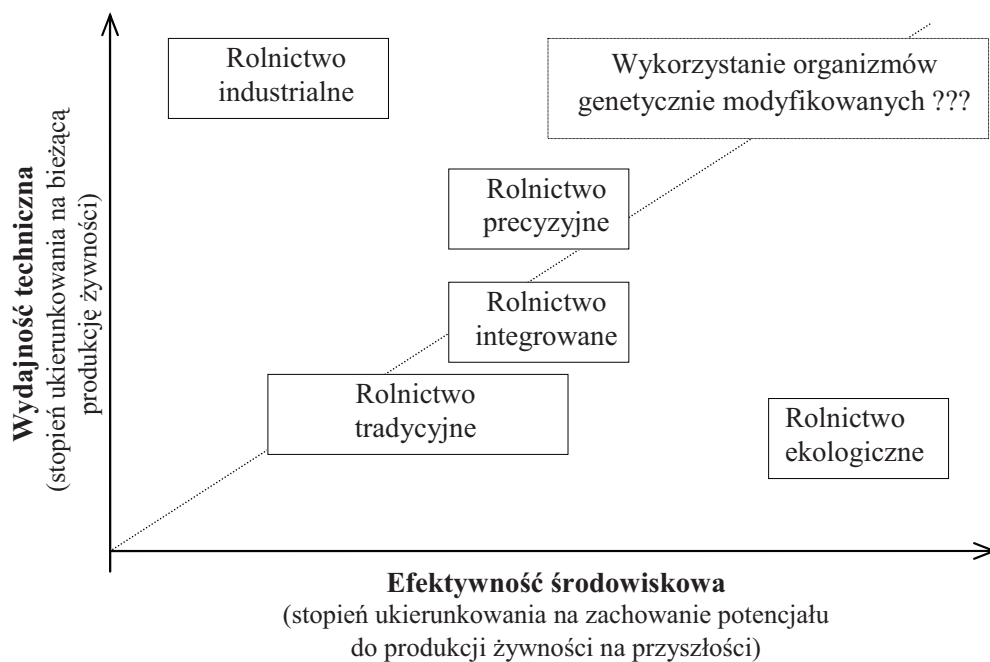
---

<sup>94</sup> A. Woś, J. Zegar, *Rolnictwo społecznie zrównoważone*, IERiGŻ, Warszawa 2002.

produkcji oraz efektywnością środowiskową – miarą oddziaływania na środowisko naturalne (schemat 5).

Schemat 5

Efektywność produkcyjna i środowiskowa wybranych systemów rolniczych



..... Linia względnej równowagi pomiędzy efektywnością techniczną (ilością produkcji żywności), a przyjaznością dla środowiska naturalnego określonego systemu produkcji

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Kuś 2002<sup>95</sup>, Zimny 2007<sup>96</sup>, Kerselaers i inni 2011<sup>97</sup>].

Optymalnym rozwiązaniem z punktu widzenia społecznego są procesy zwiększania wydajności rolnictwa zarówno w sferze produkcyjnej, jak i środowiskowej. Oczekiwania społeczne są bowiem takie, aby istniała dostępność do taniej żywności (wysoka efektywności techniczna produkcji), bezpiecznej dla zdrowia, a zarazem wytwarzanej w warunkach zapewniających trwałość ekosys-

<sup>95</sup> J. Kuś, *Systemy gospodarowania w rolnictwie*, [w:] G. Niewęgłowska, *Mały poradnik zarządzania gospodarstwem rolniczym*, IERiGŻ, Warszawa 2002.

<sup>96</sup> L. Zimny, *Definicje i podziały systemów rolniczych*, „Acta Agrophysica”, Volume 10, nr 2, 2007.

<sup>97</sup> E. Kerselaers, E. Rogge, J. Dessein, L. Lauwers, G. Van Huylenbroeck, *Prioritising land to be preserved for agriculture: A context-specific value tree*, „Land Use Policy”, Volume 28, Issue 1, 2011.

temu (wysoka przyjazność dla środowiska). Warunek ten może być spełniony jedynie przez przemieszczanie się istniejących systemów w graficznej prezentacji zarówno do góry (wzrost efektywności technicznej i produktywności zasobów), jak i w prawo (poprawa przyjazności środowiskowej). Jednak poszczególne systemy wymagają odmiennych procesów dostosowawczych.

Rolnictwo ekologiczne uważane jest za system najbardziej przyjazny dla środowiska naturalnego, jednak odznacza się zbyt małą wydajnością produkcyjną. Zdolność wytwarzania surowców rolniczych, przy obecnym potencjale całego rolnictwa, prawdopodobnie nie pozwoliłaby na zaspokojenie potrzeb żywnościowych świata, czy też lokalnie polskiego konsumenta. Odpowiedzią na ograniczenia produkcyjne dla systemu ekologicznego jest rolnictwo integrowane (zrównoważone), bardziej liberalne w zakresie stosowania środków chemicznych i nawozów mineralnych. Oszczędnie wykorzystując środki produkcji pochodzenia przemysłowego, umożliwi uzyskanie znacznie lepszych efektów produkcyjnych, jednak kosztem nieco gorszej przyjazności dla środowiska naturalnego. W przypadku gospodarstw wytwarzających w obu systemach główny nacisk powinien być położony na zwiększenie wydajności produkcyjnej, gdyż największym dotychczasowym mankamentem obu systemów jest relatywnie niska wydajność produkcyjna<sup>98</sup>.

System rolnictwo tradycyjnego, niekiedy w naszym kraju określanego chłopskim, charakteryzuje relatywnie niska produktywność z uwagi na stosowanie technologii pracochłonnych. Jest on charakterystyczny dla podmiotów bazujących na samowystarczalności w zakresie wykorzystywanych czynników produkcji i nastawiony na produkcję rolną przeznaczoną na samozaopatrzenie gospodarstwa domowego właściciela<sup>99</sup>. W systemie tym trudno jest oddzielić gospodarstwo domowe od rolnego. Jego przyjazność dla środowiska jest problemem złożonym, gdyż z jednej strony nakłady pracy pozwalają wykorzystywać w mniejszym zakresie obrotowe środki produkcji (pestycydy, nośniki energii), ale z drugiej strony nieodpowiednia technologia, nieodpowiednie przechowywanie i stosowanie nawozów naturalnych pochodzenia zwierzęcego w znacznym stopniu jednak negatywnie wpływają na stan środowiska

Na drugim biegunie znajdują się gospodarstwa rolne wytwarzające w systemie industrialnym (niekiedy określane, jako konwencjonalne). Odznaczają się one wysokimi wynikami produkcyjnymi, ale z reguły przy ograniczonych pozytywnych efektach środowiskowych. Modyfikacją, a zarazem kierunkiem ograni-

---

<sup>98</sup> H. Runowski, *Rolnictwo ekologiczne. Rozwój czy regres?* „Roczniki Nauk Rolniczych”, seria G, t. 96, z. 4, Warszawa 2009.

<sup>99</sup> F. Tomczak, *Gospodarka rodzinna w rolnictwie. Uwarunkowania i mechanizmy rozwoju*, IRWiR PAN, Warszawa 2005.

czenia ujemnych skutków dla środowiska naturalnego systemu industrialnego jest rolnictwo precyzyjne. Substytuując obrotowe środki produkcji wiedzą i kapitałem trwałym pochodzenia antropogenicznego, gospodarstwa uzyskują często nieco słabsze wyniki produkcyjne niż w rolnictwie industrialnym, ale są bardziej przyjazne środowisku naturalnemu. Współczesnym kierunkiem rozwoju rolnictwa wysoko produkcyjnego jest więc upowszechnianie precyzyjnego systemu wytwarzania oraz innowacji ekologicznych pozwalających w pierwszej kolejności zachowywać kapitał naturalny<sup>100</sup>.

Alternatywą dla upowszechnionych systemów produkcji rolniczej jest wytwarzanie żywności z wykorzystaniem organizmów genetycznie modyfikowanych. Zastosowanie w praktyce wyników inżynierii genetycznej pozwala uzyskiwać wysokie wyniki produkcyjne przy jednoczesnym ograniczeniu zużycia pestycydów i nawozów mineralnych, często przy mniejszych nakładach energii dzięki lepszej odporności i zdrowotności roślin i zwierząt. System ten wydaje się więc być bardzo atrakcyjny z punktu widzenia efektywności technicznej, a nawet przyjazny środowisku naturalnemu z uwagi na generowanie mniejszych obciążeń zanieczyszczeniami. Budzi on jednak liczne kontrowersje co do bezpieczeństwa dla zdrowia konsumentów i trwałości ekosystemu<sup>101</sup>. Pozytywne efekty wprowadzenia tego typu innowacji mogą mieć bowiem jedynie charakter krótkotrwały, ale jego konsekwencje w dalszej perspektywie mogą być bardzo poważne. Wprowadzenie organizmów genetycznie zmodyfikowanych należy uznać bowiem jednak za globalny eksperyment nie tylko na ludzkości, ale na ekosystemie, którego skutki działań nie są do końca jeszcze rozpoznane<sup>102</sup>. Opinia społeczna jest wyczulona na daleko idące ingerowanie w genotypy roślin i zwierząt z uwagi na bezpośrednie oddziaływanie jakości spożywanej żywności na zdrowie i dotychczasowe doświadczenia z niektórymi innowacjami<sup>103</sup>. Liczne prowadzone badania co do bezpieczeństwa takiej żywności nie są dość prze-

---

<sup>100</sup> D. Gozdowski, S. Samborski, S. Sioma, *Rolnictwo precyzyjne*, SGGW, Warszawa 2008.

<sup>101</sup> A. Anioł, S. Bielecki, T. Twardowki, *Genetycznie zmodyfikowane organizmy: szansa czy zagrożenia dla Polski*, Warszawa 2009.

<sup>102</sup> J. Brusilo, *Żywność modyfikowana genetycznie – ocena etyczna globalnego eksperymentu*, [w:] E. Ciesielczyk, *Zrównoważone rolnictwo a bezpieczeństwo żywności*, Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków 2008.

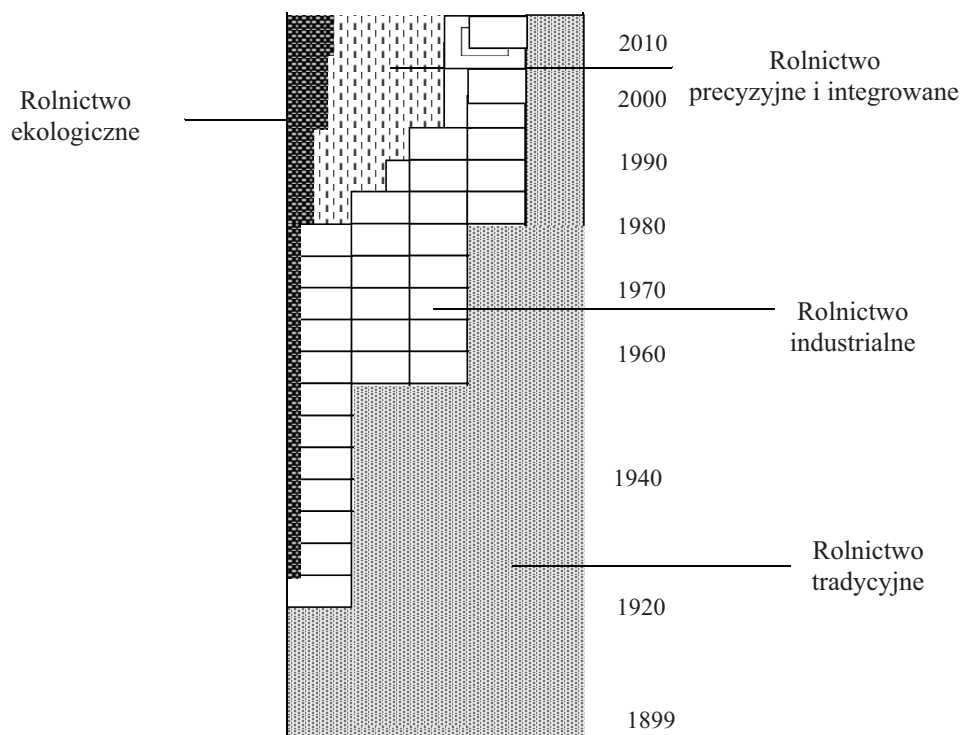
<sup>103</sup> Zastąpienie amoniaku freonem jest przykładem braku rozpoznania pełnych konsekwencji wprowadzania nowych rozwiązań do praktyki. Zwiększyło to bowiem bezpieczeństwo użytkowników lodówek (amoniak groził wybuchem), ale miało bardzo niekorzystny wpływ dla środowiska naturalnego – ograniczenie ilości ozonu w atmosferze. Innym przykładem jest pojawienie się choroby BSE (gąbczasta encefalopatia bydła), na skutek zmian technologicznych mających ograniczyć koszty zużycia energii.

konujące, zwłaszcza dla społeczeństwa europejskiego, co skutkuje zakazem stosowania upraw (z pewnymi wyjątkami) na terenie krajów UE.

Należy podkreślić, że dominacja poszczególnych systemów produkcji w rolnictwie następowała w różnym okresie czasu (schemat 6).

Schemat 6

Formowanie się i rozwój systemów produkcji rolnej od XIX wieku



Źródło: opracowanie własne na podstawie [Buday-Sántha 2006<sup>104</sup>].

Obecnie obserwujemy funkcjonowanie równoległym kilku systemów produkcji rolniczej, których zasięg w znacznym stopniu ewoluuje.

Nie można przypisać na podstawie jednego kryterium, np. obszarowego gospodarstw do określonego systemu produkcji. Próba zakwalifikowania dużych gospodarstw rolnych – wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych jedynie do jednego systemu rolniczego – industrialnego jest niepoprawna. Wielkotowarowe

<sup>104</sup> A. Buday-Sántha, *The development of Hungarian agriculture and its impact on the environment*, [w:] I. Benet, *Agricultural Transition and Rural Development (Some Experiences from Finland, Hungary and Poland)*, Budapest, Gyöngyös, Pécs. 2006.



przedsiębiorstwa rolne stosują technologię i techniki produkcji pozwalające na ich przypisanie, począwszy od systemu produkcji ekologicznej, a skończywszy na systemie industrialnym.

Zaprezentowany podział systemów wytwarzania surowców rolniczych pod względem przyjazności środowiskowej oparty został na przesłankach teoretycznych. W celu monitorowania oddziaływania przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne niezbędne jest stosowanie zindywidualizowanej oceny tej sfery funkcjonowania podmiotów. Identyfikatory i metody służące do tego celu mogą być jednak bardzo odmienne i uwzględniać zmienną liczbę cech, ustalać stan zjawiska w sposób pośredni lub bezpośredni.

Monitorowanie efektywności środowiskowej można sprowadzić do jednego czynnika uznanego za kluczowy w tej dziedzinie (obsady zwierząt)<sup>105</sup>, ale najczęściej uwzględnia się kilka wskaźników cząstkowych w obszarach kontrolowanych przez właścicieli/zarządców gospodarstw, na tyle licznych, aby w możliwie szerokim zakresie odzwierciedlać oddziaływanie gospodarstw na środowisko naturalne<sup>106</sup>.

Większość metod pomiaru oddziaływania gospodarstw rolnych na środowisko naturalne jest opierana bądź na porównaniu i weryfikacji stosowania właściwych praktyk rolniczych, np. dawek nawożenia zgodnych z obliczonymi potrzebami roślin, bądź na szacowaniu ewentualnych strat w oparciu o ilość składników pokarmowych wniesionych na pole lub do gospodarstwa względem ich zużycia (bilansowanie składników) – schemat 7. Przyjazność środowiskową można również monitorować, badając bezpośrednie skutki stosowania danych praktyk rolniczych, np. poprzez pomiar zanieczyszczenia wód i powietrza, a więc poziom emisji. Wskaźniki bazujące na efektach stosowanych praktyk są jednak obciążone wpływem czynników zewnętrznych, np. klimatyczno-pogodowych, które niezależnie od stosowanych praktyk rolniczych mają duży wpływ na produkcję i emisję z rolnictwa<sup>107</sup>.

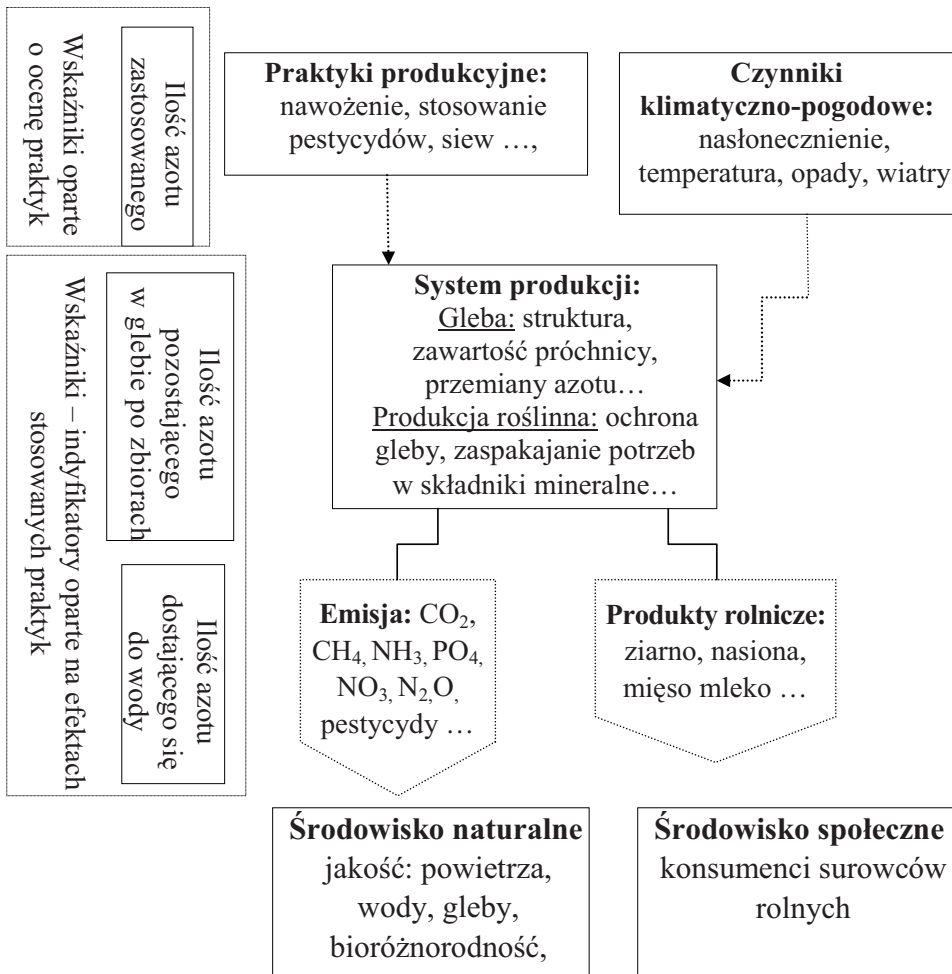
---

<sup>105</sup> W. Kleinhanß, C. Murillo, C. San Juan, S. Sperlich, *Efficiency...*, op. cit., 2007.

<sup>106</sup> N. Halberg, *Indicators of resource use and environmental impact for use in a decision aid for Danish livestock farmers*, „Agriculture, Ecosystems and Environment”, Volume 76, Issue 1-3, December, 1999.

<sup>107</sup> H.M.G. Van der Werf, J. Petit, *Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods*, „Agriculture, Ecosystems and Environment”, Volume 93, Issue: 1-3, December, 2002.

Czynniki decydujące o oddziaływaniu przedsiębiorstwa na środowisko naturalne i sposoby ich pomiaru na przykładzie azotu



Źródło: opracowano na podstawie [ Van der Werf i Petit 2002].

### 3.2. Metoda wykorzystana do pomiaru oddziaływania wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne

Istnieją różne systemy, wskaźniki i sposoby dokonywania pomiarów oddziaływania gospodarstw rolnych na środowisko naturalne. Liczne publikacje wykorzystujące odmienny zestaw badanych cech świadczy o braku uniwersalnej metody możliwej do wykorzystania w każdych warunkach i do każdej grupy gospodarstw rolnych<sup>108,109,110,111,112,113,114,115</sup>. W prowadzonych badaniach wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych od 2008 r. do tego celu wykorzystywana jest między innymi bezwzorcowa metoda wielowymiarowej analizy porównawczej (WAP), która pozwala na syntetyczne ujęcie złożonego zjawiska opisywanego przez wiele zmiennych (cech diagnostycznych) w postaci jednej zmiennej syntetycznej<sup>116</sup>. Polega ona na transformacji wielowymiarowej przestrzeni wybranych cech diagnostycznych opisujących dane zjawisko do jednej zmiennej (miary) – wskaźnika. Umożliwia to uporządkowanie badanych podmiotów względem analizowanego zjawiska, poprzez wyrażenie wpływu wielu cech w postaci jednego miernika syntetycznego o charakterze ciągłym<sup>117</sup>.

Syntetyczny wskaźnik oddziaływania środowiskowego gospodarstw rolniczych został zbudowany w oparciu o następujące cechy diagnostyczne:

- bioróżnorodność i prawidłowość zmianowania (miara punktowa),

---

<sup>108</sup> H.M.G. Van der, J. Werf, Petit, *Evaluation of the environmental ...*, op. cit., 2002.

<sup>109</sup> J.A. Gómez-Limón, G. Sanchez-Fernandez, *Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators*, „Ecological Economics”, Volume 69, Issue 5, 2010.

<sup>110</sup> G. Goodlass, N. Halberg, G. Verschuur, *Input output accounting systems in the European community /an appraisal of their usefulness in raising awareness of environmental problems*, „European Journal of Agronomy”, Volume 20, Issue 1-2, 2003.

<sup>111</sup> A.L. Mayer, *Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems*, „Environment International”, Volume 34, issue 2/2008.

<sup>112</sup> E. Majewski, *Trwały rozwój i trwałe rolnictwo – teoria a praktyka gospodarstw rolniczych*, SGGW, Warszawa 2008.

<sup>113</sup> A. Harasim, A. Madej, *Ocena poziomu zrównoważonego rozwoju gospodarstw bydłowych o różnym udziale trwałych użytków zielonych*. „Rocznik Nauk Rolniczych”, Seria G, t 95, z. 2, 2008.

<sup>114</sup> T. Kuosmanen, N. Kuosmanen, *How not to measure sustainable value (and how one might)*, „Ecological Economics”, Volume 69, Issue 2, 2009.

<sup>115</sup> W. Wrzaszcz, *Poziom zrównoważenia gospodarstw rolnych w Polsce (na podstawie danych FADN)*, IERIGŻ-PIB, Warszawa 2012.

<sup>116</sup> A. Kagan, J. Kulawik, *Organizacja i zarządzanie, czynniki wytwórcze, wyniki produkcyjne, wzrost i rozwój oraz przyjazność środowiskowa [w:] „Analiza efektywności ekonomicznej i finansowej przedsiębiorstw rolnych powstałych na bazie majątku WRSP*, IERIGŻ-PIB, Warszawa 2009.

<sup>117</sup> T. Panek, *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*, SGH, Warszawa 2009.

- bilans materii organicznej w glebie wyrażony w ekwiwalencie suchej masy obornika ( $dt \times \frac{1}{ha}$ ),
- udział trwałych użytków zielonych wykorzystywanych produkcyjnie w strukturze użytków rolnych (%),
- bilans azotu i wielkość ponadnormatywnej emisji lub niedoboru azotu w przeliczeniu na czysty składnik ( $dt \times \frac{1}{ha}$ ).
- ochrona przeciwerozyjna wyrażona udziałem powierzchni gruntów ornych pozostających pod okrywą roślinną w okresie zimowym (%).

**Oceny bioróżnorodności** produkcji roślinnej i prawidłowości zmianowania dokonano na podstawie udziału liczby poszczególnych grup roślin uprawianych w gospodarstwie, jak również powierzchni gruntów ornych przez nie zajmowanych w danym roku. Konstruując miarę punktową, kierowano się przesłankami zawartymi w programie rolnośrodowiskowym w pakiecie rolnictwo zrównoważone, zgodnie z którym założono, że w gospodarstwie powinny wystąpić gatunki roślin należące co najmniej do trzech różnych grup spośród: zbożowych, motylkowych, oleistych, okopowych, traw uprawianych na gruntach ornych oraz pozostałych. Przyjęto ponadto, że uprawa roślin przynależnych do danej grupy nie powinna następować po sobie częściej niż przez dwa lata. Wychodząc z przedstawionych powyżej zasad, prawidłowe zmianowanie prowadzące do zachowanie bioróżnorodności ma miejsce, gdy udział grupy roślin o największej powierzchni uprawy nie przekracza 60% zasiewów. Rośliny należące do grupy, która zajmuje drugą pozycję pod względem powierzchni uprawy, nie powinny stanowić mniej niż 20% zasiewów, natomiast powierzchnia roślin należących do sumy pozostałych grup powinna obejmować również co najmniej 20% uprawianych gruntów ornych. Odstępstwo od tej zasady skutkuje ujemnymi punktami, których liczba jest równa różnicy pomiędzy stwierdzonym udziałem poszczególnych grup roślin w strukturze zasiewów a wartościami progowymi (60%, 20%, 20%). Punkty ujemne są liczone według zasady, zgodnie z którą 1% różnicy jest równy jednemu ujemnemu punktowi.

Naliczanie ujemnych punktów następuje w sytuacjach, gdy:

- powierzchnia zasiewów rośliny należącej do grupy dominującej przekracza 60% uprawianych gruntów ornych,
- udział drugiej grupy roślin według wielkości zajmowanej powierzchni jest mniejszy niż 20% zasiewów, a jednocześnie spełniony był pierwszy warunek dotyczący grupy dominującej, tj. której powierzchnia nie może przekraczać 60% zasiewów,
- suma powierzchni pozostałych grup roślin nie przekraczała 20% zasiewów. Dodatkowo punkty były z kolei naliczone według zasady:

- dla grupy dominującej w sytuacji, gdy jej udział był niższy niż 60%, przyjęto stałą wartość 60 punktów;
- w przypadku pozostałych grup punkty liczone jako iloczyn ich udziału w strukturze zasiewów i wag korygujących, których poziom przyjęto arbitralnie w sposób następujący: dla grupy drugiej pod względem udziału w zasiewach – 1,1; trzeciej – 1,2; czwartej i sumy pozostałych – 1,3.

Wraz ze wzrostem ostatecznej miary cząstkowej, którą tworzy suma punktów dodatnich i ujemnych, zwiększa się wartość miary syntetycznej zrównoważenia środowiskowego. Przedsiębiorstwa, które uprawiały rośliny należące do jednej grupy, np. tylko zboża (100% udziału w zasiewach), otrzymały (minus) 80 punktów. Wynik ten był sumą ujemnych punktów naliczanych zgodnie z przedstawionym algorytmem: 40 ujemnych punktów jako różnica pomiędzy 60% progiem dla grupy dominującej i stwierdzoną wielkością rzeczywistą wynoszącą w przedstawionym przypadku 100%  $((100\% - 60\%) \times 1\% = 40)$ , 20 ujemnych punktów z uwagi na brak roślin należących do drugiej grupy  $((20\% - 0\%) \times 1\% = 20)$  oraz kolejne 20 ujemnych punktów ze względu na brak roślin należących do pozostałych grup  $((20\% - 0\%) \times 1\% = 20)$ .

W jednostkach, w których prowadzona była produkcja roślin należących do czterech grup, a każda zajmowała 25% struktury zasiewów, miara bioróżnorodności i prawidłowości zmianowania przyjmowała maksymalny poziom 150 punktów, będąc wynikiem sumowania  $\sum 60 + 27,5 + 30 + 32,5$ . Przedsiębiorstwo uzyskiwało bowiem 60 punktów dodatnich z uwagi na niższy niż progowy udział dominującej grupy roślin (poniżej 60%), następnie 27,5 dodatnich punktów jako wynik iloczynu procentowego udziału drugiej grupy roślin według powierzchni zasiewów i wagi  $1,1\frac{1}{\%}$   $(25\% \times 1,1\frac{1}{\%} = 27,5)$ , 30 dodatnich punktów będących iloczynem procentowego udziału trzeciej grupy roślin i wagi  $1,2\frac{1}{\%}$   $(25\% \times 1,2\frac{1}{\%} = 30)$  oraz 32,5 punktów stanowiących wynik iloczynu procentowego udziału w strukturze zasiewów sumy pozostałych grup i wagi  $1,3\frac{1}{\%}$   $(25\% \times 1,3\frac{1}{\%} = 32,5)$ .

Szacowanie prawidłowości zmianowania i bioróżnorodności w oparciu o prezentowaną metodę pozwala więc obliczać wskaźnik o charakterze ciągłym w przedziale od -80 do 150 punktów. Oznacza to, że nie stosowano progów kwalifikacyjnych, wyznaczonych subiektywnie wielkości wzorcowych. W ich przypadku bowiem struktura zasiewów i udział w niej poszczególnych grup roślin pozwala podzielić badaną próbę lub populację na podzbiór gospo-

darstw zrównoważonych oraz, przy najmniejszym odstępstwie powyżej zakładanego progu dla wszystkich cech, na podzbiór niezrównoważone<sup>118</sup>.

**Bilans materii organicznej** w glebie jest kolejną cechą diagnostyczną, którą szacuje się na podstawie struktury zasiewów roślin oraz stanu pogłowia utrzymywanych zwierząt (tabela 30).

Tabela 30

Współczynniki reprodukcji i degradacji glebowej substancji organicznej w zależności od rodzaju gleby

Roślina lub nawóz organiczny	Współczynniki reprodukcji (+) lub degradacji (-) dla gleb w t/ha materii organicznej		
	Rodzaj gleb		
	lekkie	średnie	ciężkie
Okopowe, warzywa korzeniowe	-1,26	-1,40	-1,54
Kukurydza, warzywa liściaste	-1,12	-1,15	-1,22
Zboża, oleiste, włókniste	-0,49	-0,53	-0,56
Strączkowe	+0,32	+0,35	+0,38
Trawy i ich mieszanki	+0,95	+1,05	+1,16
Motylkowe	+1,89	+1,96	+2,10
Międzyplony i poplony	+0,63	+0,70	+0,77
Obornik*		+0,35	
Słoma*		+0,28	

\* Ilość substancji organicznej wniesiona z toną suchej masy nawozu organicznego.

Źródło: W. Poczta 2003<sup>119</sup>.

Bilans materii organicznej obliczany jest jako różnica między iloczynem powierzchni roślin przyczyniających się do degradacji próchnicy w glebie i odpowiadającym im wskaźnikom zubożenia w materię organiczną a iloczynem powierzchni roślin zwiększających żyzność gleby i odpowiadającym im wskaźnikom przeliczającym ilość wnoszonej do gleby masy organicznej. Różnica podlegała korekcie o zwiększenie materii organicznej, jakie mogło nastąpić w wyniku wprowadzenia do gleby wytwarzanych w gospodarstwie pozostałych nawozów organicznych (słomy, obornika, gnojówki, gnojowicy). W jednostkach utrzymujących zwierzęta uwzględniono bowiem produkcję nawozów natural-

<sup>118</sup> W. Wrzaszcz, *Wyniki Gospodarstw Zrównoważonych w Polsce*, „Zagadnienie Ekonomiki Rolnej”, nr 4, 2008.

<sup>119</sup> W. Poczta, *Dbalność o jakość żywności i środowisko naturalne w tradycyjnej produkcji rolniczej*, Ekspert SITR, Koszalin 2003.

nych w przeliczeniu na obornik z wykorzystaniem współczynników tzw. sztuk obornikowych<sup>120</sup>. Dodatkowo sporządzono bilans zapotrzebowania na słomę, a w przedsiębiorstwach dysponujących jej nadmiarem, w tym bezinwentarzowych, uwzględniono materię organiczną wnoszoną wraz z przyoraniem jej nadwyżki. Przyjęto jednocześnie założenie, że w sytuacji ujemnego bilansu azotu nawożenie organiczne nie zwiększa zawartości próchnicy w glebie, podobnie jak każde, które przekracza równowartość 10 ton suchej masy obornika na ha<sup>121</sup>.

Z uwagi na ograniczenia wynikające z materiału źródłowego pominięto możliwości odpływu, tj. zagospodarowania wytwarzanych w danym gospodarstwie odchodów zwierzęcych, zielonej masy organicznej, słomy itp. w innych jednostkach. Nie uwzględniono również przepływów w drugą stronę i sytuacji, w której nawożenie gruntów rolnych badanego przedsiębiorstwa odbywa się masą organiczną pochodzącą z innych podmiotów.

Dodatni bilans materii organicznej jest zjawiskiem korzystnym z punktu widzenia oddziaływania gospodarstwa rolnego na środowisko naturalne, gdyż przyczynia się do zwiększenia żyzności gleby, a w konsekwencji do wzrostu jej produktywności w czasie. Należy podkreślić, że bilans materii organicznej (przyrost lub zmniejszenie) został przeliczony na jeden ha posiadanej przez gospodarstwo powierzchni użytków rolnych z wykorzystaniem współczynników reprodukcji i degradacji glebowej substancji organicznej przez rośliny dla gleb średnich.

**Trwale użytki zielone (TUZ)** traktowane są jako miara dobroci gospodarstw rolnych dla środowiska naturalnego. TUZ stanowi swoiste „obciążenie” przedsiębiorstwa rolnego z punktu widzenia produkcyjnego i ekonomicznego. Uzyskiwana z nich pasza najczęściej ma znacznie niższą wartość niż w przypadku płodów potencjalnie możliwych do zebrania przy użytkowaniu TUZ jako gruntów ornych<sup>122</sup>. Utrzymywanie ich zazwyczaj warunkowane było ograniczonymi możliwościami alternatywnego wykorzystaniu gruntów (ukształtowanie terenu, stosunki wodne). Pełnią one jednak pozarolnicze funkcje, które mają większe ogólnospołeczne znaczenie. Dzieje się tak z uwagi na wysoką wartość TUZ jako: siedlisk roślin i zwierząt, obiektów kompensacyjnych dla środowiska naturalnego, przeciwdziałających erozji wodnej i wietrznej. Pełnią one też funkcje biologicznej ochrony przeciwpowodziowej, a zarazem regulatora bilansu wody,

---

<sup>120</sup> C. Maćkowiak, *Bilans substancji organicznej w glebach polskich*, „Biuletyn Informacyjny IUNG”, Puławy, nr 5, 1997.

<sup>121</sup> I. Duer, M. Fotyma, A. Madej, *Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej*, MRiRW, Warszawa 2002.

<sup>122</sup> R. Moraczewski, *Znaczenie gospodarcze i stan wykorzystania trwałych użytków zielonych (TUZ) w Polsce*, „Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie”, nr 3, 2005.

pochłaniają dwutlenku węgla oraz są ważnym elementem kształtującym krajobraz<sup>123</sup>. Jednak warunkiem istnienia łąkowych i pastwiskowych ekosystemów jest prowadzenie rolniczej działalności przez człowieka powstrzymującej naturalny proces sukcesji roślin<sup>124,125</sup>. Z tego też powodu podlegają one ochronie prawnej na poziomie unijnym, krajowym, jak również samego gospodarstwa rolniczego. Niekorzystnym zjawiskiem z punktu widzenia środowiska naturalnego jest więc zarówno zmiana kierunku ich użytkowania poprzez zaorywanie TUZ, jak również zaprzestanie ich wykorzystywania i zamienianie w ugory i odłogi.

Przyjętym w opracowaniu warunkiem prawidłowego użytkowania trwałych łąk i pastwisk jest obsada zwierząt żywionych paszami objętościowymi powyżej 0,3 SD na jeden ha powierzchni paszowej<sup>126</sup>. Odstępstwo od tej granicy, tj. niższa obsada od wartości progowej, skutkuje proporcjonalnym obniżeniem wielkości parametru wykorzystywanego do obliczania miary syntetycznej<sup>127</sup>. Przykładowo, w gospodarstwach o obsadzie 0,1 SD na 1 ha powierzchni paszowej uwzględniono tylko 33,3% TUZ ( $0,1/0,3 \times 100\% = 33,3\%$ ) jako miarę cząstkową do wskaźnika syntetycznego.

Ustalając miarę syntetyczną oddziaływania przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne, przyjęto założenie, iż udział trwałych użytków zielonych powyżej 90% w strukturze zagospodarowani gruntów rolnych upoważnia do nadania najwyższej wartości takiemu przedsiębiorstwu również w odniesieniu do wartości wskaźnika bioróżnorodności. Niewielki relatywnie udział gruntów ornych z uprawą roślin w monokulturze w danym roku, w takiej sytuacji może być jedynie następstwem rotacji i chwilowego zaorania TUZ w celu poprawy runa trawy i zmiany biologicznego składu roślin.

**Bilans azotu** jako jedyna cecha został oszacowany dla przedsiębiorstw na podstawie ilości składnika wnoszonego z poszczególnych źródeł (strona przychodowa) oraz kierunków wynoszenia – strona rozchodowa (schemat 8).

---

<sup>123</sup> H. Jankowska-Huflejt, *Rolnośrodowiskowe znaczenie trwałych użytków zielonych*, „Problemy Inżynierii Rolniczej”, nr 1, 2007.

<sup>124</sup> A. Harasim, *Wpływ trwałych użytków zielonych na wyniki produkcyjne i ekonomiczne rolnictwa*, [w:] *Organizacja produkcji rolniczej w różnych warunkach przyrodniczo-ekonomicznych*. IUNiG, Puławy 1989.

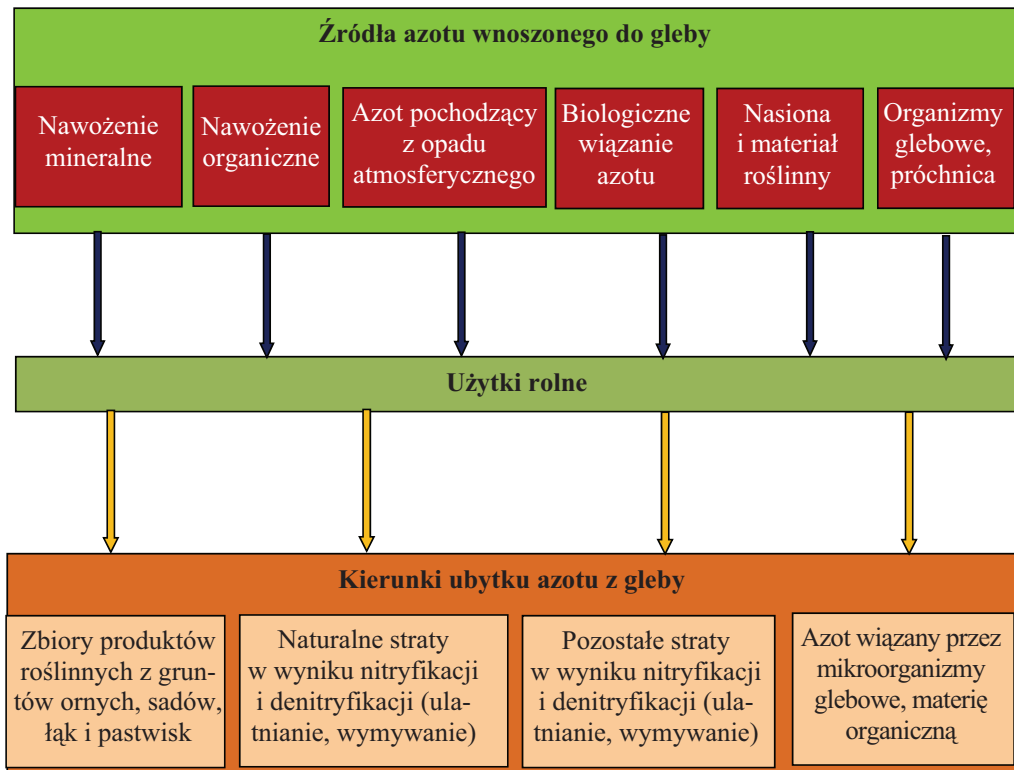
<sup>125</sup> R. Moraczewski, *Znaczenie gospodarcze ...*, op. cit., 2005.

<sup>126</sup> Powierzchnia paszowa stanowi sumę trwałych użytków zielonych, traw uprawianych na gruntach ornych, buraków cukrowych, motylkowych uprawianych na paszę, kukurydzy na zielonkę i pozostałych upraw pastewnych.

<sup>127</sup> W. Ziętara, T. Olko-Bagińska, *Zadania z analizy działalności gospodarczej i planowania w gospodarstwie rolniczym*, PWRiL, Warszawa 1987.



## Główne elementy bilansu azotu (N) w wierzchniej warstwie UR



Źródło: opracowanie własne na podstawie OECD 2001<sup>128</sup>.

Azot, a ściślej mówiąc jego związki nieorganiczne powstałe w wyniku procesów zachodzących podczas prowadzenia działalności rolnej, może być poważnym źródłem zanieczyszczenia wód i powietrza. Powstające w wyniku przemian azotu takie substancje, jak: amoniak i jego związki, tlenki azotu przyczyniają się do efektu cieplarnianego. Wyplukany z gleby azot w formie azotanów i azotynów jest poważnym źródłem zanieczyszczeń, a rolnictwo jest głównym emitentem amoniaku do atmosfery. Azot jest jednak zarazem niezbędny dla wzrostu i rozwoju roślin. Ocena oddziaływania środowiskowego gospodarstwa rolnego w tym elemencie została oparta o oszacowanie bilansu tego składnika. Cecha ta została oszacowana w każdym przedsiębiorstwie na podstawie ilości składnika wnoszonego z poszczególnych źródeł (strona przychodowa) oraz kie-

<sup>128</sup> OECD, *Environmental Indicators for Agriculture. Methods and Results. Executive summary*, OECD, Paris 2001.

runków wynoszenia – strona rozchodowa<sup>129</sup>. Przedmiotem zainteresowania był bilans, a na jego podstawie szacunek strat powstałych w wyniku przemian zachodzących z udziałem azotu. Straty te następują podczas naturalnych procesów zachodzących w glebie przy rozkładzie i obiegu materii, przy czym część z nich można w znacznym stopniu ograniczyć poprzez: terminowość nawożenia, ilość nawożenia, umiejętny dobór technologii i techniki jego przechowywania i zastosowania. Celem sporządzenia bilansu azotu było oszacowanie tzw. pozostałych strat będących wynikiem decyzji zarządczych oraz wpływu czynnika losowego (intensywne opady, zmienne okresy wegetacji). Przyjęto, że część strat jest nieunikniona, a wielkość możliwych pobrań przez rośliny azotu wnoszonego w nawozach mineralnych wynosi 76% całkowitej ilości tego składnika<sup>130</sup>, natomiast z nawożeniem organicznym – tylko 50%<sup>131</sup>.

Niekorzystnym zjawiskiem dla roślin oraz przemian materii organicznej w glebie są nie tylko nadwyżki, ale również niedobory azotu. Przyjęto za efekt niepożądany zarówno straty stanowiące ponadnormatywną emisję azotu do środowiska naturalnego w ramach „pozostałych strat” (ponad 5 kg na ha), jak również wielkość potencjalnych jego niedoborów dla roślin (poniżej -5 kg na ha).

W gospodarstwach utrzymujących zwierzęta poziom azotu dostarczanego z nawożeniem organicznym oszacowano na podstawie przyjętych norm i średniorocznego stanu zwierząt (tabela 31).

Przekroczenie pułapu nawożenia organicznego powyżej granicy zawartej w dyrektywie azotanowej skutkowało zaliczeniem całej nadwyżki do pozycji „pozostałe straty”<sup>132</sup>. W prowadzonym badaniu założono więc, że taka ilość nawozów organicznych pochodzenia zwierzęcego nie mogła być prawidłowo zagospodarowana w danym przedsiębiorstwie.

W bilansowaniu związków azotu uwzględniono jednakową ilość tego składnika trafiającego do gleby z opadem atmosferycznym (17 kg na jeden ha rocznie), jak również ilość azotu wiązanego z atmosfery przez mikroorganizmy żyjące w symbiozie z roślinami motylkowymi (100 kg na ha rocznie). Po stronie rozchodów oraz ilości azotu uwalnianego przez mikroorganizmy glebowe przyjęto, że będzie to 10 kg na jeden ha rocznie.

---

<sup>129</sup> J. Kopiński, *Bilans azotu brutto dla Polski i województw w latach 2002-2005*, [w:] pracy pod redakcją A. Harasim, *Sprawdzenie przydatności współczynników do oceny zrównoważonego gospodarowania zasobami środowiska rolniczego w wybranych gospodarstwach, gminach i województwach*, IUNG-PIB, Puławy 2007.

<sup>130</sup> P. Ilnicki, *Polskie rolnictwo a ochrona środowiska*. Wydawnictwo AR w Poznaniu, Poznań 2004.

<sup>131</sup> A. Harasim, *Przewodnik ekonomiczno-rolniczy w zarysie*, IUNiG-PiB, Puławy 2006.

<sup>132</sup> Dyrektywa Rady Wspólnot Europejskich z dnia 31 grudnia 1991 r. (91/676/EWG) w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego.

Tabela 31

Współczynniki zawartości kg N w nawozach naturalnych wytwarzanych w ciągu roku w zależności od kategorii i grup zwierząt gospodarskich

Kategoria i grupa zwierząt	Ilość kg N na sztukę
Cielęta w wieku poniżej roku	18,00
Młode bydło w wieku 1-2 lat	36,00
Jałówki cielne powyżej 2 lat	40,00
Krowy dojne – ogółem	70,00
Pozostałe bydło (buhaje)	55,00
Prosięta o masie do 20 kg	2,50
Warchlaki o masie od 20 kg do 50 kg	9,00
Tuczniki na ubój o wadze powyżej 50 kg	12,00
Knury	15,00
Lochy – ogółem	14,00
Owce – ogółem	8,00
Kozy – ogółem	7,00
Brojlery	0,14
Nioski kurze	0,70
Kaczki	0,70
Indyki	1,50
Gęsi	1,50
Konie – ogółem	50,00

Źródło: Fotym i Kopiński 2012<sup>133</sup>.

Sporządzenie bilansu wymagało dokonania również oceny ilości azotu pobieranego w zbiorach produktów roślinnych z gruntów ornych, sadów, łąk i pastwisk. W tym celu posłużono się normami zaproponowanymi przez IUNG-PIB (tabela 32)<sup>134</sup>.

<sup>133</sup> M. Fotyma, J. Kopiński, *Chapter: Auxiliary tables*, [w:] pracy zbiorowej pod redakcją J. Igrasa i M. Pastuszak, *Temporal and spatial differences in emission of nitrogen and phosphorus from Polish territory to the Baltic Sea*, IUNG-PIB Puławy, MIR Gdynia, Gdynia – Puławy 2012.

<sup>134</sup> J. Kopiński, *Bilans azotu brutto ...*, op. cit., 2007.

Tabela 32

Współczynniki standardowej zawartości kg N w tonie plonu roślin ich grup

Rodzaj uprawianej rośliny	Ilość kg N na tonę
Pszenica jara – ziarno	21,0
Pszenica ozima – ziarno	19,0
Jęczmień – ziarno	16,0
Kukurydza – ziarno	15,0
Proso – ziarno	20,0
Owies – ziarno	16,0
Żyto – ziarno	16,0
Pszenżyto – ziarno	18,0
Mieszanki zbożowe – ziarno	17,0
Rzepak i rzepik – nasiona	34,0
Inne oleiste (słonecznik) – nasiona	28,0
Strączkowe grubonasienne (bobik, groch) – nasiona	40,0
Ziemniak	3,10
Owoce – ogółem	2,0
Warzywa – ogółem	3,0
Burak cukrowy – korzenie	1,70
Tytoń	30,0
Cykoria korzeniowa	2,0
Chmiel	30,0
Nasiona z plantacji nasiennych (trawy, motylkowe)	20,0
Burak pastewny	1,80
Koniczyna i lucerna – zielonka	5,6
Kukurydza – zielonka	3,7
Inne rośliny pastewne na zielonkę	4,1
Łąki i pastwiska – siano	20,3
Poplony na zielonkę	4,0

Źródło: Kopiński, ... 2007.

**Ochrona przeciwozyjna**, tj. pokrycie gruntów ornych roślinnością w okresie zimowym, jest kolejną cechą uwzględnioną przy tworzeniu miary syntetycznej oddziaływania środowiskowego wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych. Pokrywa roślinna zapobiega procesom niszczenia wierzchniej, a zarazem najważniejszej warstwy gleby w wyniku procesów: wymywania, wywiewania, rozdrabniania i selekcjonowania na skutek działania wiatru i wody. Procesy te są uzależnione od warunków atmosferycznych i szczególnie intensywnie zachodzą w okresach zimowych na glebach niepokrytych roślinnością. Zabezpieczeniem przed tym zjawiskiem jest więc jak najwyższy udział powierzchni roślin ozimych uprawianych w plonie głównym, roślin wieloletnich oraz poplonów ozimych<sup>135</sup>.

We wskaźniku syntetycznym nie uwzględniono natomiast bilansu innych makroskładników, takich jak: fosfor i potas, pomimo że emisja do wód fosforu jest przedmiotem wielu badań zagranicznych<sup>136</sup> i krajowych<sup>137</sup>. Z danych OECD wynika jednak, że rolnictwo w Polsce w bardzo ograniczonym zakresie przyczynia się do zanieczyszczenia wód związkami fosforu<sup>138</sup>. Średnia efektywność wykorzystania tego związku – iloraz ilości wynoszonego fosforu z pól w postaci plonów i ilości wnoszonego do gleby w postaci nawozów fosforowych i mineralnych – wynosi w Polsce prawie 75%. W przypadku azotu efektywność liczona w sposób analogiczny wynosi jedynie 55%<sup>139</sup>. Tylko lokalnie fosfor pochodzenia rolniczego może stanowić problem. Źródeł emisji i zanieczyszczeń tym pierwiastkiem należy poszukiwać w innych dziedzinach gospodarki. Problemem jest również sporządzanie bilansu na poziomie gospodarstwa. Uwzględnienie jedynie wejść i wyjść, bez pomiaru zawartości tego pierwiastka w glebie, może dawać błędne wyniki, gdyż fosfor może być przez dłuższy okres magazynowany w ziemi.

---

<sup>135</sup> W ostatnich latach brak jest postępu na poziomie naszego kraju w zakresie zmniejszenia użytków rolnych zagrożonych poszczególnymi erozjami. Nadal niszczycielskie działanie wiatru w znacznym stopniu zagraża 27,6% powierzchni UR, wodnej – 28,5% łącznej powierzchni użytków rolnych i leśnych, a zjawisko erozji wąwozowej – 17% [D. Bochenek i inni, *Ochrona środowiska 2012*, GUS, Warszawa 2012].

<sup>136</sup>L. Luwers, G. Van Huylenbroeck, *Materials balance based modelling of environmental efficiency*, Materiał z 25. konferencji ekonomistów rolnictwa w Durban, RPA 2003.

<sup>137</sup> W. Wrzaszcz, *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym (7). Bilans nawozowy oraz bilans substancji organicznej w indywidualnych gospodarstwach rolnych*, Raport Programu Wieloletniego nr 129, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2009.

<sup>138</sup> OECD, *Environmental performance of Agriculture in OECD countries since 1990*, OECD Publishing, Paris, France 2008.

<sup>139</sup> J. Kopiński, A. Tujaka, *Bilans azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim w latach 2005-2009*, „Nawozy i nawożenie” nr 4, 2010.

Dobór powyższych wskaźników cząstkowych został uprzednio zweryfikowany w sposób statystyczny przez badanie ich wzajemnych zależności (korelacja bardzo słaba lub statystycznie nieistotna). Opisują one znaczny obszar relacji pomiędzy gospodarstwem rolnym i środowiskiem, choć poza polem obserwacji pozostawały niektóre sfery, takie jak: zużycie pestycydów, poziom wykorzystania paliw kopalnych – bilans energetyczny.

Z uwagi na różne miana wskaźników, kierunki oddziaływania na badane zjawisko oraz skale pomiarowe zostały one poddane procesowi unormowania w drodze unitaryzacji zerowanej<sup>140</sup>. Dla stymulant skorzystano ze wzoru:

$$Z_i = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

gdzie:

$Z_i$  – zmienna znormalizowana,

$X_i$  – wartość zmiennej przed normalizacją,

$X_{min}$  – dla bilansu materii organicznej minimalna wartość obserwowana, minimum absolutne dla: wskaźnika bioróżnorodności (-80 punktów), udziału TUZ (0%), ochrony przeciwerozyjnej (0%),

$X_{max}$  – dla bilansu materii organicznej maksymalna wartość stwierdzona, maksymalna wartość absolutna dla: wskaźnika bioróżnorodności (150 punktów), udziału TUZ (100%), ochrony przeciwerozyjnej (100%).

Bilans azotu jest destymulantą z progiem weta dla parametru zawartego w przedziale od  $-5 (kg \times \frac{1}{ha})$  do  $5 (kg \times \frac{1}{ha})$ . Zmienna ta wymaga nie tylko unormowania, ale jednoczesnego przekształcenia w stymulantę. W tym celu wykorzystano następujący wzór<sup>141</sup>:

$$Z_i = \begin{cases} \frac{X_{max} - |X_i|}{X_{max} - X_{min}} & \text{dla } X_i < -5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \\ 1 & \text{dla } X_i \rightarrow < -5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}; 5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} > \\ \frac{X_{max} - X_i}{X_{max} - X_{min}} & \text{dla } X_i > 5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \end{cases}$$

*Spełnione były przy tym następujące warunki:  $X_{max} \neq X_{min}$  oraz  $X_{max} > |X_i|$ .*

<sup>140</sup> K. Kukuła, *Metoda unitaryzacji zerowanej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.

<sup>141</sup> D. Strahl, M. Walesiak, *Normalizacja zmiennych w referencyjnym systemie granicznym*, Polska Akademia Nauk, „Przegląd Statystyczny”, nr 1, 1997.

Syntetyczny wskaźnik oddziaływania gospodarstwa na środowisko naturalne ( $Ws$ ) obliczono jako średnią arytmetyczną iloczynu wskaźników cząstkowych i przypisanym im wag:

$$Ws = \sum_{j=1}^m v_m Z_{ij} \quad i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m$$

gdzie:

$Z_{ij}$  – znormalizowana wartość  $j$ -tej cechy dla  $i$ -tego obiektu,

$n$  – liczba analizowanych obiektów,

$m$  – liczba przyjętych cech,

$v$  – waga przypisana do  $m$ -tej cechy.

Przyjmowanie założenia o równoważności wszystkich cech stanowi swojego rodzaju uproszczenie. Biorąc pod uwagę trudności w osiągnięciu optymalnych wartości wskaźników cząstkowych, na podstawie wywiadu kierowanego do przedsiębiorców rolnych nadano niższą wagę dla cechy diagnostycznej „ochrona przeciwerozyjna” (tabela 33). W przypadku pozostałych cech wagi były jednakowe.

Tabela 33

Wagi przypisane cechom diagnostycznym służące do konstrukcji wskaźnika  $W_s$

Cechy diagnostyczne	Przypisana waga ( $v$ )
Bioróżnorodność i prawidłowość zmianowania	22,5
Bilans materii organicznej	22,5
Udział trwałych użytków zielonych	22,5
Bilans azotu	22,5
Ochrona przeciwerozyjna	10,0

Źródło: badanie własne.

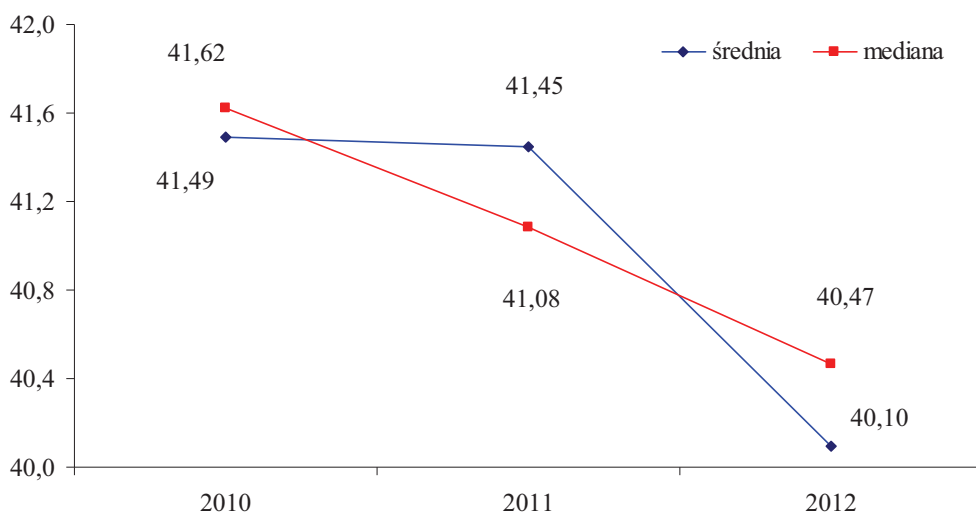
### 3.3. Efektywność środowiskowa i jej determinanty

Zmiany średnich syntetycznego wskaźnika oddziaływania środowiskowego w latach 2010-2012 w badanej zbiorowości wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych wskazuje na nieznaczne pogorszenia się ich efektywności w tej sferze funkcjonowania (wykres 24).

Wykres 24

Miary statystyczne syntetycznego wskaźnika oddziaływania środowiskowego w latach 2010-2012 w badanej zbiorowości

Źródło: badanie własne.



Pogorszenie wykorzystania kapitału naturalnego obserwowano we wszystkich grupach wydzielonych na podstawie formy prawno-organizacyjnej (tabela 34). Na podstawie tak krótkiego okresu nie można jednak stwierdzić, czy mamy do czynienia ze stałym trendem spadkowym, czy też wahaniami o charakterze sezonowym. Nie można określić, czy pogorszenie wykorzystania kapitału naturalnego wynikało ze zmian technologiczno-technicznych dokonujących się w zbiorowości wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych, czy było spowodowane czynnikiem losowym (warunkami pogodowymi) lub oddziaływaniem innego elementu otoczenia zewnętrznego (państwa).

Forma prawno-organizacyjnej była również jedyną cechą jakościową - wielkokodową, która w sposób statystycznie istotny różnicowała badaną zbiorowość we wszystkich trzech latach. Wynikało to z faktu, iż jednoosobowe spółki Skarbu Państwa odznaczały się znacznie wyższym poziomem generowa-



nia dodatnich efektów dla środowiska, w porównaniu do komercyjnych przedsiębiorstw rolnych.

Tabela 34

Wskaźnik oddziaływania przedsiębiorstw rolnych  
na środowisko naturalne w latach 2010-2012

Wybrane miary statystyczne w latach		Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		
				z majątkiem		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	zakupionym	dzierżawionym	
2012	średnia	39,24	39,12	38,12	37,56	45,18
	mediana	40,19	37,30	38,78	37,92	42,70
	odchyl. standar.	6,19	10,92	7,90	7,10	9,03
2011	średnia	39,42	39,14	40,11	40,87	45,85
	mediana	40,23	39,17	39,70	40,89	44,71
	odchyl. standar.	7,47	6,76	5,66	7,74	8,10
2010	średnia	41,37	39,56	40,51	41,54	47,26
	mediana	40,75	40,72	41,50	42,03	46,16
	odchyl. standar.	7,02	7,64	5,53	5,75	7,54

Źródło: badanie własne.

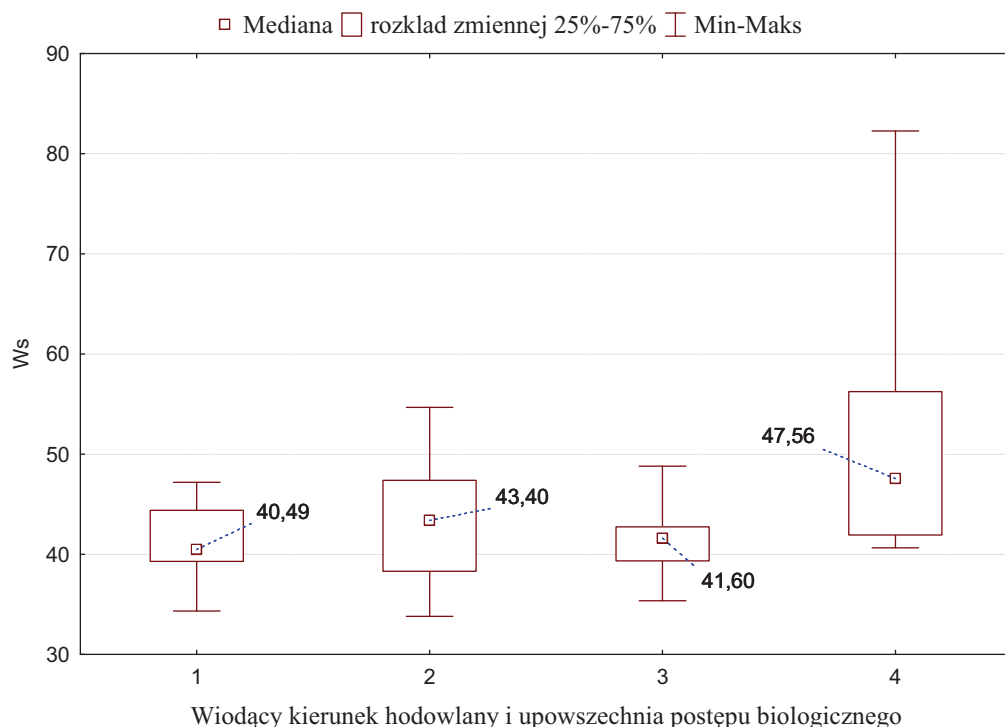
Realizując prace hodowlane i te związane z upowszechnianiem postępu biologicznego, a zarazem cele ukierunkowane na maksymalizację wyniku finansowego, spółki wykorzystywały technologię pozwalającą w największym stopniu ograniczyć przyrodniczo negatywne skutki prowadzonej działalności rolnej. Równocześnie stosowany przez nie sposób produkcji w największym stopniu zachowywał jakość wykorzystywanych zasobów naturalnych, a więc ich działalność była najkorzystniejsza z punktu widzenia społecznego.

Kształtowanie relacji przedsiębiorstwo rolne-środowisko naturalne w grupie jednoosobowych spółek Skarbu Państwa nie było jednolite (wykres 25). Spółki „końskie” – grupa 4, a więc realizujące hodowlę koni oraz stada ogierów były podmiotami o najwyższym poziomie wskaźnika oddziaływania przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne w 2012 roku. Różnica pomiędzy nimi i pozostałymi grupami jednoosobowych spółek Skarbu Państwa była statystycznie istotna. Wyższym wskaźnikiem *Ws* na tle pozostałych dwóch grup jednoosobowych spółek Skarbu Państwa odznaczały się również te spółki, które zajmowały się hodowlą bydła (grupa 2). Nie stwierdzono natomiast różnic pomiędzy spółkami ukierunkowanymi na hodowlę roślin (grupa 1) i hodowlę pozostałych mieszanych gatunków zwierząt (grupa 3).

Należy podkreślić, że kierunek prac hodowlanych i upowszechnianie postępu biologicznego były jedyną cechą, która w sposób statystycznie istotny różnicowały w 2012 roku zbiorowość jednoosobowych spółek Skarbu Państwa.

Wykres 25

Wskaźnik oddziaływania przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa w zależności od wiodącego kierunku prac hodowlanych



Źródło: obliczenia własne.

W przypadku zbiorowości prywatnych przedsiębiorstw znacznie niższa efektywność wykorzystania kapitału naturalnego w stosunku do spółek państwowych świadczy o istnieniu pewnych cech, mających wpływ na to zjawisko. Prowadzenia działalności prośrodowiskowej może negatywnie wpływać na efektywność technicznego wykorzystania zasobów produkcyjnych, jak również na wyniki finansowe. Potwierdzeniem takiego wpływu może być ujemna zależność pomiędzy wskaźnikami obrazującymi te sfery funkcjonowania przedsiębiorstwa a wskaźnikiem przyjazności środowiskowej (tabela 35). Ujemna korelacja jest obserwowana zwłaszcza w grupie jednoosobowych spółek Skarbu Państwa, a więc zbiorowości o najwyższym poziomie wskaźnika *Ws*. Przedsiębiorstwa prywatne, ograniczając ryzyko pogorszenia efektywności ekonomicz-

nej, mogły więc unikać tych aktywności, które były najbardziej sprzyjające środowisku naturalnemu.

Tabela 35

Poziom zależności między oddziaływaniem środowiskowym (*Ws*) jako zmienną objaśniającą, a miarami efektywności finansowej i technicznej w latach 2010-2012

Miary i wskaźniki	Wyszczególnienie					
	Jednoosobowe spółki Skarbu Państwa			Cała zbiorowość przedsiębiorstw		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Wskaźnik opłacalności sprzedaży	<b>-0,5742</b>	<b>-0,4374</b>	<b>-0,4048</b>	-0,0266	<b>-0,3122</b>	<b>-0,1427</b>
Wskaźnik opłacalności ogółem	<b>-0,4355</b>	<b>-0,4941</b>	<b>-0,4508</b>	-0,0524	<b>-0,2881</b>	<b>-0,1666</b>
Wskaźnik wartości dodanej	<b>0,6308</b>	<b>0,3930</b>	0,0104	-0,0060	-0,0220	-0,0238
Rentowność kapitału własnego	-0,0393	<b>-0,3715</b>	<b>-0,2797</b>	-0,1010	<b>-0,2827</b>	<b>-0,1638</b>
Efektywność techniczna CCR	<b>-0,3667</b>	-0,1133	-0,0724	-0,0923	<b>-0,1922</b>	-0,0823
Efektywność techniczna BCC	<b>-0,4574</b>	<b>-0,2724</b>	-0,2086	<b>-0,1655</b>	<b>-0,1986</b>	-0,0611
Stopa subsydiowania	<b>0,6581</b>	<b>0,3668</b>	0,0110	0,0159	0,0719	0,0104

Pogrubiono, te zmienne które okazały się statystycznie istotne. Dodatkowo wystornowano na czerwono w przypadku poziomu istotności  $p < 0,05$ , na niebiesko  $0,05 \leq p < 0,10$

Źródło: badanie własne.

Z drugiej strony jednoosobowe spółki Skarbu Państwa odznaczają się wysokim poziomem jakości zarządzania (wykształcenie, staż pracy prezesów spółek), jak również przygotowaniem załóg do pracy w rolnictwie. Wiedza i umiejętność jej wykorzystania są kluczowymi elementami decydującymi o efektywność środowiskowej przedsiębiorstw rolnych.

Sama przynależność do określonej grupy wyznaczonej z uwagi na formę własności majątku, czy też organizację przedsiębiorstw w zbiorowości jednostek komercyjnych nie decydowała o różnicy w poziomie przyjazności dla środowiska naturalnego. Nie potwierdzono więc w warunkach polskich tezy, że na skłonność do kształtowania negatywnych skutków dla środowiska naturalnego wpływa forma własnościowa majątku, a zwłaszcza prawo własności ziemi rolnej. Dzierżawa jako forma polegająca na oderwaniu prawa użytkowania od władania ziemią niesie ryzyko mniejszej skłonności posiadacza zależnego do inwestowania w konserwację gleby, stosowania praktyk i podejmowania działań zmierzających do zachowania jej żyzności w długim okresie czasu. W konsekwencji może to prowadzić do pogorszenia produktywności ziemi w długiej perspektywie. Dzierżawcy nie będąc właścicielami, nie korzystają bowiem ze

zmian wartości użytkowanych przez nich środków produkcji w wyniku wzrostu ich wyceny rynkowej, w sytuacji gdy wycena ziemi jest warunkowana jej produktywnością. Czerpią korzyści z bieżącego zagospodarowywania majątku dzierżawionego, co zachęca do realizacji celów krótkoterminowych. Jednak zawieranie długoterminowych umów skłania użytkowników do działań zmierzających do zachowania żyzności ziemi w długim okresie czasu, zwłaszcza wówczas, gdy istnieje duże prawdopodobieństwo kontynuacji najmu w ramach kolejnych kontraktów lub istnieje szansa na jej nabycie na własność. Również jest to uzależnione od postaw samego wydzierżawiającego i umiejętności zabezpieczenia w umowie warunków zapewniających nie pogorszenie jakości gleby (np. zawartości materii organicznej, składników mineralnych) oraz możliwości wyegzekwowania przestrzegania tych warunków. Należy więc oczekiwać, że dopiero pojawienie się sygnałów lub informacji o braku możliwości przedłużenia użytkowania ziemi u posiadaczy zależnych może obniżać skłonność do inwestowania w podnoszenie efektywności środowiskowej.

Zakup ziemi rolniczej powinien być czynnikiem stabilizacyjnym i stymulować pozytywne oddziaływanie przedsiębiorstw w relacji ze środowiskiem naturalnym. Realizacja celów długoterminowych wymaga bowiem zachowanie potencjału kapitału naturalnego. Jednak jeżeli jest on dokonywany przy braku dostatecznej ilości finansowych środków własnych, następują duże fluktuacje cen produktów rolnych i zmiany pozostałych warunków zewnętrznych. Inwestycja taka jest obciążona dużym ryzykiem ekonomicznym. Możliwość powstawania okresowych lub nawet trwałych napięć w płynności finansowej jednostki nie sprzyja efektywności środowiskowej. Zachowanie kapitału właścicielskiego jest jednym z podstawowych celów biznesowych przedsiębiorstw, będzie więc ono przedkładane nad inwestowaniem w kapitał naturalny, o ile nie prowadzi to do uniknięcia bankructwa (ograniczenie dopłat lub nałożenie kar finansowych) lub zaprzestania działalności (administracyjny zakaz) wynikających z przekroczenia przyjętych norm prawnych w dziedzinie ochrony środowiska. Tak więc niezależnie od formy posiadania ziemi o oddziaływaniu na środowisko naturalne decyduje stabilność warunków jej użytkowania w długim okresie czasu i faza rozwoju przedsiębiorstwa rolnego<sup>142</sup>.

W zbiorowości przedsiębiorstw prywatnych nie potwierdzono różnicy pomiędzy wskaźnika oddziaływania środowiskowego spółek i przedsiębiorstw osób fizycznych (gospodarstwa indywidualne). Posiadanie gospodarstwa przez jednego właściciela lub kilka osób i skala produkcji nie wpływały więc na oddziaływanie przedsiębiorstw na środowisko naturalne.

---

<sup>142</sup> E. Lichtenberg, J. Shortle, J. Wilen, D. Zilberman: *Natural...*, op. cit., 2010.

Niewiele jest również cech ilościowych, które w sposób statystycznie istotny jednoznacznie, a więc w całym badanym okresie, wpływałyby na poziom oddziaływania przedsiębiorstwa na środowisko naturalne (tabela 36).

Tabela 36

Wpływ wybranych cech ilościowych na wskaźnik oddziaływania wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne w latach 2010-2012

Wybrane cechy	Lata		
	2010	2011	2012
<b>Powierzchnia gospodarstwa</b>	0,1700 **	0,0769	0,1044
<b>Zatrudnienie na stanowiskach robotniczych</b>	0,0223	-0,0098	0,0452
<b>Stopy:</b>			
Inwestowania II	0,1820 **	-0,0437	-0,1054
<b>Wskaźnik wykorzystania kapitału pracującego</b>	0,1184	-0,0979	0,1376 *
<b>Wskaźnik zadłużenia długoterminowego:</b>	-0,0467	0,0699	-0,0707
<b>Współczynnik płynności bieżącej</b>	0,0468	-0,0500	
<b>Wskaźnik bonitacji gleby</b>	-0,0702	-0,1541 **	-0,0304
<b>Udział:</b>			
ziemi własnej w strukturze gruntów rolnych	-0,0555	-0,1761 **	-0,1075
gruntów ornych w strukturze UR	-0,1560 *	-0,4378 ***	-0,1871 **
produktów rolnych w przychodach ze sprzedaży	0,0948	0,0193	0,0898
<b>Udział w strukturze zasiewów:</b>			
zbóż	-0,3768 ***	-0,2905 ***	-0,1916 **
rzepaku	0,2841 ***	-0,0334	-0,1011
buraków cukrowych	0,1302	0,0152	0,0455
<b>Nawożenie mineralne NPK</b>	-0,2711 ***	-0,3691 ***	-0,1917 **
<b>Wskaźniki organizacji produkcji:</b>			
towarowości struktury zasiewów	-0,2999 ***	-0,2171 **	-0,1700 **
intensywności produkcji zwierzęcej	0,1848 **	0,2482 **	0,1211
intensywności produkcji roślinnej	-0,2545 ***	-0,186 **	-0,0161
intensywność produkcji rolniczej łącznie	-0,1607	0,0186	-0,0012
<b>Obsada zwierząt (SD/ha):</b>			
łącznie	0,0292	0,0097	0,0072
zwierzęta żywione paszami objętościowymi	0,4794 ***	0,1156	0,0953
krów	0,4229 ***	0,1115	0,1394 *
<b>Wiek zarządcy gospodarstwa</b>	0,0303	0,0446	0,0238

Gdy poziom istotności  $p < 0,001$  oznakowano \*\*\*, gdy poziom istotności  $p$  mieścił się w przedziale  $0,001 \leq p < 0,05$  oznakowano \*\*, gdy poziom istotności  $p$  mieścił się w przedziale  $0,05 \leq p < 0,1$  oznakowano \*, w innym przypadku pozostawiono puste pole.

<sup>a</sup> szczegółowy opis prezentowanych zmiennych został sporządzony w załączniku nr 1.

Źródło: obliczenia własne.

Negatywnie na tą sferę efektywności przedsiębiorstw wpływał udział zbóż w strukturze zasiewów, poziom nawożenia mineralnego, udział gruntów ornych w strukturze użytkowania gruntów rolnych oraz towarowość struktury zasiewów. W latach 2010-2011 dodatkowo intensywność produkcji roślinnej pogorszała efektywność środowiskową. Pozytywny wpływ wywierała z kolei obecność zwierząt żywionych paszami objętościowymi, w tym obsada krów na ha użytków rolnych. Czynniki te były statystycznie istotne w 2010 roku, a obsada krów dodatkowo w 2012 roku. W 2010 roku statystycznie istotną zależność obserwowano z kolei pomiędzy wskaźnikiem *Ws* a powierzchnią wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych.

Wskaźnik oddziaływania środowiskowego jest miarą syntetyczną, której zmienność jest warunkowana fluktuacją i siłą zmian analizowanych cech diagnostycznych w ramach poszczególnych grup jednostek. W przypadku odmiennych kierunków ich oddziaływania oraz zróżnicowanej siły wpływ ten może się wzajemnie znosić. Badając jedynie miarę syntetyczną *Ws*, można tego zjawiska nie zaobserwować, a więc istnieje potrzeba analizy jej wskaźników cząstkowych-składowych.

Cecha diagnostyczna – bioróżnorodności i prawidłowości zmianowania - - była tym wskaźnikiem punktowym, której zmiany niemal we wszystkich grupach prawno-organizacyjnych przebiegały, tak jak w mierze syntetycznej *Ws*, z wyjątkiem spółek prywatnych z majątkiem zakupionym (tabela 37).

Tabela 37

Bioróżnorodność i prawidłowość zmianowania wyrażone w punktach w badanych grupach przedsiębiorstw rolnych w latach 2010-2012

Wybrane miary statystyczne w latach		Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	zakupionym	dzierżawionym	
2012	średnia	8,79	-0,83	37,81	22,96	44,09
	mediana	26,45	1,45	40,76	27,46	48,68
	odchyl. standar.	53,27	50,86	40,93	40,34	30,34
2011	średnia	13,11	13,57	36,44	40,78	49,46
	mediana	23,97	22,94	44,55	41,23	50,42
	odchyl. standar.	44,84	48,80	46,25	36,87	31,95
2010	średnia	20,52	9,65	38,41	38,09	59,77
	mediana	32,95	27,14	44,32	37,54	65,32
	odchyl. standar.	45,19	53,15	46,29	39,35	21,52

Źródło: opracowanie własne.

Spółki z majątkiem zakupionym były grupą o najwyższym poziomie wskaźnika bioróżnorodności i prawidłowego zmianowania w 2012 roku w zbiorowości jednostek prywatnych. Względna stabilizacja wskaźnika bioróżnorodności i prawidłowego zmianowania w grupie tej w latach 2010-2012 wynikała między innymi ze zmniejszania się udziału przedsiębiorstw z monokulturową strukturą produkcji roślinnej. W 2010 roku takich spółek z majątkiem zakupionym było 6%, w 2011 roku – 4%, a w 2012 już tylko 2,2%. Wyraźnie niższym poziomem bioróżnorodności i prawidłowego zmianowania odznaczały się przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym i dzierżawionym. W grupie z majątkiem zakupionym wskaźnik bioróżnorodności i prawidłowego zmianowania w 2012 roku przyjął wartość ujemną. Było to spowodowane dużym udziałem – 18,2% przedsiębiorstw uprawiających zboża w monokulturze. Najwyższym poziomem wskaźnika bioróżnorodności i prawidłowości zmianowania odznaczały się jednoosobowe spółki Skarbu Państwa. Podmioty te w największym stopniu miały więc zróżnicowaną strukturę uprawy roślin na gruntach ornych. Jednak również w tej grupie postępował spadek miary punktowej w czasie, a to oznacza podejmowanie działań w kierunku upraszczania struktury zasiewów.

Kolejną analizowaną cechą był bilansu materii organicznej w glebie (tabela 38).

Tabela 38

Bilans materii organicznej wyrażony w suchej masie obornika (dt/ha)  
w badanych grupach przedsiębiorstw rolnych w latach 2010-2012

Wybrane miary statystyczne w latach		Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		
				z majątkiem		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	zakupionym	dzierżawionym	
2012	średnia	60,36	24,33	39,20	35,45	47,37
	mediana	52,79	8,37	31,43	30,30	49,14
	odchyl. standar.	77,11	73,90	53,15	51,95	36,99
2011	średnia	58,35	31,28	44,72	27,33	39,80
	mediana	33,11	12,69	30,20	20,45	36,83
	odchyl. standar.	71,66	65,56	64,54	42,86	25,91
2010	średnia	51,19	39,32	39,75	32,06	31,51
	mediana	32,15	29,91	24,50	26,51	37,79
	odchyl. standar.	80,80	59,04	57,31	40,83	20,94

Źródło: opracowanie własne.

Najwięcej w 2012 roku materii organicznej było wnoszone do gleby w przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym, natomiast naj-

mniej w przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym. Ta ostatnia grupa jako jedyna odnotowała systematyczny spadek poziomu tej cechy diagnostycznej w latach 2010-2012. Było to spowodowane zmianami systemu produkcji, w tym przechodzeniem na system bezinwentarzowy, przy ograniczaniu wykorzystywania roślin zwiększających zawartość próchnicy w glebie (motylkowate, poplony). W 2012 roku, aż w 36,6% przedsiębiorstwach osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym zawartość próchnicy w glebie ulegała degradacji, co było największym odsetkiem w całej badanej zbiorowości (średnia 17,6%).

Jednoosobowe spółki Skarbu Państwa były jedyną grupą, w której systematycznie zwiększała się zawartość materii organicznej w glebie w latach 2010-2012. W grupie tej najmniejszy odsetek przedsiębiorstw wykazywał ujemny bilans materii organicznej (11,6%). Drugą grupą o najmniejszym udziale przedsiębiorstw z ujemnym bilansem materii organicznej były przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym. W 2012 roku 13,9% przedsiębiorstw w tej grupie przyczyniało się do degradacji próchnicy w posiadanej ziemi rolnej.

Wprowadzenie od 2007 roku tzw. płatności zwierzęcej, wyższej płatności uzupełniającej do trwałych użytków zielonych okresowo zwiększyło ich wykorzystanie produkcyjne oraz zahamowało spadek ich udziału w strukturze użytków rolnych w badanej próbie (tabela 39).

Tabela 39

Udział zagospodarowanych TUZ w strukturze użytków rolnych w badanych grupach przedsiębiorstw rolnych w latach 2010-2012

Wybrane miary statystyczne w latach		Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		
				z majątkiem		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	zakupionym	dzierżawionym	
2012	średnia	4,41	7,11	4,52	5,76	18,74
	mediana	0,00	0,00	0,00	0,00	10,02
	odchyl. standar.	13,76	13,96	6,62	15,77	22,36
2011	średnia	4,36	6,52	3,67	6,70	18,39
	mediana	0,00	0,00	0,00	1,76	8,72
	odchyl. standar.	13,29	13,44	5,84	15,59	22,81
2010	średnia	4,75	6,37	3,36	5,02	14,52
	mediana	0,00	0,00	0,00	0,72	6,07
	odchyl. standar.	13,48	13,24	5,28	10,06	26,58

Źródło: opracowanie własne.



W ramach poszczególnych grup udział przedsiębiorstw z trwałymi użytkami zielonymi był w latach 2010-2012 stabilny, jednak zdecydowanie najwyższy w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa i najmniej zróżnicowany. W grupie tej prawie 95% spółek utrzymywało trwale użytki zielone, co jest największym odsetkiem w badanej zbiorowości. Drugą grupą pod względem udziału TUZ w strukturze użytków rolnych były przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym. Jednak w tej zbiorowości jedynie 36,3% przedsiębiorstw w 2012 roku utrzymywało TUZ. Relatywnie wyższym udziałem podmiotów z TUZ odznaczały się spółki prywatne z majątkiem dzierżawionym – prawie 48,9%, oraz spółki prywatne z majątkiem zakupionym – 48,2% jednostek.

W latach 2010-2012 obserwowano wahania ponadnormatywnych strat azotu zarówno w czasie, jak również znaczne zróżnicowanie międzygrupowe (tabela 40).

Tabela 40

Ponadnormatywne straty azotu (kg/ha) w badanych grupach przedsiębiorstw rolnych w latach 2010-2012

Wybrane miary statystyczne w latach		Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		
				z majątkiem		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	zakupionym	dzierżawionym	
2012	średnia	119,71	92,32	142,27	118,84	83,56
	mediana	111,27	90,99	103,32	106,58	100,12
	odchyl. standar.	88,31	60,72	115,12	76,02	72,62
2011	średnia	124,16	99,17	137,05	119,06	96,61
	mediana	115,38	105,48	117,68	117,24	95,16
	odchyl. standar.	63,07	62,01	80,62	73,83	74,29
2010	średnia	106,28	98,43	122,81	111,40	78,16
	mediana	102,20	90,05	120,11	105,88	102,24
	odchyl. standar.	65,04	59,12	72,60	72,18	51,43

Źródło: opracowanie własne.

Najmniej korzystny bilans azotu we wszystkich badanych grupach stwierdzono w 2011 roku, a więc w okresie najkorzystniejszej koniunktury na produkty roślinne. Poprawa relacji cenowych zbytu zbóż w stosunku do nawozów mineralnych skłaniała przedsiębiorstwa rolne do zwiększania zużycia środków płonotwórczych, w tym azotu. Było to spowodowane znaczną korektą cen tego środka produkcji bezpośrednio w roku poprzedzającym żniwa. Należy bowiem pamiętać że znaczna część nawozów jest nabywana przez gospodarstwa rolne

w roku poprzedzającym żniwa i stosowana jesienią, lub przetrzymywana do kolejnego roku kalendarzowego. W 2010 roku ceny nawozów mineralnych spadły o ponad 10% w stosunku do 2009 roku, aby w 2011 wzrosnąć o prawie 20%. Zmniejszenie strat tego składnika w latach 2012 było między innymi efektem spadku opłacalności produkcji roślinnej z uwagi na wzrost cen nawozów mineralnych. Do wzrostu strat azotu w latach 2011-2012 roku przyczyniły się warunki agrometeorologiczne. Wymarznięcia części upraw ozimych spowodowało potrzebę dokonania przesiewów upraw oraz zwiększyło straty azotu w wyniku wymywania i nityfikacji.

Niezależnie od warunków rynkowych grupą wykazującą najniższe ponadnormatywne straty azotu były jednoosobowe spółki Skarbu Państwa oraz przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym.

Udział gruntów ornych pokrytych roślinnością w okresie zimowym jest kolejną cechą, istotną z punktu widzenia efektywności środowiskowej. Na zróżnicowanie tej cechy diagnostycznej wpływ miał zarówno czynnik czasu, jak również forma prawno-organizacyjna przedsiębiorstwa. W latach 2010-2012 obserwowano spadek udziału gruntów ornych pokrytych roślinnością w okresie zimowym niemal we wszystkich badanych grupach prawno-organizacyjnych (tabela 41).

Tabela 41

Udział gruntów ornych pokrytych roślinnością w okresie zimowym  
w badanych grupach przedsiębiorstw rolnych w latach 2010-2012

Wybrane miary statystyczne w latach		Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem		Spółki		
				z majątkiem		Skarbu Państwa
		zakupionym	dzierżawionym	zakupionym	dzierżawionym	
2012	średnia	66,76	61,84	60,52	58,44	55,12
	mediana	73,74	66,43	58,88	61,12	51,91
	odchyl. standar.	28,35	29,28	22,69	29,16	22,68
2011	średnia	74,02	68,11	75,15	70,44	62,62
	mediana	75,45	72,35	74,96	75,27	66,02
	odchyl. standar.	23,67	25,92	15,86	22,14	18,88
2010	średnia	79,32	70,88	74,81	78,07	66,60
	mediana	85,92	77,00	80,04	81,92	70,63
	odchyl. standar.	22,36	25,70	24,96	19,44	22,40

Źródło: opracowanie własne.

Zmniejszenie powierzchni gruntów ornych okrytych roślinnością w okresie zimowym było spowodowane jednak głównie warunkami agrometeorologicznymi. Wymarznięcia zbóż ozimych i rzepaku wymusiły potrzebę obsiania tych powierzchni odmianami jarymi i kukurydzą. Ryzyko pogodowe sprawiło, że pomimo wyższych plonów zbóż ozimych, wielkotowarowe przedsiębiorstwa rolne zaczęły zwiększać uprawę odmian jarych. Dodatkowo na zmniejszenie powierzchni gruntów ornych okrytych roślinnością w okresie zimowym miało wpływ zakończenie programów rolnośrodowiskowych w części badanych jednostek i ograniczenie upraw poplonów ozimych.

## Podsumowanie i wnioski

Prezentowana publikacja zawiera pogłębioną syntezę metodologii pomiaru efektywności technicznej i produktywności zasobów produkcyjnych oraz oddziaływania gospodarstw rolnych na środowisko naturalne. Sporo miejsca poświęcono prezentacji metody DEA – Data Envelopment Analysis, oraz poszczególnych rodzajów modeli i ich przydatności do badania określonych obszarów efektywności technicznej i produktywności. Metoda daje bowiem bardzo duże możliwości w ocenie łącznego wykorzystania nakładów produkcyjnych, ale poszczególne modele mają pewne ograniczenia, niekiedy w istotny sposób wpływające na uzyskane wyniki efektywności. Część teoretyczna pracy stanowi jednak tylko wprowadzenie do części analitycznej, w której na szczególną uwagę zasługują następujące ustalenia:

1. Zbiorowość wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych nie jest jednorodna pod względem wielu cech. Jedną z nich jest stosowana technologia wytwarzania, czyli proporcje wykorzystywanych czynników produkcji. Między innymi grupa jednoosobowych spółek Skarbu Państwa wyróżniała się najwyższym poziomem zatrudnienia w przeliczeniu na stan posiadanych zasobów ziemi. Wynikało to zarówno z charakteru prowadzonej działalności rolniczej, jak i pozarolniczej. Nie bez znaczenia był tu fakt prowadzenia prac związanych tworzeniem postępu biologicznego oraz ukierunkowanie produkcyjne części podmiotów wymagające większych nakładów pracy. Takim przykładem może być zaangażowanie czynników produkcji w chowie i hodowli koni.
2. Najniższą relację pracy w stosunku do nakładów ziemi obserwowano w przedsiębiorstwach osób fizycznych z majątkiem zakupionym. Była to jednocześnie zbiorowość o najwyższym zużyciu materiałów i energii w stosunku do nakładów pracy. Łącznie z grupą gospodarstw osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym odznaczała się ona również najwyższym poziomem technicznego uzbrojenia pracy (relacja aktywów trwałych do nakładów pracy). Odmienność technologiczna obu grup pod względem tego parametru była znaczna w stosunku do pozostałej części badanej zbiorowości.
3. Syntetyczny miernik substytucyjności nakładów, tj. proporcji ich wzajemnej zastępowalności, w badanej zbiorowości kształtował się na bardzo wysokim poziomie, co oznacza, że obserwowano przewagę procesów substytucyjności nad komplementarnością. Stosowanie odmiennej technologii w poszczególnych grupach przedsiębiorstw nie miało jednak wpływu na zróżnicowanie syntetycznego miernika substytucyjności w poszczególnych formach prawno-organizacyjnych. Obserwowano natomiast

zmiany w czasie cząstkowych wskaźników wzajemnej zastępowalności nakładów w latach 2010-2012, a to świadczy o zmianach ich cząstkowej efektywności wykorzystania.

4. Ilościowa zastępowalność nakładów, będąca iloczynem współczynnika substytucyjności i relacją użytych nakładów, ulegała znacznym fluktuacjom w czasie i była odmienna w poszczególnych grupach wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych. Nakazuje to zachować dużą ostrożność w formułowaniu rekomendacji dotyczących zmian relacji nakładów w przedsiębiorstwach rolnych i ograniczania zastosowania jednego ich rodzaju względem innych.
5. Przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem zakupionym wykazywały najwyższy poziom efektywności technicznej przy założeniu stałych efektów skali produkcji. Kolejne trzy grupy, a więc: przedsiębiorstwa osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym, spółki prywatne z majątkiem zakupionym i dzierżawionym osiągały bardzo zbliżony poziom efektywności. Najniższą sprawnością techniczną przy założeniu stałych efektów skali produkcji charakteryzowały się natomiast jednoosobowe spółki Skarbu Państwa. Zakładając zmienne efekty skali produkcji, wielkotowarowe przedsiębiorstwa osób fizycznych były w 2012 roku nadal grupą o najwyższym poziomie efektywności technicznej. Jednak różnica pomiędzy tą zbiorowością, a kolejnymi grupami zwłaszcza jednoosobowymi spółkami Skarbu Państwa, była statystycznie nieistotna.
6. W latach 2010-2012 indeks produktywności całkowitej (Malmquista) znacznie przekraczał wartość 100 (średnio 110,2%), a to oznacza, że w badanej zbiorowości w ujęciu rok do roku dokonywała się znacząca poprawa produkcyjnego wykorzystania zasobów z punktu widzenia technicznego. Progres produktywności całkowitej w latach 2010-2012 był spowodowany dokonującymi się zmianami technologicznymi, a więc poprawą możliwości wykorzystania zasobów w czasie w wyniku przesuwania granicy optymalnych możliwości technicznych i poszerzeniem zakresu dopuszczalnych rozwiązań produkcyjnych. Niemal w równym stopniu na wielkość całkowitej produktywności oddziaływała zmiana indeksu postępu technicznego. Przedsiębiorstwa zatem poprawiały swoją skuteczność transformacji nakładów w efekt względem technologii dostępnych w roku bazowym – bezpośrednio porównywanym. Najniższym wzrostem produktywności zasobów na tle całej badanej zbiorowości odznaczały się jednoosobowe spółki Skarbu Państwa, które jako jedyna grupa odnotowała regres produktywności w 2012 roku.

7. Przyczyn niższej sprawności technicznej jednoosobowych spółek Skarbu Państwa nie należy jednak poszukiwać w specyficznych cechach tej formy prawnej przedsiębiorstwa oraz fakcie prowadzenia prac hodowlanych i upowszechniania postępu biologicznego. Zarówno jednoosobowe spółki Skarbu Państwa postrzegające dalszą aktywność w tym obszarze jako szansę dla siebie, jak i zagrożenie dla swej dalszej działalności wykazywały się bowiem wyższą sprawnością techniczną.
8. Cechą, która w sposób statystycznie istotny różnicowała zbiorowość jednoosobowych spółek Skarbu Państwa pod względem efektywności technicznej, był jednak wiodący kierunek hodowlany i upowszechniania postępu biologicznego. Niezależnie od efektów skali produkcji efektywność techniczna w tzw. spółkach końskich (hodowla koni i stada ogierów) była znacznie niższa niż w pozostałych podgrupach. Ich efektywność techniczna rzutowała na wyniki całej grupy, w sposób istotny zaniżając wyniki jednoosobowych spółek Skarbu Państwa w tej sferze ich działalności. Przyczyn niższej efektywności technicznej podgrupy spółek „końskich” należy jednak upatrywać jedynie w uwarunkowaniach sektorowych i problemach finansowych dotyczących całą branżę, w tym prywatnych podmiotów zajmujących się chowem i hodowlą koni. Problemy te są na tyle poważne, że rzutują na ich sprawność techniczną.
9. W zależności od formy władania majątkiem i organizacji prawnej przedsiębiorstwa (obu tych cech łącznie) poszczególne charakterystyki podmiotów w sposób odmienny wpływały na sprawność techniczną jednostki, co wykazano w wynikach regresji wielorakiej. Cechą, której kierunek oddziaływania nie ulegał zmianom i silnie determinowała efektywność techniczną, była stopa subsydiowania.
10. Wśród obecnie stosowanych instrumentów wsparcia budżetowego rolnictwa polskiego niemal wszystkie negatywnie wpływają bezpośrednio na bieżącą efektywność techniczną, z wyjątkiem dopłat wspierających nabycie trwałych środków produkcji oraz instrumentów obniżających oprocentowanie kredytów preferencyjnych o charakterze stymulującym inwestycje w środki trwałe. Oba instrumenty pobudzają bowiem działania mające na celu poprawę wyposażenia w środki trwałe, a niekiedy skłaniają do powiększenia skali produkcji.
11. Istnieje jednak pośredni wpływ subwencji poprzez kształtowanie obszarów decydujących o kondycji finansowej przedsiębiorstw. Spodziewany kierunek i siła związku z efektywnością techniczną i produktywnością zasobów jest jednak uzależniona od stanu finansowego gospodarstwa rolne-

go. Przeprowadzone badania wskazują, że w badanej zbiorowości jest on pozytywny choć siła influencji jest niewielka.

12. We współczesnym rolnictwie obserwowane jest współistnienie różnych systemów produkcji rolnej o odmiennym poziomie technicznej efektywności wykorzystania zasobów produkcyjnych pochodzenia antropogenicznego, zasobów pracy oraz kapitału naturalnego. Czynione uproszczenie polegające na przypisaniu wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych jedynie do industrialnego systemu wytwarzania, który zarazem jest najbardziej szkodliwy dla środowiska naturalnego, jest niewłaściwe. Dzieje się tak z uwagi na wysoką towarowość produkcji końcowej i efektywność techniczną tej grupy gospodarstw. Obecnie w rolnictwie towarowym dominują jednak systemy produkcji precyzyjnej i integrowanej, łączącej wysoką sprawność techniczną z ograniczeniem negatywnego wpływu na środowisko naturalne.
13. Wprowadzanie bardziej odpornych na choroby i szkodniki odmian roślin i ras zwierząt wykorzystujących w lepszym stopniu składniki odżywcze jest jednym z bardziej efektywnych sposobów poprawy relacji gospodarstwo rolne – środowisko naturalne. Na podstawie dzisiejszej wiedzy nie można jednak stwierdzić, czy wprowadzenie na szeroką skalę organizmów genetycznie zmodyfikowanych stanowi rozwiązanie problemu połączenia wysokiej produktywności wytwarzania żywności i przyjazności rolnictwa dla środowiska naturalnego, czy też stworzy poważne problemy dla agrośrodowiska w przyszłości? Bezpiecznym rozwiązaniem jest natomiast upowszechnianie innych nośników postępu biologicznego w rolnictwie, a duży potencjał w tej sferze posiadają jednoosobowe spółki Skarbu Państwa podległe Agencji Nieruchomości Rolnych.
14. Wymuszanie określonych zachowań prośrodowiskowych producentów rolnych przez państwo za pośrednictwem zestawu zaleceń, nakazów, ograniczeń, a nawet ich nagradzanie, nie jest wystarczającym działaniem bez wytyczenia określonego wzorca rozwoju oraz uświadomienia potrzeby jego realizacji. Ważną rolę w tym zakresie może odegrać społeczeństwo (konsumenci), zwłaszcza o charakterze lokalnym, którzy tworząc opinie mogą wymuszać określone zachowanie wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych, w tym eliminować stosowanie nieprzyjaznych dla środowiska naturalnego technik i technologii produkcji.
15. W latach 2010-2012 obserwowano symptomy pogorszenia oddziaływania wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne we wszystkich badanych grupach niezależnie od formy prawno-własnościowej przedsiębiorstwa. Zmniejszenie syntetycznego wskaźnika

obrazującego to zjawisko było jednak nieznaczne i mogło wynikać jedynie z wpływu czynników o charakterze losowym i instytucjonalnym. Pogorszenie cech diagnostycznych – wskaźników cząstkowych nastąpiło w różnym zakresie w poszczególnych grupach badanych jednostek. Zmniejszenie wskaźnika bioróżnorodności i prawidłowość zmianowania roślin obserwowano głównie w grupach przedsiębiorstw osób fizycznych oraz spółkach prywatnych z majątkiem dzierżawionym. Bilans materii organicznej pogorszył się natomiast głównie w przedsiębiorstwach osób fizycznych z majątkiem dzierżawionym. We wszystkich grupach zmniejszyła się powierzchnia gruntów ornych pozostających pod okrywą roślinną w okresie zimowym.

16. Dużym wyzwaniem w badanej zbiorowości są straty azotu powstające w procesie produkcyjnym, które można ograniczyć w wyniku wzrostu wiedzy i świadomości zarządców gospodarstw rolnych (czynnika ludzkiego), zmian technologiczno-technicznych (nawożenie precyzyjne – mapy pól i plonów, badania zawartości mikro- i makroelementów w glebie, itp.), w tym wprowadzania rozwiązań innowacyjnych. Wpływ na poziom strat tego pierwiastka i zmiany zanieczyszczenia środowiska naturalnego mają również relacje cenowe produktów rolnych względem cen nawozów mineralnych oraz czynniki losowe wynikające z warunków klimatyczno-pogodowych. Znaczącym wpływ tych ostatnich obserwowano w 2012 roku.
17. Podstawową cechą różnicującą efektywność środowiskową badanej zbiorowości była forma prawno-organizacyjna przedsiębiorstw rolnych. Grupą, która uzyskiwała najwyższy poziom wskaźnika oddziaływania produkcji na środowisko naturalne, były jednoosobowe spółki Skarbu Państwa. Realizując prace hodowlane i te związane z upowszechnianiem postępu biologicznego, a zarazem cele ukierunkowane na maksymalizację wyniku finansowego, spółki wykorzystywały technologię pozwalającą w największym stopniu ograniczyć przyrodniczo negatywne skutki prowadzonej działalności rolnej. Równocześnie stosowany przez nie sposób produkcji w największym stopniu zachowywał jakość wykorzystywanych zasobów naturalnych, a więc ich działalność była najkorzystniejsza z punktu widzenia społecznego.
18. Należy podkreślić, że również efektywność techniczna nie była homogeniczna w samej grupie jednoosobowych spółek Skarbu Państwa. Spółki zajmujące się hodowlą koni oraz stada ogierów odznaczały się statystycznie wyższym poziomem wskaźnika oddziaływania przedsiębiorstw rolnych na środowisko naturalne. Najwyższy poziom efektywności środowiskowej w grupie o najniższej efektywności technicznej może sugerować



konflikt między poziomem wykorzystanie zasobów rynkowych i kapitału naturalnego. Wniosek taki byłby jednak nieuprawniony, gdyż badania teoretyczne wskazują na możliwość łączenia wysokiej sprawności w obu sferach funkcjonowania przedsiębiorstwa rolnego. Niska efektywność techniczna spółek „końskich”, jak już wspomiano, była spowodowana niekorzystną koniunkturą dla tej branży i pochodną pogorszenia się ich kondycji finansowej. W przyszłości poprawa efektywności technicznej w tej grupie podmiotów nie musi się odbywać kosztem kapitału naturalnego, a więc w wyniku negatywnego wpływu na środowisko naturalne.

## Literatura:

1. Aczel A., *Statystyka w zarządzaniu*, Wydawnictwo PWN, Warszawa 2000.
2. Akbarian D., *A Ranking Method of Extreme Efficient DMUs Using Super-Efficiency Model*, „Journal of Applied Mathematics and Physics”, Volume 1, Number 1, 2013.
3. Andersen P., Petersen N., *A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis*, „Management Science”, Volume 39, Issue 10, 1993.
4. Anioł A., Bielecki S., Twardowki T., *Genetycznie zmodyfikowane organizmy: szansa czy zagrożenia dla Polski*, Warszawa 2009.
5. Avkiran N., Tone K., Tsutsui M., *Bridging radial and non-radial measures of efficiency in DEA*, „Annals of Operations Research”, Volume 164, Issue 1, 2008.
6. Banker R., Chang H., *The super-efficiency procedure for outlier identification, not for ranking efficient units*, „European Journal of Operational Research”, Volume 175, 2006.
7. Baran J., *Efektywność spółdzielni i pozostałych form prawnych działających w przemyśle mleczarskim z wykorzystaniem metody DEA*, „Roczniki Nauk Rolniczych”, Seria G, t. 94, z. 1, 2007.
8. Bergström F., *Capital Subsidies and the Performance of Firms*, Kluwer Academic Publishers, „Small Business Economics”, Volume 14, Issue 3, 2000.
9. Bezat-Jarzębowska A., *Koncepcja pomiaru efektywności technicznej bazująca na zintegrowanym zastosowaniu metody SFA i metody DEA*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 261, Wrocław 2012.
10. Bieńkowski J., Jankowiak J., *Ocena zrównoważonego funkcjonowania gospodarstw rolnych Wielkopolski*, „Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu”, nr 540, 2006.
11. Blackorby C., Russell R.R., *Aggregation of efficiency indices*, „Journal of Productivity Analysis”, Volume 12, Issue 1, 1999.
12. Bochenek D. i inni, *Ochrona środowiska 2012*, GUS, Warszawa 2012].
13. Bojnec Š., Latruffe L., *Farm size, agricultural subsidies and farm performance in Slovenia*, „Land Use Policy”, Volume 32, 2013.
14. Borkowski B., Dudek H., Szczęsny W., *Ekonometria. Wybrane zagadnienia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004.
15. Brusilo J., *Żywność modyfikowana genetycznie – ocena etyczna globalnego eksperymentu*, [w:] Ciesielczyk E., *Zrównoważone rolnictwo a bezpieczeństwo żywności*, Wydawnictwo Naukowe „Akapit”, Kraków 2008.
16. Buday-Sántha A., *The development of Hungarian agriculture and its impact on the environment*, [w:] Benet I., *Agricultural Transition and Rural*

- Development (Some Experiences from Finland, Hungary and Poland)*, Budapest, Gyöngyös, Pécs. 2006.
17. Buks J., Floriańczyk Z., Toczyński T., *Zagadnienia produktywności w strategiach rozwoju i jej pomiar w odniesieniu do gospodarstw zrównoważonych*, Raport Programu Wieloletniego nr 27, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2011.
  18. Coelli T., Prasada Rao D., O'Donnell C., Battese G., *An introduction to efficiency and productivity analysis*, Springer, New York 2005.
  19. Cook W.D., Zhu J., *Data Envelopment Analysis. Modeling Operational Processes and Measuring Productivity*, USA 2008.
  20. Cook W.D., Liang L., Zha Y., Zhu J., *A modified super-efficiency DEA model for infeasibility*, „Journal of the Operational Research Society”, Volume 60, Number 2, February 2009.
  21. Cook W.D., Seiford L.M., *Data envelopment analysis (DEA) – Thirty years on*, „European Journal of Operational Research”, Volume 192, Issue 1, 1 January 2009.
  22. Cooper W.W., Park K.S., Pastor J.T., *RAM: A Range Adjusted Measure of Inefficiency for Use with Additive Models, and Relations to Other Models and Measures in DEA*, „Journal of Productivity Analysis”, Volume 11, Number 1, 1999.
  23. Cooper W.W., Seiford L., Zhu J., *Handbook on data envelopment analysis*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 2004.
  24. Cooper W.W., Seiford L., Tone K., *Data envelopment analysis. A comprehensive text with models, applications, references and DEA-Solver Software*, Springer 2007.
  25. Cooper W.W., Seiford L., Tone K., *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses with DEA-Solver Software and References*, Springer, USA 2006.
  26. Cooper W.W., Huang Z., Li S.X., Parker B.R., Pastor J.T., *Efficiency aggregation with enhanced Russell measures in data envelopment analysis*, „Socio-Economic Planning Sciences”, Volume 41, Issue 1, March 2007.
  27. Czyżewski A., Stępień S., *Zmiany mechanizmów Wspólnej Polityki Rolnej UE a oczekiwania Polski*, „Ekonomista”, nr 4, Warszawa 2009.
  28. Czyżycki R., Klóska R., *Ekonometria i prognozowanie zjawisk ekonomicznych w przykładach i zadaniach*, *ECONOMIKUS*, Szczecin 2011.
  29. Domagalska A., *Postulat homogeniczności jednostek decyzyjnych w metodzie DEA. Sugestie teoretyczne a wyniki symulacji empirycznych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2007.
  30. Duer I., Fotyma M., Madej A., *Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej*, MRiRW, Warszawa 2002.

31. Dyrektywa Rady Wspólnot Europejskich z dnia 31 grudnia 1991 r. (91/676/EWG) w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego.
32. Emrouznejad A., Amin G.R., *DEA models for ratio data: Convexity consideration*, „Applied Mathematical Modelling”, Volume 33, Issue 1, January 2009.
33. Färe R., Grosskopf S., Lovell C.A.K., *Production Frontiers*, Cambridge University Press, 1994.
34. Färe R., Grosskopf S., Margaritis D., *Productivity growth and convergence in the European Union*, „Journal of Productivity Analysis”, Volume 25, nr 1-2, 2006.
35. Färe R., Grosskopf S., Roos P., *Malmquist productivity indexes: a survey of theory and practice*, Springer, Netherlands, 1998.
36. Foster L., Haltiwanger J., Syverson Ch., *Reallocation, Firm Turnover and Efficiency: Selection on Productivity or Profitability*, „American Economic Review”, Volume 98, Number 1, 2008.
37. Fotyma M., Kopiński J., *Chapter: Auxiliary tables*, [w:] pracy zbiorowej pod redakcją Igrasa J. i Pastuszek M., *Temporal and spatial differences in emission of nitrogen and phosphorus from Polish territory to the Baltic Sea*, IUNG-PIB Puławy, MIR Gdynia, Gdynia-Puławy 2012.
38. Francuz P., Makiewicz M., *Liczyby nie wiedzą skąd pochodzą*, Przewodnik po metodologii statystyki nie tylko dla socjologów, KUL, Lublin 2007.
39. Fulginiti L., Perrin R., *Agricultural productivity in developing countries*, „Agricultural Economics” Volume 19, Issues 1–2, 1998.
40. Goodlass G., Halberg N., Verschuur G., *Input output accounting systems in the European community /an appraisal of their usefulness in raising awareness of environmental problems*, “European Journal of Agronomy”, Volume 20, Issue 1-2, 2003.
41. Gospodarowicz M., *Procedury analizy i oceny banków*, NBP, „Materiały i Studia”, nr 103, 2000.
42. Gozdowski D., Samborski S., Sioma S., *Rolnictwo precyzyjne*, SGGW, Warszawa 2008.
43. Gómez-Limón J.A., Sanchez-Fernandez G., *Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators*, „Ecological Economics”, Volume 69, Issue 5, 2010.
44. Grosskopf S., *Some remarks on productivity and its decompositions*, „Journal of Productivity Analysis”, Volume 20, Issue 3, 2003.
45. Guyomard H., Latruffe L., Mouël C.Le, *Impact of CAP direct payments on French farms' managerial efficiency*, materiały z konferencji INRA, Suisse, Francja 2007.

46. Guzik B., *Model nadefektywności DEA na tle modelu CCR*, „Wiadomości Statystyczne”, nr 2, 2008.
47. Guzik B., *O pewnej możliwości uwzględnienia substytucji nakładów w modelach DEA*, „Badania Operacyjne i Decyzje”, nr 3-4, 2007.
48. Guzik B., *Podstawowe modele DEA w badaniach efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2009.
49. Halberg N., *Indicators of resource use and environmental impact for use in a decision aid for Danish livestock farmers*, „Agriculture, Ecosystems and Environment”, Volume 76, Issue: 1-3, December, 1999.
50. Harasim A., Madej A., *Ocena poziomu zrównoważonego rozwoju gospodarstw bydłych o różnym udziale trwałych użytków zielonych*, „Rocznik Nauk Rolniczych”, Seria G, t 95, z. 2, 2008.
51. Harasim A., *Przewodnik ekonomiczno-rolniczy w zarysie*, IUNiG-PiB, Puławy 2006.
52. Harasim A., *Wpływ trwałych użytków zielonych na wyniki produkcyjne i ekonomiczne rolnictwa*, [w:] *Organizacja produkcji rolniczej w różnych warunkach przyrodniczo-ekonomicznych*, IUNiG, Puławy 1989.
53. Helta M., Świtłyk M., *Efektywność techniczna spółek Agencji Nieruchomości Rolnych w latach 1994-2006*, „Roczniki Nauk Rolniczych”, Seria G 95, t.1, 2008.
54. Helta M., Świtłyk M., *Efektywność techniczna stadnin koni należących do Agencji Nieruchomości Rolnych w latach 1994-2006*, „Roczniki Nauk Rolniczych”, Seria G, t. 96 , z. 3, 2009.
55. Hennessy A.D., *The production effects of agricultural income support policies under uncertainty*, „American Journal of Agricultural Economics”, Volume 80, Issue 1, 1998.
56. Ilnicki P., *Polskie rolnictwo a ochrona środowiska*, Wydawnictwo AR w Poznaniu, Poznań 2004.
57. Jankowska-Huflejt H., *Rolnośrodowiskowe znaczenie trwałych użytków zielonych*, „Problemy Inżynierii Rolniczej”, nr 1, 2007.
58. Johnson W., Geisser S., *Estimative influence measures for the multivariate general linear model*, „Journal of Statistical Planning and Inference”, Volume 11, Issue 1/1985.
59. Józwiak W., Kagan A., Mirkowska Z., *Innowacje w polskich gospodarstwach rolnych , zakres ich wdrażania i znaczenie*, „Zagadnieniach Ekonomiki Rolnej” nr 3, 2012.
60. Józwiak W., Juźwiak J., *Rolnictwo wielostronne czy wyspecjalizowane*, „Wieś i Rolnictwo”, nr 4, 2007.

61. Kagan A., Kulawik J., *Organizacja i zarządzanie, czynniki wytwórcze, wyniki produkcyjne, wzrost i rozwój oraz przyjazność środowiskowa*, [w:] *Analiza efektywności ekonomicznej i finansowej przedsiębiorstw rolnych powstałych na bazie majątku WRSP*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2009.
62. Kagan A., *Pomnażanie wartości właścicielskiej jako funkcja celu wielkoobszarowych przedsiębiorstw rolnych*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej”, nr 2, 2012.
63. Kagan A., *Stan i perspektywy wielkotowarowych przedsiębiorstw rolnych w Polsce*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2013.
64. Kerselaers E., Rogge E., Dessein J., Lauwers L., Van Huylenbroeck G., *Prioritising land to be preserved for agriculture: A context-specific value tree*, „Land Use Policy”, Volume 28, Issue 1, 2011.
65. Kerstens K., Vanden Eeckaut P., *Estimating returns to scale using non-parametric deterministic technologies: A new method based on goodness-of-fit*, „European Journal of Operational Research”, Volume 113, Issue 1, 16 February 1999.
66. Kinzig A.P., Ryan P., Etienne M., Allison H., Elmqvist T., Walker B.H., *Resilience and regime shifts: assessing cascading effects*, „Ecology and Society”, Volume 11, Issue 1, <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art20/>.
67. Kleinhanß W., Murillo C., San Juan C., Sperlich S., *Efficiency subsidies, and environmental adaptation of animal farming under CAP*, „Agricultural Economics”, Volume 36, Issue 1, 2007.
68. Kopiński J., Tujaka A., *Bilans azotu, fosforu i potasu w rolnictwie polskim w latach 2005-2009*, „Nawozy i nawożenie” nr 4, 2010.
69. Kopiński J., *Bilans azotu brutto dla Polski i województw w latach 2002-2005*, [w:] *pracy pod redakcją Harasim A., Sprawdzenie przydatności współczynników do oceny zrównoważonego gospodarowania zasobami środowiska rolniczego w wybranych gospodarstwach, gminach i województwach*, IUNG-PIB, Puławy 2007.
70. Kosmalski R., *Przyczyny nierówności technologicznych w polskich województwach w latach 1998-2008*, „Studia Regionalne i Lokalne”, nr 1 (47), 2012.
71. Kropp J.D., Whitaker J.B., *The Impact of Decoupled Payments on the Cost Operating Capital*, „Agricultural Finance Review”, Volume 71, Issue 1, 2011.
72. Kukuła K., *Metoda unitaryzacji zerowanej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
73. Kulawik J., *Analiza efektywności ekonomicznej i finansowej przedsiębiorstw rolnych powstałych na bazie majątku WRSP*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2009.

74. Kulawik J., Płonka R., *Subsydia a efektywność ekonomiczno-finansowa gospodarstw rolnych osób fizycznych*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej”, nr 3, 2013.
75. Kulawik J., *System monitorowania efektywności i produktywności przedsiębiorstw*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej”, nr 3, 2009.
76. Kulawik J., *Sytuacja produkcyjna, efektywność finansowa i techniczna gospodarstw powstałych w oparciu o mienie byłych państwowych przedsiębiorstw gospodarki rolnej*, IERIGŻ-PIB, Warszawa 2010.
77. Kułyk P., Czyżewski A., *Dobra publiczne w koncepcji wielofunkcyjnego rozwoju rolnictwa: ujęcie teoretyczne i praktyczne*, Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, „Problemy rolnictwa światowego” t. 11, z. 2, Warszawa 2011.
78. Kumbhakar S.C., Tsionas E.G., Sipiläinen T., *Joint estimation of technology choice and technical efficiency: an application to organic and conventional dairy farming*, „Journal of Productivity Analysis”, Volume 31, Issue 3, 2009.
79. Kumbhakar S.C., Lien G., *Impact of subsidies on farm productivity and efficiency*, [w:] *The Economic Impact of Public Support to Agriculture: An International Perspective*, pod red. Ball V.E., Fanfani R., Gutierrez L., „Studies in Productivity and Efficiency”, Volume 7, 2010.
80. Kuosmanen T., Kuosmanen N., *How not to measure sustainable value (and how one might)*, “Ecological Economics”, Volume 69, Issue 2, 2009.
81. Kuszewski T., *Weryfikacja jednorównaniowego liniowego modelu ekonometrycznego*, [w:] Gruszczyński M., Podgórska M., *Ekonometria*, SGH, Warszawa 2004.
82. Kuś J., *Systemy gospodarowania w rolnictwie*, [w:] Niewęglowska G., *Mały poradnik zarządzania gospodarstwem rolniczym*, IERiGŻ, Warszawa 2002.
83. Lee H.S., Chu C.W., Zhu J., *Super-efficiency DEA in the presence of infeasibility*, „European Journal of Operational Research”, Volume 212, Issue 1, July 2011.
84. Lichtenberg E., Shortle J., Wilen J., Zilberman D., *Natural Resource Economics and Conservation: Contributions of Agricultural Economics and Agricultural Economists*, „American Journal of Agricultural Economics”, Volume 92, Issue 2, 2010.
85. Luszniwicz A., Słaby T., *Statystyka. Teoria i zastosowania*, Wydawnictwo C.H.Beck, Warszawa 2003.
86. Luwers L., G. Van Huylenbroeck, *Materials balance based modelling of environmental efficiency*, Materiał z 25. konferencji ekonomistów rolnictwa w Durban, RPA 2003.

87. Maćkowiak C., *Bilans substancji organicznej w glebach polskich*, „Biuletyn Informacyjny IUNG”, Puławy, nr 5, 1997.
88. Majewski E., *Trwały rozwój i trwałe rolnictwo – teoria a praktyka gospodarstw rolniczych*, SGGW, Warszawa 2008.
89. Mayer A.L., *Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems*, „Environment International”, Volume 34, Issue 2, 2008.
90. Moraczewski R., *Znaczenie gospodarcze i stan wykorzystania trwałych użytków zielonych (TUZ) w Polsce*, „Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie”, nr 3, 2005.
91. Nigel J., *Concepts of efficiency in ecological economics: Sisyphus and the decision maker*, „Ecological Economic”, Volume 56, Issue 3, 2006.
92. O'Donnell C., Rao D., Battese G., *Metafrontier frameworks for the study of firm-level efficiencies and technology ratios*, „Empirical Economics”, nr 34, 2008.
93. OECD, *Environmental Indicators for Agriculture. Methods and Results. Executive summary*, OECD, Paris 2001.
94. OECD, *Environmental performance of Agriculture in OECD countries since 1990*, OECD Publishing, Paris, France 2008.
95. Pałosz T., *Rolnicze i środowiskowe znaczenie próchnicy glebowej i metodyka jej bilansu*, Śródkowo-Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska, Rocznik Ochrony Środowiska, tom 11, 2009.
96. Panek T., *Statystyczne metody wielowymiarowej analizy porównawczej*, SGH, Warszawa 2009.
97. Pastor J.T., Ruiz J.L., Sirvent I., *An enhanced DEA Russell graph efficiency measure*. „European Journal of Operational Research”, Volume 115, Issue 3, 1999.
98. Pastor J.T., Ruiz J.L., Sirvent I., *A statistical test for detecting influential observations in DEA*, „European Journal of Operational Research”, Volume 115, Issue 3, 16 June 1999.
99. Pawłowska M., Kozak S., *Przystąpienie Polski do strefy euro a efektywność, poziom konkurencji oraz wyniki polskiego sektora finansowego*, NBP, „Materiały i Studia” z. nr 228, Warszawa 2008.
100. Poczta W., *Dbalność o jakość żywności i środowisko naturalne w tradycyjnej produkcji rolniczej*, Ekspert SITR, Koszalin 2003.
101. Rogowski G., *Metody analizy i oceny działalności banku na potrzeby zarządzania strategicznego*, Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej, Poznań 1998.



102. Rudel T.K., *Food Versus Fuel: Extractive Industries, Insecure Land Tenure, and Gaps in World Food Production*, „World Development”, Volume 51, November 2013.
103. Ruggiero J., *Measuring technical efficiency*, „European Journal of Operational Research”, Volume 121, Issue 1, 2000.
104. Runowski H., *Rolnictwo ekologiczne. Rozwój czy regres?* „Roczniki Nauk Rolniczych”, seria G, t. 96, z. 4, Warszawa 2009.
105. Rusielik R., Świtłyk M., *Zmiany efektywności technicznej rolnictwa w Polsce w latach 1998-2006*, „Roczniki Nauk Rolniczych”, Seria G, t. 96, z. 3, 2009.
106. Smędzik K., *Zastosowanie metody DEA w badaniu efektywności ekonomicznej indywidualnych gospodarstw rolnych*, [w:] *Nowe trendy w metodologii nauk ekonomicznych i możliwości ich wykorzystania w procesie kształcenia akademickiego. T. 2: Problemy szczegółowe metodologii nauk ekonomicznych. – Poznań*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, 2011.
107. Stępień K., *Konsolidacja a efektywność banków w Polsce*, Cedewu, Warszawa 2004.
108. Strahl D., Walesiak M., *Normalizacja zmiennych w referencyjnym systemie granicznym*, Polska Akademia Nauk, „Przegląd Statystyczny”, 1/1997.
109. Sueyoshi T., Sekitani K., *An occurrence of multiple projections in DEA-based measurement of technical efficiency: Theoretical comparison among DEA models from desirable properties*, „European Journal of Operational Research”, Volume 196, Issue 2, 2009.
110. Sueyoshi T., Sekitani K., *Computational strategy for Russell measure in DEA: Second-order cone programming*, „European Journal of Operational Research”, Volume 180, Issue 1, 2007.
111. Sueyoshi T., Sekitani K., *Measurement of returns to scale using a non-radial DEA model: A range-adjusted measure approach*, „European Journal of Operational Research”, Volume 176, Issue 3, 1 February 2007.
112. Świtłyk M., *Zastosowanie metody DEA do analizy efektywności gospodarstw rolnych*, „Zagadnienia Ekonomiki Rolnej” nr 6, 1999.
113. Tomczak F., *Gospodarka rodzinna w rolnictwie. Uwarunkowania i mechanizmy rozwoju*, IRWiR PAN, Warszawa 2005.
114. Tone K., *A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis*, „European Journal of Operational Research”, Volume 130, Issue 3, 1 May 2001.
115. Van der Werf H.M.G., Petit J., *Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-*

- based methods*, „Agriculture, Ecosystems and Environment”, Volume 93, Issue 1-3, December, 2002.
116. Woś A., *Waloryzacja zasobów i czynników wytwórczych rolnictwa. Nowe kryteria wyboru*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2006.
117. Woś A., Zegar J., *Rolnictwo społecznie zrównoważone*, IERiGŻ, Warszawa 2002.
118. Wrzaszcz W., *Poziom zrównoważenia gospodarstw rolnych w Polsce (na podstawie danych FADN)*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2012.
119. Wrzaszcz W., *Wyniki Gospodarstw Zrównoważonych w Polsce*, „Zagadnienie Ekonomiki Rolnej”, nr 4, 2008.
120. Wrzaszcz W., *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym (7). Bilans nawozowy oraz bilans substancji organicznej w indywidualnych gospodarstwach rolnych*, Raport Programu Wieloletniego nr 129, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2009.
121. Zegar J., *Podstawowe zagadnienia rozwoju zrównoważonego*, WSBiF w Bielsku-Białej, Bielsko Biała 2007.
122. Zegar J., *Przesłanki nowej ekonomiki rolnictwa*, IERiGŻ-PiB, „Zagadnienie Ekonomiki Rolnej”, nr 2, 2007.
123. Zegar J., *Współczesne wyzwania rolnictwa*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
124. Zhengfei G., Lansik A.O., *The Source of Productivity Growth in Dutch Agriculture: A Perspective From Finance*, „American Journal of Agricultural Economics”, Volume 88, Issue 3, 2006.
125. Zhu J., *Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking: Data Envelopment Analysis with Spreadsheets. Second Edition*, Springer 2009.
126. Zhu X., Lansink O.A., *Impact of CAP Subsidies on Technical Efficiency of Crop Farms in Germany, the Netherlands and Sweden*, „Journal of Agricultural Economics”, Volume 61, Issue 3, 2010.
127. Ziętara W., Olko-Bagińska T., *Zadania z analizy działalności gospodarczej i planowania w gospodarstwie rolniczym*, PWRiL, Warszawa 1987.
128. Zimny L., *Definicje i podziały systemów rolniczych*, „Acta Agrophysica”, Volume 10, nr 2, 2007.
129. Ziółkowska J., *Efektywność techniczna w gospodarstwach wielkotowarowych*, IERiGŻ-PIB, Warszawa 2008.
130. Żylicz T., *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych*, PWE, Warszawa 2004.



## Załącznik 1. Wskaźniki i parametry wykorzystane w badaniu

### Wskaźniki efektywności finansowej

Wskaźnik opłacalności sprzedaży:

$$\frac{\text{Przychody ze sprzedaży i zrównane z nimi}}{\text{Koszty działalności operacyjnej}} \times 100$$

Wskaźnik opłacalności ogółem:

$$\frac{\text{Przychody ogółem}}{\text{Koszty ogółem}} \times 100$$

Przychody ogółem = Przychody ze sprzedaży + Pozostałe przychody operacyjne + Przychody finansowe + Zyski nadzwyczajne

Koszty ogółem = Koszty działalności operacyjnej + Pozostałe koszty operacyjne + Koszty finansowe + Straty nadzwyczajne

Wskaźnik rentowności kapitału własnego:

$$\frac{\text{Zysk (strata) netto}}{\text{Średni stan kapitału własnego}} \times 100$$

$$\text{Średni stan kapitału własnego} = \frac{\text{Stan na początek roku} + \text{Stan na koniec roku}}{2}$$

Wskaźnik wartości dodanej:

$$\frac{\text{Wartość dodana}}{\text{Przychody ogółem}} \times 100$$

Wartość dodana = zysk (strata) netto + amortyzacja + podatki i opłaty + czynsze dzierżawne + obowiązkowe obciążenia wyniku finansowego + wynagrodzenia pracowników + ubezpieczenia społeczne i inne świadczenia + koszty finansowe

Wskaźnik rentowności aktywów:

$$\frac{\text{Zysk (strata) netto}}{\text{Aktywa ogółem na koniec roku + wartość majątku dzierżawionego}} \times 100$$

Stopa subsydiowania:

$$\frac{\text{Suma dopłat i dotacji}}{\text{Przychody ogółem}} \times 100$$

Stopa subsydiowania II:

$$\frac{\text{Dopłaty bezpośrednie}}{\text{Przychody ogółem}} \times 100$$

### Wskaźniki bezpieczeństwa finansowego

Mnożnik kapitału własnego:

$$\frac{\text{Aktywa ogółem na koniec roku} + \text{wartość majątku dzierżawionego}}{\text{Kapitał własny na koniec roku}}$$

Wartość majątku dzierżawionego:

Wartość dzierżawionej ziemi oszacowano poprzez pomnożenie powierzchni dzierżawionej przez średnią cenę sprzedaży 1 ha ziemi przez ANR w danym województwie. Wartość pozostałych aktywów dzierżawionych ustalono metodą kapitalizacji czynszu dzierżawnego, przyjmując stopę kapitalizacji równą 4%.

Wskaźnik zadłużenia długoterminowego:

$$\frac{\text{Zobowiązania długoterminowe}}{\text{Aktywa ogółem}}$$

Wskaźnik bieżącej płynności finansowej:

$$\frac{\text{Aktywa obrotowe}}{\text{Zobowiązania krótkoterminowe}}$$

Wskaźnik szybkiej płynności finansowej:

$$\frac{\text{Aktywa obrotowe} - \text{Zapasy}}{\text{Zobowiązania krótkoterminowe}}$$

Wskaźnik płynności gotówkowej:

$$\frac{\text{Środki pieniężne}}{\text{Zobowiązania krótkoterminowe}}$$

Wskaźnik wykorzystania kapitału pracującego:

$$\frac{\text{Kapitał pracujący}}{\text{Koszty ogółem}}$$

Kapitał pracujący jest to różnica pomiędzy kapitałem stałym (sumą kapitału własnego i zobowiązań długoterminowy) a wartością aktywów trwałych bilansowych.

## Wskaźniki reprodukcji środków trwałych

Stopa inwestowania I (odnowienia):

$$\frac{\text{Nakłady inwestycyjne na nabycie środków trwałych}}{\text{Amortyzacja środków trwałych}} \times 100$$

Stopa inwestowania II (odnowienia):

$$\frac{\text{Skorygowane nakłady inwestycyjne na nabycie środków trwałych}}{\text{Amortyzacja środków trwałych}} \times 100$$

Korekta nakładów inwestycyjnych polega na wyeliminowaniu nakładów na zakup ziemi dzierżawionej, a więc inwestycji o charakterze czysto kapitałowym (brak zmian ilości ziemi w gospodarstwie).

## Wskaźniki ukierunkowania działalności

Udział przychodów ze sprzedaży produktów rolnych w przychodach ogółem:

$$\frac{\text{Przychody ze sprzedaży produktów rolnych}}{\text{Przychody ogółem}} \times 100$$

Udział przychodów ze sprzedaży produktów roślinnych w sprzedaży produktów ogółem:

$$\frac{\text{Przychody ze sprzedaży produktów roślinnych}}{\text{Przychody ogółem}} \times 100$$

Rodzaj działalności według PKD:

PKD 1 – produkcja roślinna,

PKD 2 – produkcja zwierzęca,

PKD 3 – produkcja mieszana.

$$\frac{\text{Przychody ze sprzedaży produktów roślinnych lub zwierzęcych}}{\text{Przychody ogółem}} \times 100$$

Przyjęto założenie, że jeżeli udział przychodów ze sprzedaży produktów roślinnych w przychodach ze sprzedaży produktów rolnych jest większy bądź równy 66%, to PKD = 1; jeżeli udział produktów zwierzęcych jest większy bądź równy 66%, to PKD = 2; w przeciwnym wypadku PKD = 3.

## Wskaźniki charakteryzujące potencjał i system gospodarowania

Udział ziemi własnej:

$$\frac{\text{Użytki rolne własne}}{\text{Użytki rolne własne i dzierżawione (stan średni)}} \times 100$$

Udział gruntów ornych w użytkach rolnych:

$$\frac{\text{Powierzchnia gruntów ornych w ha (stan średni)}}{\text{Powierzchnia użytków rolnych w ha (stan średni)}} \times 100$$

Wskaźnik towarowości struktury zasiewów:

$$\frac{\text{Powierzchnia pod roślinami towarowymi w ha}}{\text{Powierzchnia zasiewów w ha}} \times 100$$

Wskaźnik bonitacji gleb:

$$WBG = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \times K_i}{P}$$

gdzie:

- $n$  – liczba klas bonitacyjnych,
- $P_i$  – powierzchnia gruntów danej klasy w ha,
- $K_i$  – współczynnik przeliczeniowy dla danej klasy,
- $P$  – powierzchnia całkowita.

Intensywność organizacji produkcji:

- obliczana metodą punktową przy wykorzystaniu współczynników opracowanych przez B. Andre'a;
- dla produkcji roślinnej – suma iloczynów udziałów poszczególnych użytków i grup roślin w powierzchni użytków rolnych oraz odpowiadających im współczynników;
- dla produkcji zwierzęcej – sumujemy liczbę sztuk fizycznych poszczególnych grup zwierząt na 100 ha UR pomnożoną przez odpowiednie współczynniki;
- produkcji łącznie stanowi sumę intensywności organizacji produkcji roślinnej i zwierzęcej.

Udział zbóż w strukturze zasiewów:

$$\frac{\text{Powierzchnia zbóż w ha}}{\text{Powierzchnia zasiewów w ha}} \times 100$$

Udział rzepaku w strukturze zasiewów:

$$\frac{\text{Powierzchnia rzepaku w ha}}{\text{Powierzchnia zasiewów w ha}} \times 100$$

Udział buraków cukrowych w strukturze zasiewów:

$$\frac{\text{Powierzchnia buraków cukrowych w ha}}{\text{Powierzchnia zasiewów w ha}} \times 100$$

Nawożenie mineralne: w kg NPK na 1 ha UR

Poziom zatrudnienia na stanowiskach pozarolniczych:

$$\frac{\text{Przeciętna liczba zatrudnionych na stanowiskach robotniczych}}{\text{Przeciętna łączna liczba zatrudnionych}} \times 100$$

### **Pozostałe parametry**

Skala działalności

Powierzchnia gospodarstwa – liczba ha użytków rolnych

Położenie przedsiębiorstwa na terenie ONW:

- 0 – żadna działka rolna nie jest położona na terenie ONW;
- 1 – przynajmniej jedna działka położona jest na terenie uznanym za obszar o niekorzystnych warunkach gospodarowania – ONW.

Realizacja programu rolnośrodowiskowego:

- 0 – brak realizacji w danym roku działań w ramach programu rolnośrodowiskowego;
- 1 – realizacja co najmniej jednego działania w danym roku w ramach programu rolnośrodowiskowego.

Organizacja prawna przedsiębiorstwa:

- 0 – przedsiębiorstwo osoby fizycznej funkcjonujące jako indywidualne gospodarstwo rolne – gospodarstwo osoby fizycznej;
- 1 – przedsiębiorstwo funkcjonujące w formie spółki.

Forma prawno-organizacyjna przedsiębiorstwa:

- 1 – przedsiębiorstwo – gospodarstwo osoby fizycznej z majątkiem w przeważającej części zakupionym; podmiot funkcjonujący jako indywidualne gospodarstwo rolne w którym ponad połowa użytkowanej ziemi jest jego własnością;



2 – przedsiębiorstwo – gospodarstwo osoby fizycznej z majątkiem w przeważającej części dzierżawionym; podmiot funkcjonujący jako indywidualne gospodarstwo rolne w którym ponad połowa użytkowanej ziemi jest dzierżawiona, a więc nie stanowi jego własności;

3 – spółka prywatna z majątkiem w przeważającej części zakupionym, podmiot funkcjonujący jako spółka kapitałowa lub osobowa, w którym ponad połowa użytkowanej ziemi jest jego własnością;

4 – spółka prywatna z majątkiem w przeważającej części dzierżawionym – podmiot funkcjonujący jako spółka kapitałowa lub osobowa w którym ponad połowa użytkowanej ziemi jest dzierżawione, tj. nie jest jego własnością;

5 – jednoosobowa spółka Skarbu Państwa – podmiot funkcjonujący jako spółka kapitałowa znajdujący się bezpośrednio pod nadzorem Agencji Nieruchomości Rolnych – ANR;

Położenie gospodarstwa w makroregionie według FADN:

1 – Wielkopolska i Śląsk – województwa: kujawsko-pomorskie, wielkopolskie, dolnośląskie oraz opolskie;

2 – Pomorze i Mazury – województwa: warmińsko-mazurskie, pomorskie, zachodniopomorskie i lubuskie;

3 – Mazowsze i Podlasie – województwa: podlaskie, mazowieckie, łódzkie i lubelskie;

4 – Małopolska i Pogórze – województwa: śląskie, małopolskie, podkarpackie oraz świętokrzyskie.

Wiodący kierunek prowadzonych prac hodowlanych i upowszechniania postępu biologicznego w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa:

1 – hodowla roślinna;

2 – hodowla bydła;

3 – hodowla mieszanych gatunków zwierząt;

4 – hodowla koni i stada ogierów.

Znaczenie prac hodowlanych i upowszechniania postępu biologicznego dla funkcjonowania jednoosobowych spółek Skarbu Państwa (ocena zarządu):

1 – jest to główny lub jedyny obszar aktywności gospodarczej;

2 – działalność niezwiązana z tworzeniem i upowszechnianiem postępu biologicznego jest dominująca;

3 – aktywność ta znajduje się w równowadze z pozostałymi działalnościami gospodarczymi.

Rentowność prac hodowlanych i upowszechniania postępu biologicznego w latach 2010-2012 w jednoosobowych spółkach Skarbu Państwa (ocena zarządu):

- 1 – ekonomicznie nierentowna;
- 2 – ekonomicznie rentowna;
- 3 – na granicy rentowności.

Prowadzone prace hodowlane i związane z upowszechnianiem postępu biologicznego były postrzegane jako (ocena zarządu):

- 1 – zagrożenie dla dalszego funkcjonowania spółki;
- 2 – ani zagrożenie, ani szansa;
- 3 – poważna szansa dla rozwoju spółki.

Wiek kierownika jednostki:

Wyrażony liczbą lat

Wykształcenie kierownika jednostki:

- poziom: 0 – średnie; 1 – wyższe;
- kierunek: 0 – inne niż rolnicze; 1 – rolnicze.

