

## **EFEKTY SKALI PRODUKCJI ROLNICZEJ W REGIONACH FADN DLA POLSKI W LATACH 2004-2011**

**Tomasz Kuszewski**

Instytut Ekonometrii, Szkoła Główna Handlowa  
e-mail: tomasz.kuszewski@sgh.waw.pl

**Agata Sielska**

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej - PIB  
e-mail: Agata.Sielska@ierigz.waw.pl

**Streszczenie:** Celem pracy jest zbadanie zmian efektów skali w regionach FADN w Polsce w latach 2004-2011. Wnioskowanie oparte jest na analizie profili technologicznych, które dla wyszczególnionych grup gospodarstw rolnych dane są zestawem oszacowanych parametrów funkcji CES w postaci zagnieżdżonej dla wyróżnionych czynników produkcji takich jak: kapitał, praca, ziemia. Dane pochodzą z bazy Farm Accountancy Data Network. Gospodarstwa rolne są grupowane również według regionów i przeważającego rodzaju działalności. Z badania wynika, że profile technologiczne są zmienne w czasie, z odmienną dla wyróżnionych grup producentów rolnych skłonnością do zmian profilu. Zaobserwowano tendencję do wyboru profili minimalizujących rolę ziemi jako czynnika produkcji.

**Słowa kluczowe:** typ producenta rolnego, zagnieżdżona funkcja produkcji CES, efekty skali, efektywna skala produkcji

### **WPROWADZENIE**

W pracy badamy zróżnicowanie strategii produkcyjnych producentów rolnych ze szczególnym uwzględnieniem efektów skali produkcji. Producent rolny jest jednostką podejmującą decyzje produkcyjne w zależności od warunków naturalnych, warunków ekonomicznych, spodziewanych warunków pogodowych, wielkości gospodarstwa rolnego oraz osobistych preferencji. Efektem tych decyzji jest uzyskana w gospodarstwie rolnym produkcja przy poniesionych nakładach wyróżnionych w badaniu czynników produkcji: kapitału, ziemi pracy. Decyzje producenta nie są artykułowane i obserwowane, a wnioskowanie o ich charakterze

ma miejsce na podstawie danych o nakładach i efektach w procesie produkcyjnym. Choć wykorzystywane na potrzeby opracowania dane są danymi jednostkowymi, to przedmiotem opisu i analizy jest ich specyficzny agregat traktowany jako reprezentatywny producent rolny.

Reprezentatywny producent rolny<sup>1</sup> jest definiowany według kryteriów położenia geograficznego oraz rodzaju działalności. Skoro możliwym do obserwacji przejawem efektu decyzji produkcyjnych indywidualnych producentów rolnych jest zależność między nakładami czynników produkcji a efektem procesu produkcyjnego, to profilem technologicznym reprezentatywnego dla danej grupy producenta jest funkcja produkcji, której parametry oszacowano na podstawie danych indywidualnych. Przyjmujemy, że producenci rolni działający na danym obszarze i mający daną specjalizację produkcyjną podejmują decyzje możliwe do modelowania, uśrednienia i interpretacji. Dane o indywidualnych producentach rolnych użyte w analizie pochodzą z lat 2004-2011 i są zgromadzone w bazie Farm Accountancy Data Network (FADN).

W głównej części opracowania koncentrujemy się na prezentacji wyników analizy oszacowanych profili technologicznych i badaniu zmienności bądź konwergencji profili produkcyjnych w czasie i przestrzeni oraz na efektach<sup>2</sup> skali produkcji reprezentatywnych producentów rolnych. Interpretacja parametrów oszacowanej funkcji produkcji dla producentów sektora rolnego ma bogatą literaturę. Jak pokazała Sielska [2014], funkcja o stałej elastyczności substytucji czynników produkcji jest dobrze dopasowana do indywidualnych danych z FADN, naszą analizę ograniczymy więc wyłącznie do tej postaci funkcji produkcji.

Próba udzielenia odpowiedzi na postawione pytania ma istotne znaczenie. We wcześniejszych badaniach Kuszewski i Sielska [2012] dowiedli, iż mimo dalece nierównomiernego według województw rozdysponowania środków z programów SAPARD 2004-2006, PROW 2004-2006 oraz 2007-2013, a także WOROW 2008, ranking województw według poziomu efektywności technologicznej w latach 2004-2009 cechowała duża stabilność. Dla regionów FADN podobne badanie o zróżnicowaniu wysokości dopłat i skutków dla wielkości dochodów przeprowadzili Judzińska i Łopaciuk [2013]. Niniejsza praca jest, dzięki dostępowi do bardziej szczegółowych danych, próbą spojrzenia na problem zróżnicowania efektywności z innej perspektywy.

---

<sup>1</sup> W tekście używamy zamiennie określeń producent albo gospodarstwo rolne.

<sup>2</sup> W literaturze używa się zamiennie także określenia przychody ze skali. Samuelson i Marks [2009] piszą, iż nie należy mylić pojęcia przychodów ze skali z pojęciem korzyści skali, które są synonimem rosnących przychodów ze skali produkcji.

## GRUPY PRODUCENTÓW ROLNYCH

### FADN

FADN (Farm Accountancy Data Network) jest systemem zbierania danych rachunkowych z gospodarstw rolnych. Funkcjonuje w każdym kraju członkowskim UE, a zbierane dane są reprezentatywne dla typu rolniczego, wielkości ekonomicznej oraz położenia gospodarstwa rolnego.

Analizie poddano następujące zmienne jako czynniki wytwórcze dla lat 2004-2011: praca (L) – czas pracy ogółem<sup>3</sup> (w godz); ziemia (Z) – całkowita powierzchnia użytków rolnych (w ha)<sup>4</sup>; kapitał (K) – nakłady kapitału odzwierciedlane przez wartość amortyzacji środków trwałych własnych<sup>5</sup>, wycenionych według wartości odtworzeniowej, wyrażone w zł. Produkcja (Y) jest reprezentowana przez wartość produkcji ogółem, będącą sumą produkcji roślinnej, zwierzęcej oraz pozostałej (w zł)<sup>6</sup>.

Terytorium Polski jest podzielone na cztery regiony FADN, obejmujące następujące województwa: Pomorze i Mazury – woj. lubuskie, pomorskie, warmińsko-mazurskie i zachodniopomorskie, Wielkopolska i Śląsk – woj. dolnośląskie, kujawsko-pomorskie, opolskie oraz wielkopolskie, Mazowsze i Podlasie – woj. lubelskie, łódzkie, mazowieckie i podlaskie oraz Małopolska i Pogórze – woj. małopolskie, podkarpackie, śląskie i świętokrzyskie.

### Producenci rolni ze względu na rodzaj działalności

Do określenia rodzaju działalności gospodarstwa, tzw. typu rolniczego jest wykorzystywana Wartość Standardowej Produkcji (*Standard Output, SO*), na podstawie której określa się też wielkość ekonomiczną gospodarstwa rolnego. [Płonka i in. 2015], [Bocian i in. 2014]. Gospodarstwa klasyfikowane są do odpowiednich typów na podstawie kryterium wielkości udziału standardowej produkcji danego rodzaju w całkowitej wartości produkcji.

W pracy wykorzystano klasyfikację TF8, zgodnie z którą gospodarstwo jest przyporządkowywane do jednej z ośmiu specjalizacji: uprawy polowe; uprawy ogrodnicze; winnice; uprawy trwałe; krowy mleczne; zwierzęta trawożerne; zwierzęta ziarnożerne oraz produkcja mieszana [Płonka i in. 2015], [Bocian i in. 2014]. Aby uniknąć sytuacji, w której liczebności producentów należących do niektórych grup w wybranych latach i regionach nie jest dostatecznie duża,

<sup>3</sup> Suma czasu pracy świadczonej w gospodarstwie nieodpłatnie, głównie przez członków rodziny oraz czasu pracy najemnej.

<sup>4</sup> Z wyłączeniem, m.in. ziemi dzierżawionej na okres krótszy niż jeden rok.

<sup>5</sup> Alternatywnym podejściem jest zdefiniowanie wartości zmiennej K jako sumy amortyzacji i zużycia pośredniego.

<sup>6</sup> Indeksy dostępne w bazie Rachunki Ekonomiczne dla Rolnictwa (Economic Accounts for Agriculture) i odpowiednie dane gromadzone przez FADN nie są adekwatne dla przeszacowania wartości z cen bieżących na porównywalne w przypadku tego badania.

analizowano jedynie cztery typy produkcyjne. Odpowiednie liczebności podano w Tabeli 1.

Tabela 1. Zakres liczby obserwacji wg rodzaju działalności

Typ	Krowy mleczne	Mieszane	Uprawy polowe	Zwierzęta ziarnożerne
Liczebność				
Min-max	1967-2586	3722-5184	1387-2268	1453-1948

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FADN

Dla zachowania jak największej liczebności gospodarstw rolnych w każdej rozpatrywanej klasie i w każdym rozpatrywanym regionie są rozpatrywane gospodarstwa rolne wszystkich wielkości ekonomicznych.

### Zmiany zaangażowania czynników produkcji w latach 2004-2011

Elementem charakterystyki zbioru analizowanych producentów rolnych jest dynamika zaangażowania trzech rozpatrywanych czynników produkcji rolniczej i samej produkcji w takim samym podziale producentów, w jakim będą szacowane dalej parametry funkcji produkcji i formułowane profile technologiczne reprezentatywnego producenta rolnego. Odpowiednie dane zawiera Tabela 2.

Tabela 2. Zakres zmian wartości mediany produkcji i czynników produkcji w regionach FADN w okresie 2004-2011 (wartość mediany w 2004 roku = 1)

Typ Zmienna	Uprawy polowe	Krowy mleczne	Zwierzęta ziarnożerne	Mieszane
Produkcja	0,82-1,55	1,02-1,95	0,73-1,50	0,88-1,44
Kapitał	1,31-1,55	1,74-1,86	1,41-1,59	1,23-1,42
Ziemia	0,95-1,60	1,14-1,18	1,06-1,26	0,93-1,13
Praca	0,91-0,99	1,04-1,09	1,01-1,09	0,97-1,03

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FADN

Podanie wartości mediany, a nie średniej arytmetycznej, jest uzasadnione typem rozkładów rozpatrywanych kategorii w zbiorze producentów rolnych, których dane zgromadzono w bazie FADN. Dwa z rozpatrywanych czynników: ziemia i praca są mierzone w jednostkach naturalnych, czyli odpowiednio w hektarach i godzinach. Interpretacja zmian ich przeciętnego zaangażowania mierzonego medianą nie nastęca żadnych kłopotów i nie pozostawia wątpliwości. Zaangażowanie pracy w okresie 2004-2011 można uznać w części grup producentów rolnych za stałe lub o niewielkiej stopie wzrostu. Zmiany zaangażowania ziemi jako czynnika produkcji w latach 2004-2011 są zróżnicowane w zależności od regionu.

Zaangażowanie kapitału jako czynnika produkcji jest mierzone wartościowo i w cenach bieżących. Ponadto, przyjęta definicja tego czynnika skutecznie utrudnia oszacowanie realnych zmian wielkości zaangażowania. Wysokie wartości indeksów zmian wartości mediany kapitału we wszystkich regionach, niezależnie

od kryterium podziału producentów rolnych, pozwalają jednak sformułować wnioski o znaczącym wzroście zaangażowania tego czynnika w produkcji rolniczej. To z kolei umożliwia uznanie rozpatrywanego okresu 2004-2011 w produkcji rolniczej za okres krótki w sensie rozróżniania okresu krótkiego i długiego w analizach mikroekonomicznych<sup>7</sup>.

## NARZĘDZIA ANALIZY PROFILI TECHNOLOGICZNYCH

Arrow, Chenery, Minhas i Solow [1961] zaproponowali do modelowania procesów produkcyjnych dwuczynnikową zależność zwaną dzisiaj potocznie<sup>8</sup> funkcją CES (*Constant Elasticity of Substitution*), jednak nic nie stoi na przeszkodzie, aby rozpatrywać więcej niż dwa czynniki produkcji. Takie podejście stosują Uzawa [1962] oraz McFadden [1963]. Okazuje się, że dla modelowania zachowań producentów rolnych na podstawie danych indywidualnych dobrze dopasowane statystycznie są uogólnienia funkcji odmienne od uogólnienia Uzawy [Sielska 2014]. W formułowanym modelu uwzględnia się trzy czynniki produkcji, wykorzystuje zagnieźdzenie dwupoziomowe [Sato 1967]. Pomysł Sato jest często wykorzystywany [Kemfert 1998, Caselli i Coleman 2002].

Poddajemy analizie trzy możliwe warianty zagnieźdzeń:

$$\begin{aligned}
 \text{(wariant LZK)} \quad Y &= \gamma \left[ \delta \left( \delta_1 L^{-\rho_1} + (1 - \delta_1) Z^{-\rho_1} \right)^{\frac{-\rho}{\rho_1}} + (1 - \delta) K^{-\rho} \right]^{\frac{\nu}{\rho}} \\
 \text{(wariant ZKL)} \quad Y &= \gamma \left[ \delta \left( \delta_1 Z^{-\rho_1} + (1 - \delta_1) K^{-\rho_1} \right)^{\frac{-\rho}{\rho_1}} + (1 - \delta) L^{-\rho} \right]^{\frac{\nu}{\rho}} \quad (1) \\
 \text{(wariant KLZ)} \quad Y &= \gamma \left[ \delta \left( \delta_1 K^{-\rho_1} + (1 - \delta_1) L^{-\rho_1} \right)^{\frac{-\rho}{\rho_1}} + (1 - \delta) Z^{-\rho} \right]^{\frac{\nu}{\rho}}
 \end{aligned}$$

gdzie:  $Y$  – produkt,  $K, L, Z$  – czynniki produkcji,  $\gamma > 0$  – parametr skali produkcji,  $\delta, \delta_1 \in (0, 1)$  – parametry struktury czynników produkcji,  $\nu > 0$  –

<sup>7</sup> Jak piszą Samuelson i Marks [2009] długim okresem jest taki okres, w którym wszystkie czynniki produkcji ulegają zmianom, a krótkim, taki, w którym zmienny jest tylko jeden czynnik wytwórczy.

<sup>8</sup> Ta nazwa nie identyfikuje jednoznacznie funkcji produkcji, ponieważ oprócz ACMS (akronim od nazwisk autorów wspomnianego artykułu z 1961r.) znanych i stosowanych jest wiele funkcji o stałej elastyczności substytucji.

parametr efektów skali produkcji, wyznaczający stopień jednorodności funkcji,  $\rho, \rho_1 > -1, \rho, \rho_1 \neq 0$  – parametry substytucji czynników produkcji.

W każdym z wariantów funkcji (1) między agregatem a wyróżnionym czynnikiem produkcji elastyczność substytucji jest stała. Przykładowo, w wariacie LZK kapitał występuje w pierwszym poziomie zagnieżdżenia z czynnikiem łącznym pracy i ziemi, które wspólnie znajdują się w drugim poziomie zagnieżdżenia. Propozycja szacowania zagnieżdżonych funkcji produkcji nie zmniejsza ogólności rozważań. Otrzymanie wartości oszacowań parametrów  $\rho = \rho_1$  będzie wskazywać na konieczność interpretacji niezagnieżdżonej funkcji produkcji. Oczekujemy, że w trakcie szacowania parametrów zagnieżdżonej funkcji produkcji w każdej grupie producentów rolnych zidentyfikujemy jako najlepiej dopasowane w danym roku inne jej warianty. To zjawisko interpretujemy jako zmianę profilu technologicznego reprezentatywnego producenta.

W trakcie analizy zwracamy uwagę na zmiany wartości oszacowanego parametru charakteryzującego przychody ze skali danego profilu produkcyjnego. Badanie efektów skali pozwala wnioskować o zaletach i wadach procesów gospodarowania. Zaletą są rosnące przychody ze skali, ponieważ charakteryzują producentów dużych o możliwościach specjalizacji i ekspansji. Zmniejszające się przychody ze skali są wadą dlatego, że sugerują brak efektywnych możliwości rozwojowych. Varian [1995] pisze, iż „stałe przychody ze skali stanowią najbardziej naturalny przypadek z tytułu argumentu o powtarzalności zdarzeń”. Badanie zmienności w czasie przychodów ze skali jest ważne również z tego powodu, iż poziom produkcji, dla którego zachodzi przejście od rosnących do stałych przychodów skali jest nazywany minimalną efektywną skalą produkcji albo optymalnym rozmiarem przedsiębiorstwa [Laidler i Estrin 1991]. Stałe przychody ze skali charakteryzują takie procesy produkcyjne, w których dla każdego poziomu produkcji istnieje metoda wytwarzania o tej samej efektywności.

Znane i stosowane są liczne procedury numeryczne szacowania parametrów modeli (1), sprowadzające się do poszukiwania minimum funkcji wielu zmiennych. Z badania Sielskiej [2014] wynika, że metoda ewolucji różnicowej (DE) jest stabilna numerycznie i dobrze sprawdza się w przypadku danych indywidualnych. Obliczenia, których rezultaty są podstawą analizy przeprowadzonej w tym opracowaniu, wykonano w pakiecie ‘micEconCES’, będącym składowym oprogramowania *open source* R [Henningsen 2014].

## WYNIKI ANALIZY

**Zmiany profili technologicznych w czasie i przestrzeni**

Parametry funkcji produkcji oszacowano<sup>9</sup> na podstawie danych przekrojowych w trzech wariantach LZK, ZKL oraz KLZ dla każdego z 4 regionów FADN i każdego wyróżnionego typu produkcyjnego. Najlepiej dopasowana, w sensie wartości współczynnika determinacji, funkcja produkcji ze względu na wariant zagnieżdżenia czynników produkcji jest profilem reprezentatywnego producenta rolnego dla zadanego podzbioru producentów indywidualnych w każdym roku z okresu 2004-2011.

Gospodarstwa rolne w każdym z typów działalności, w każdym z 4 regionów FADN i w ciągu 8 lat mogły prowadzić produkcję według 32 profili technologicznych. Ich łączny rozkład dla typu działalności reprezentuje trójka (LZK, ZKL, KLZ). Dla typu „krowy mleczne” jej składowe są równe (11, 14, 7). W tym przypadku wyraźną przewagę miała strategia produkcyjna polegająca na substytucji pracą czynnika łącznego ziemia-kapitał. W żadnym innym typie działalności przewaga jednego profilu technologicznego nad pozostałymi nie jest już tak zdecydowana. Trójka profili technologicznych dla mieszanego typu działalności ma składowe (9, 10, 13), dla typu „uprawy polowe” – (12, 10, 10) a dla typu „zwierzęta ziarnożerne – (14, 8, 10). Zmienna jest skłonność do zmian profilu technologicznego z roku na rok w zależności od rodzaju działalności. Wynik porównania zawiera Tabela 3.

Tabela 3. Zmiany profili produkcyjnych z roku na rok w okresie 2004-2011 według typu działalności gospodarstwa rolnego

Krowy mleczne			Mieszane				
	LZK	ZKL	KLZ		LZK	ZKL	KLZ
LZK	4	5	2	LZK	2	3	3
ZKL	2	6	4	ZKL	4	3	2
KLZ	3	2	0	KLZ	1	3	7
Uprawy polowe			Zwierzęta ziarnożerne				
	LZK	ZKL	KLZ		LZK	ZKL	KLZ
LZK	0	4	5	LZK	6	3	2
ZKL	6	2	1	ZKL	2	2	4
KLZ	6	2	2	KLZ	3	3	3

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FADN

<sup>9</sup> Uwzględnienie tylko trzech wymienionych czynników produkcji jest arbitralne, ale zgodnie z oczekiwaniami Autorów powoduje, że we wszystkich oszacowanych modelach parametry przy zmiennych objaśniających są statystycznie różne od 0. W toku dalszych badań zapewne należy wziąć pod uwagę czynniki produkcji specyficzne dla wyróżnionych rodzajów działalności produkcyjnej i stosownie zmodyfikować definicję profilu technologicznego.

Najbardziej skłonni do zmian byli specjalizujący się w uprawach polowych (24 przypadki na 28), a najmniej prowadzący mieszany typ działalności (16 przypadków na 28). Zmienność profili technologicznych w regionach FADN może wynikać z przystosowywania się producentów do warunków produkcji w ramach Wspólnej Polityki Rolnej z uwzględnieniem lokalnych ograniczeń.

### Zmiany efektów skali reprezentatywnych producentów rolnych

W przypadku podziału producentów rolnych według typu działalności odnotowujemy przeplatanie się okresów z rosnącą skalą produkcji, tzn. takich lat, w których produkcja rośnie w szybszym tempie niż nakłady oraz okresów z malejącą skalą produkcji, czyli takich lat, w których produkcja rolna rośnie wolniej niż nakłady (Tabela 4). Widoczna jest tendencja spadkowa w przypadku gospodarstw zlokalizowanych w regionie Pomorze i Mazury i specjalizujących się w chowie krów mlecznych. Podobnie niepokojącym trendem charakteryzowały się efekty skali dla typu "zwierzęta ziarnożerne" i regionu Małopolska i Pogórze.

Tabela 4. Efekty skali produkcji reprezentatywnego producenta rolnego w regionach FADN według typu działalności producentów rolnych w latach 2004-2011

Regiony	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Krowy mleczne								
Pomorze i Mazury	1,01	0,97	0,76	0,74	0,78	0,84	0,63	0,63
Wielkopolska i Śląsk	0,97	0,80	0,70	0,79	0,83	1,04	0,91	0,90
Mazowsze i Podlasie	0,95	1,07	0,92	0,84	1,08	1,03	0,92	0,96
Małopolska i Pogórze	1,36	1,33	1,31	1,22	0,96	0,84	0,88	0,85
Mieszane								
Pomorze i Mazury	1,01	0,87	0,84	0,89	0,89	0,80	0,77	0,90
Wielkopolska i Śląsk	1,09	0,98	1,01	0,91	0,87	1,01	0,97	1,00
Mazowsze i Podlasie	1,10	0,99	1,06	1,11	1,13	1,01	1,20	1,20
Małopolska i Pogórze	0,98	0,96	1,04	1,10	0,96	1,01	1,04	1,06
Uprawy polowe								
Pomorze i Mazury	0,95	1,26	1,15	1,10	0,88	1,08	0,91	1,13
Wielkopolska i Śląsk	1,16	1,00	0,95	1,06	0,85	0,83	0,90	1,08
Mazowsze i Podlasie	0,88	0,76	0,84	0,78	0,83	0,85	0,82	0,87
Małopolska i Pogórze	0,71	0,50	0,83	1,04	0,85	0,99	0,96	0,98
Zwierzęta ziarnożerne								
Pomorze i Mazury	0,69	0,68	0,67	1,04	0,81	0,59	0,80	1,30
Wielkopolska i Śląsk	0,71	1,01	0,80	0,85	1,04	1,19	1,15	0,89
Mazowsze i Podlasie	0,51	0,57	0,48	0,45	0,80	0,70	0,68	0,90
Małopolska i Pogórze	0,84	0,69	0,82	0,85	0,78	0,54	0,70	0,56

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych FADN

Gwałtowny wzrost efektu skali z 0,8 do 1,3 dla typu działalności „zwierzęta ziarnożerne” między rokiem 2010 a 2011 jest trudny do skomentowania. Dopiero oszacowania efektów skali dla kolejnych lat stworzą taką możliwość. Uzyskane



wyniki nie są w pełni porównywalne z rezultatami otrzymanymi w podobnych badaniach efektów skali prowadzonych przez Marca i Pisulewskiego [2013] oraz Niezgodę [2010], ze względu na różne próby gospodarstw.

Stosowanie różnych strategii zmian profili technologicznych skutkuje osiągnięciem przez reprezentatywnych producentów rolnych różnych trajektorii zmian efektów skali. Podobieństwo trajektorii w latach 2004-2011 zmierzylismy za pomocą odległości Clarka<sup>10</sup>. Wartości tej miary, nieprzekraczające 0,25, potwierdzają intuicje widoczne podczas analizy zawartości Tabeli 4. Dla typu działalności „Krowy mleczne” najbardziej zbliżone trajektorie zmian efektów skali mają regiony Wielkopolska i Śląsk oraz Mazowsze i Podlasie a najbardziej odległe Wielkopolska i Śląsk oraz Małopolska i Pogórze. W końcu badanego okresu prowadzi to do swoistej konwergencji efektów skali w trzech wymienionych regionach. Analogiczną konwergencję można zaobserwować w mieszanym typie działalności dla regionów Wielkopolska i Śląsk oraz Małopolska i Pogórze cechujących się najmniejszą odległością Clarka swoich trajektorii efektów skali. Podobny proces ma miejsce dla upraw polowych i regionów Pomorze i Mazury oraz Wielkopolska i Śląsk też dla minimalnej odległości Clarka. Omówiona tendencja nie jest jednak prawidłowością. Dla typu działalności „Zwierzęta ziarnożerne” dwie najbliższe trajektorie dla regionów Pomorze i Mazury oraz Małopolska i Pogórze prowadzą do diametralnie różnego efektu mierzonego współczynnikiem efektu skali.

### Podsumowanie

Do analizy zachowań producentów rolnych wykorzystaliśmy dane indywidualne pochodzące z bazy FADN. Dla zbioru producentów o określonym typie działalności dla każdego regionu oszacowano trzy różne warianty zagnieżdżonej trójczynnikowej funkcji produkcji. Wybraną spośród nich, najlepiej dopasowaną do danych empirycznych, nazwaliśmy profilem technologicznym wyróżnionej grupy producentów. Badano zróżnicowanie profili technologicznych producentów rolnych i efektów skali produkcji<sup>11</sup>.

Wyniki badania wskazują, że w latach 2004-2011 profile reprezentatywnych producentów rolnych charakteryzują się zmiennością, z różną dla różnych grup producentów skłonnością do zmian profilu. Istnieje przewaga profili technologicznych, w których rola ziemi jako czynnika decydującego o profilu jest

<sup>10</sup> Odległość J.P. Clarka, zwana również współczynnikiem dywergencji, między punktami

$$x_i, x_k \text{ należącymi do przestrzeni } R^n \text{ jest równa } d(x_i, x_k) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left( \frac{x_{ij} - x_{kj}}{x_{ij} + x_{kj}} \right)^2}.$$

Jest unormowana w przedziale [0, 1] i stąd łatwa w interpretacji [Młodak 2006].

<sup>11</sup> Opracowanie jest kontynuacją badań Autorów referowanych na konferencji Modelowanie Preferencji a Ryzyko'2015 (22-24.03.2015). Tytuł opracowania: Profile produkcyjne producentów rolnych w regionach FADN dla Polski.

zmarginalizowana. Stwierdziliśmy ponadto przeplatanie się okresów z rosnącą skalą produkcji z okresami z malejącą skalą produkcji oraz konwergencję efektów skali w regionach w zależności od typu technologicznego.

## BIBLIOGRAFIA

- Arrow K., Chenery H. B., Minhas B. S., Solow M. (1961) Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency, *Review of Economics and Statistics*, No. 43, pp. 225-247.
- Bocian M., Cholewa I., Tarasiuk R. (2014) Współczynniki Standardowej Produkcji 2010 dla celów Wspólnotowej Typologii Gospodarstw Rolnych, IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Caselli F., Coleman W. J. (2002) The U. S. Technology Frontier, *American Economic Review Papers and Proceedings*, No. 92, pp. 148-192.
- Henningsen A., Henningsen G. (2014) Econometric Estimation of the Constant Elasticity of Substitution Function in R: Package micEconCES, [cran.rproject.org/web/packages/micEconCES/vignettes/CES.pdf](http://cran.rproject.org/web/packages/micEconCES/vignettes/CES.pdf) (dostęp 27.01.2015).
- Judzińska A., Łopaciuk W. (2013) Wpływ WPR na zmiany w rolnictwie w ujęciu regionalnym, IERiGŻ PIB, Warszawa.
- Kemfert C. (1998) Estimated substitution elasticities of a nested CES production function approach for Germany, *Energy Economics*, 20(3), pp. 249-264.
- Kuszewski T., Sielska A. (2012) Efektywność sektora rolnego w województwach przed i po akcesji Polski do Unii Europejskiej, *Gospodarka Narodowa*, nr 3/2012, str. 19-42.
- Laidler D., Estrin S. (1991) *Wstęp do mikroekonomii*, Gebethner i Ska, Warszawa.
- Marzec J., Pisulewski A. (2013) Ekonometryczna analiza efektywności technicznej farm mlecznych w Polsce na podstawie danych z lat 2004–2011, *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych*, nr 30/2013, str. 255-271.
- Młodak A. (2006) *Analiza taksonomiczna w statystyce regionalnej*, Difin, Warszawa.
- McFadden D. (1963) Constant Elasticity of Substitution Production Functions, *Review of Economic Studies*, No. 31, pp. 73-83.
- Niezgoda D. (2010) Elastyczność produkcyjna i dochodowa procesu produkcji w towarowych gospodarstwach rolnych, *Roczniki Nauk Rolniczych, SERIA G*, T. 97, z. 3, str. 186-196.
- Płonka R., Smolik A., Cholewa I., Bocian M., Juchnowska E., Osuch D. (2015) Najważniejsze informacje niezbędne do interpretacji wyników Polskiego FADN, stan na dzień 2015-01-30, <http://fadn.pl/wpcontent/uploads/metodyka/Najwazniejsze-informacje.pdf> (dostęp 02.03.2015).
- Samuelson W. F., Marks S. G. (2009) *Ekonomia menedżerska*, PWE, Warszawa.
- Sato K. (1967) A Two-level Constant-Elasticity-of-Substitution Production Function, *Review of Economic Studies*, No. 43, pp. 201-218.
- Sielska A. (2014) *Podjęmowanie decyzji produkcyjnych w gospodarstwach rolnych przy wielorakości celów*, niepublikowana rozprawa doktorska, Kolegium Zarządzania i Finansów, Szkoła Główna Handlowa, Warszawa.
- Uzawa H. (1962) Production Functions with Constant Elasticities of Substitution, *Review of Economic Studies*, No. 29, pp. 291-299.
- Varian H. R. (1995) *Mikroekonomia*, PWN, Warszawa.

## **RETURNS TO SCALE FOR AGRICULTURAL PRODUCTION IN POLISH FADN REGIONS IN 2004-2011**

**Abstract:** The purpose of this paper is to assess returns to scale in Polish FADN regions in the period 2004-2011. Our analysis is based on technological profiles which for each group of agricultural producers are given by parameters of three factor (capital, labour, agricultural area) nested CES functions. The data are obtained from the Farm Accountancy Data Network database. Farms are classified on the basis of specialization and region. The results show that technological profiles change in time, and the tendency to change the profile is different in analyzed groups. We observed the tendency to choose such profiles that minimize the agricultural area.

**Keywords:** type of agricultural producer, nested CES function, returns to scale, efficient scale of production.