

## ZASTOSOWANIE INDEKSU FÄRE-PRIMONTA DO POMIARU ZMIAN PRODUKTYWNOŚCI CAŁKOWITEJ GOSPODARSTW MLECZNYCH

MICHAŁ ŚWITŁYK

### Abstrakt

*Celem badań była ocena zmian (w ujęciu dynamicznym w latach 2008-2017) produktywności gospodarstw rolnych specjalizujących się w produkcji mleka, której dokonano stosując zagregowany indeks produktywności całkowitej Färe-Primonta. Indeks zmian produktywności całkowitej został zdekomponowany na indeks zmian efektywności i indeks zmian technologicznych. Badania wykonano na panelu danych liczących 730 gospodarstw rocznie. Dane do badań pozyskano z Polskiego FADN. W badaniach przyjęto model gospodarstwa mlecznego, który składał się z 1 efektu (Y) i 9 (X) nakładów. Przyjęty do obliczeń model gospodarstwa mlecznego był ukierunkowany na minimalizację nakładów, przy założeniu zmiennych efektów skali (VRS).*

*W latach 2008-2017 indeks zmian produktywności całkowitej Färe-Primonta zmniejszył się o 28% (0,720). Na wielkość zmian indeksu produktywności (dTFP) wpłynął wzrost o 21,6% (1,216) zmian technologicznych (dMP) oraz spadek o 40,8% (0,592) zmian efektywności (dTFPE). Wyniki badań wskazują, że głównym źródłem produktywności w Polsce był postęp technologiczny, natomiast zmiany efektywności wpływały na zmniejszenie indeksu zmian produktywności całkowitej Färe-Primonta. Zmiany indeksu produktywności całkowitej Färe-Primonta są tym większe, im większa była: wielkość ekonomiczna gospodarstwa, wielkość stada krów, powierzchnia użytków rolnych, nakłady siły roboczej (AWU) i wydajność mleczna krów.*

**Słowa kluczowe:** produktywność, indeks Färe-Primonta, gospodarstwa mleczne.

**Kody JEL:** C61, Q13, Q14, Q18, O47.

## Wstęp

Produktywność gospodarstw rolnych jest badana przez naukowców w różnych krajach świata (Coelli i Rao, 2005; O'Donnell, 2010b; Rahman i Salim, 2013; Khan, Salim i Bloch, 2014; Baležentis, 2015; Singbo i Larue, 2016; Dakpo, Jeanneaux, Latruffe, Mosnier i Veysset, 2018a; Dakpo, Desjeux, Jeanneaux i Latruffe, 2019), ponieważ efektywna polityka gospodarcza wymaga znajomości głównych czynników wpływających na wzrost produktywności. W rolnictwie tymi czynnikami są postęp technologiczny i poprawa efektywności technicznej. Postęp technologiczny prowadzi do wzrostu możliwości produkcyjnych i wzrost ten jest możliwy m.in. w wyniku zwiększania zasobów wiedzy naukowej przez producentów oraz zakupów nowoczesnych środków produkcji. Poprawa efektywności technicznej może dokonywać się poprzez wzrost relacji efektów do nakładów i może być wynikiem eliminacji błędów w procesie produkcyjnym. Różne polityki gospodarcze (w tym polityka rolna) mogą wpływać pozytywnie lub negatywnie na wzrost produktywności. Należy pamiętać, że wpływ na produktywność mają również ceny środków produkcji dla rolnictwa i ceny uzyskiwane ze sprzedaży produktów rolniczych (O'Donnell, 2008).

Produktywność jest definiowana przez Coelliego, Rao i Battese (1998) jako relacja efektu (-ów) wytwarzanego przez daną firmę do nakładu (-ów), który jest zużywany do jego wytworzenia. W przypadku wielu efektów i wielu nakładów O'Donnell (2008) zdefiniował produktywność jako relację zagregowanych efektów do zagregowanych nakładów. W produkcji, gdy z jednego nakładu powstaje jeden produkt, obliczanie produktywności jest łatwe. W sytuacji, gdy mamy do czynienia często z wieloma efektami i wieloma nakładami, stosuje się metody agregowania nakładów i efektów dla obliczania produktywności. W tym celu stosuje się różne indeksy produktywności całkowitej (*total factor productivity TFP*), które pozwalają na pomiar produktywności i uwzględniają wszystkie czynniki produkcji. W badaniach ekonomicznych często stosowana jest metoda DEA (Data Envelopment Analysis) i jej różne odmiany. Pozwala ona na obliczenie efektywności technicznej oraz indeksów produktywności całkowitej, między innymi indeksu Malmquista oraz indeksu Färe-Primonta. Współczynniki efektywności technicznej mierzą sprawność zarządzania i dotyczą one oceny poprawności podejmowanych decyzji operacyjnych. Z kolei indeksy produktywności całkowitej określają źródła produktywności.

Problem produktywności gospodarstw mlecznych podjęto z dwóch powodów. Pierwszym z nich jest znaczenie gospodarstw produkujących mleko w polskim rolnictwie. Produkcja mleka, żywca wołowego i cielęcego w 2017 r. stanowiła odpowiednio w strukturze produkcji globalnej i produkcji towarowej 21,1 i 26,5% (GUS, 2018). Kolejnym powodem podjęcia tematu jest luka w wiedzy wyrażająca się brakiem współczesnych badań nad zmianami produktywności polskiego rolnictwa, w tym gospodarstw mlecznych. Stosunkowo dobrze w Polsce rozpoznany jest problem efektywności technicznej tych gospodarstw (Marzec i Pisulewski, 2013, 2014; Marzec, Pisulewski i Prędko, 2015; Wilczyński, Kołoszycz i Świtłyk, 2020), natomiast brakuje współczesnych badań nad produktywnością gospodarstw. Więk-

szość prac z tego zakresu wykonywanych w Polsce dotyczyła pomiaru produktywności przy zastosowaniu indeksu Malmquista i była wykonywana przed akcesją do Unii Europejskiej m.in. (Brümmer, Glauben i Thijssen, 2002; Zawalińska, 2004; Latruffe, Balcombe, Davidova i Zawalińska, 2005), zaś współczesne badania produktywności polskiego rolnictwa (Rusielik, 2015) oparte są częściowo na danych makroekonomicznych. Oryginalnym wkładem tej pracy do istniejącego systemu wiedzy jest określenie indeksu zmian produktywności całkowitej Färe-Primonta i jego dwóch części składowych: indeksu zmian efektywności i indeksu zmian technologicznych dla gospodarstw mlecznych w Polsce.

Celem badań była ocena zmian (w ujęciu dynamicznym w latach 2008-2017) produktywności gospodarstw rolnych specjalizujących się w produkcji mleka, której dokonano stosując zagregowany indeks produktywności całkowitej Färe-Primonta, zdekomponowany na indeks zmian efektywności i indeks zmian technologicznych.

### **Material i metody**

Badania nad efektywnością techniczną i zmianami produktywności rolnictwa z wykorzystaniem nieparametrycznej metody DEA można podzielić na dwie grupy. Do pierwszej grupy należą badania dotyczące analiz regionalnych z porównaniem wyznaczonych regionów (np. krajów). Przykładem stosowania takiego podejścia mogą być prace Brümmera i in., 2002; Coelliego i Rao, 2005; Lissitsy i Rungsuriyawiboon, 2006; Latruffe, Fogarasi i Desjeux, 2012; Baráth i Fertő, 2016; Ziętarek i Adamskiego, 2017; Rusielika, 2020. Do drugiej grupy zaliczono badania odnoszące się do gospodarstw o różnej ich charakterystyce (np. wg typów, wielkości ekonomicznej, powierzchni użytków rolnych) i ich wzajemnych porównań. Przykładem takich badań są prace Zawalińskiej, 2004; O'Donnella, 2010b; Rusielika i Świtłyka, 2012; Marca i Pisulewskiego, 2013, 2014; Marca i in., 2015; Latruffe i Desjeux, 2016.

Popularnym obszarem badań produktywności i efektywności technicznej gospodarstw rolnych są gospodarstwa zwierzęce, w tym mleczne. Prowadzili je np. Latruffe i in., 2005; Balcombe, Fraser i Kim, 2006; Latruffe i in., 2012; Singbo i Larue, 2016; Darku, Malla i Tran, 2016; Madau, Furesi i Pulina, 2017; oraz Wilczyński i in., 2020. Badaniem efektywności technicznej otoczenia rolnictwa, rolnictwa i gospodarstw rolnych w Polsce zajmowali się m.in. Świtłyk, 1999; Rusielik, 2000; Rusielik i Świtłyk, 2009; Zawalińska, 2004; Góral, 2014; Marzec i Pisulewski, 2013, 2014; Marzec i in., 2015.

Dane źródłowe do badań pozyskano z Systemu Zbierania i Wykorzystywania Danych Rachunkowych z Gospodarstw Rolnych – Polskiego FADN (Farm Accountancy Data Network). W badaniach przyjęto model gospodarstwa mlecznego, który składał się z 1 efektu (Y) i 9 (X) nakładów. Zmienną efektu modelu (Y) była suma przychodów ze sprzedaży: mleka i przetworów z mleka krowiego (SE216), sprzedaży wołowiny i cielęciny (SE220) oraz dopłat do działalności operacyjnej (SE605). Zmiennymi nakładów w modelu były następujące zmienne: X1 – nakłady pracy ogółem w jednostkach osób pełnozatrudnionych AWU (SE010), X2 – powierzchnia użytków rolnych (SE025), X3 – koszty nakładów plonotwór-

czych: (suma zmiennych: nasiona i sadzeniaki (SE285), nawozy (SE295), środki ochrony roślin (SE300)), X4 – pasze dla zwierząt żywionych w systemie wypasowym (SE310), X5 – pozostałe koszty bezpośrednie produkcji zwierzęcej (SE330), X6 – koszty utrzymania maszyn i budynków (SE340), X7 – koszt energii (SE345), X8 – amortyzacja (SE360) oraz X9 – liczba krów mlecznych (SE085). Wszystkie wielkości ekonomiczne przyjęte do modelu były wyrażone w złotych, liczba krów mlecznych ujęta jest w sztukach, a nakłady pracy ogółem zostały wyrażone w AWU. Do analizy przyjęto panel danych pochodzących z gospodarstw mlecznych, które powtarzały się w latach 2008-2017. Liczebność próby wynosiła  $n=730$  gospodarstw. Przyjęty do obliczeń model gospodarstwa mlecznego był ukierunkowany na minimalizację nakładów, przy założeniu zmiennych efektów skali (VRS). Ze względu na dużą objętość artykułu zrezygnowano z opisu metody DEA i indeksu Färe-Primonta, wychodząc z założenia, że zostały one w sposób wyczerpujący opisane w wielu publikacjach, do których należą opracowania: Coelli, Rao i Battese, 1998; Färe, Grosskopf i Lovella, 1994; Bankera, Charnesa i Coopera, 1984 oraz Charnesa, Coopera i Rhodessa, 1978. W literaturze polskojęzycznej metodę DEA opisali m.in.: Rogowski, 1998; Rusielik, 2000; Zawalińska, 2004; Guzik, 2009; Góral, 2014. Omówienie indeksu Färe-Primonta znaleźć można m.in. w pracach O'Donnella, 2008-2011; Rahmana i Salima, 2013; Baležentis, 2015; Dakpo, Desjeux i Latruffe, 2018; Dakpo i in., 2018a; Dakpo i in., 2019; Cilleroa i Thorneb, 2019 oraz Rusielika, 2015, 2020. W badaniach zastosowano indeks zmian produktywności całkowitej Färe-Primonta, ponieważ w porównaniu z innymi indeksami produktywności całkowitej jest on w pełni multiplikatywny, przechodni oraz zapewnia możliwość dokonywania multilateralnych (z innymi firmami) i multitemporalnych (w czasie) porównań (O'Donnell, 2011; Dakpo i in., 2019; Rusielik, 2015, 2020).

W badaniach wykorzystano następujące programy użytkowe: *productivity R* package version 1.1.0 (Dakpo i in., 2018) oraz Statistica 13.1.

Przedstawione w artykule wyniki badań nad zmianami indeksu Färe-Primonta składają się z dwóch części. W pierwszej części omówione są wyniki badań dla zbiorowości całkowitej badanych gospodarstw mlecznych. W drugiej części przedstawiono wyniki dotyczące wydzielonych ze zbiorowości ogólnej grup gospodarstw i poszczególnych klas w grupach. Wyniki prezentują zmiany badanych indeksów, wielkość indeksu poniżej 1 oznacza spadek, indeks równy 1 oznacza brak zmian (stagnację), indeks powyżej 1 oznacza poprawę. Wyniki przedstawione są w formie średniej geometrycznej.

Otrzymane wyniki zostały poddane klasyfikacji wg klas wielkości ekonomicznej zgodnie z metodyką FADN (ES6), nakładów pracy AWU, powierzchni użytków rolnych, wydajności mlecznej i liczby krów w gospodarstwie. W grupie gospodarstw wyodrębnionych ze względu na wielkość ekonomiczną wydzielono następujące klasy: 8000-25000 euro, 25000-50000 euro, 50000-100000 euro, 100000-500000 euro. Na podstawie nakładów pracy ogółem wyodrębniono 3 klasy: do 1,5 AWU, 1,5-2,0 AWU i powyżej 2,0 AWU. Według powierzchni użytków rolnych wyróżniono gospodarstwa: do 15 ha, 15-20 ha, 20-30 ha, powyżej 30 ha.

Wykorzystując wydajność mleczną krów, dokonano podziału na gospodarstwa, w których średnia roczna wydajność wynosiła do 6000 l, 6000-7000 l i powyżej 7000 l/krowy, a biorąc za kryterium podziału wielkość stada krów, wyróżniono gospodarstwa posiadające do 10 szt., od 10 do 20 szt., od 20 do 30 szt. oraz powyżej 30 szt. krów.

## **Wyniki i dyskusja**

### ***Charakterystyka badanych gospodarstw***

Statystyki opisowe zmiennej efektów i zmiennych nakładów przyjętego modelu gospodarstwa mlecznego zostały zamieszczone w tabelach 1 i 2. Tabela 1 zawiera informacje o wielkości zmiennych badanej populacji gospodarstw mlecznych w latach 2008-2017 oraz w pierwszym (2008) i ostatnim roku analizy (2017). W tabeli 2 zamieszczono wartości przeciętne charakteryzujące poszczególne wydzielone grupy gospodarstw mlecznych. Z danych zamieszczonych w tabeli 1 wynika, że w latach 2008-2017 nastąpił wzrost wszystkich wziętych pod uwagę parametrów. Średnia wielkość efektów w badanym okresie wzrosła ponad dwukrotnie, z poziomu 177,2 tys. zł w 2008 r. do 365,4 tys. zł w 2017 r. Zwraca uwagę niewielki 5% wzrost nakładów siły roboczej w badanych gospodarstwach. Zwiększeniu uległa także przeciętna wielkość stada krów z 23,0 w 2008 r. do 29,8 krów w 2017 r. (o 29,6%) oraz przeciętna powierzchnia użytków rolnych z 29,2 ha w 2008 r. do 34,2 ha w 2017 r. (o 17,1%). Wzrostem mieszczącym się w przedziale od około 70 do 90% charakteryzowały się koszty nakładów plonotwórczych, koszty pasz z zakupu, pozostałe koszty bezpośrednie produkcji zwierzęcej, koszty utrzymania maszyn i budynków oraz koszty energii. W badanych gospodarstwach koszt amortyzacji wzrósł o około 64%, z 25,1 tys. zł w 2008 r. do 41,0 tys. zł w 2017 r.

Wielkość ekonomiczna przeciętnego gospodarstwa zwiększyła się o prawie 27% z 59 504,4 euro w 2008 r. do 75 531,9 euro w 2017 r., a wydajność mleczna krów wzrosła o 987 l (o około 20%) z poziomu 5028 litrów w 2008 r. do 6015 litrów w roku 2017.

Analizując dane zawarte w tabelach 1 i 2 dotyczące nakładów siły roboczej i powierzchni użytków rolnych, warto pamiętać o wynikach badań, które prezentował Steffen (2001), a mianowicie w warunkach niemieckich stado 60-80 krów wymaga intensywnego zaangażowania jednej jednostki siły roboczej i powierzchni około 70 ha użytków rolnych. Podobne wyniki otrzymali Ziętara i Adamski (2018), badając m.in. konkurencyjność polskich gospodarstw mlecznych w porównaniu z gospodarstwami wybranych krajów Unii Europejskiej. Zdolnościami do konkurencji wykazały się polskie gospodarstwa utrzymujące około 30 krów mlecznych, natomiast w pełni konkurencyjnymi były dopiero gospodarstwa utrzymujące ok. 60 krów i o powierzchni 60 ha użytków rolnych.

Tabela 1

## Statystyki opisowe zmiennych modelu gospodarstwa mlecznego

Wyszczególnienie	Jednostka miary	730					2017									
		2008-2017		2008		2017		2008		2017						
		Średnia	Mediana	Odch. std.	Wsp. zmn.	Średnia	Mediana	Odch. std.	Wsp. zmn.	Średnia	Mediana	Odch. std.	Wsp. zmn.			
Liczba gospodarstw	Gosp.	730					730					730				
Lata		2008-2017					2008					2017				
Zmienna efektów <sup>a</sup>	tys. zł	259,8	181,7	262,5	101,1	177,2	131,2	158,9	89,7	365,4	267,6	362,6	99,2			
Nakłady siły roboczej	AWU	2,1	2,0	0,6	30,2	2,0	2,0	0,6	27,6	2,1	2,0	0,7	31,5			
Liczba krów	szt.	26,3	21,4	19,1	72,4	23,0	18,7	15,1	65,7	29,8	23,5	23,3	78,3			
Powierzchnia UR	ha	31,8	25,9	20,5	64,5	29,2	24,3	18,2	62,2	34,2	27,9	22,5	65,9			
Koszty plonotwórcze	tys. zł	24,3	16,6	25,1	103,3	17,0	12,6	16,0	94,3	30,0	21,8	30,3	101,1			
Pasze z zakupu	tys. zł	60,5	37,8	79,5	131,4	44,8	30,9	51,2	114,3	75,8	47,1	102,9	135,8			
Pozostałe koszty bezpośrednie produkcji zwierzęcej	tys. zł	10,5	5,9	14,2	135,0	7,4	4,5	8,2	112,2	13,8	7,6	17,6	127,7			
Koszty utrzymania maszyn i budynków	tys. zł	13,42	9,4	13,7	102,0	10,1	7,2	9,8	96,6	18,5	13,4	17,3	93,6			
Koszty energii	tys. zł	19,0	13,2	19,2	101,1	13,2	10,0	11,4	86,5	22,5	14,9	23,4	104,3			
Amortyzacja	tys. zł	35,1	25,2	35,4	100,9	25,1	19,7	19,9	79,5	41,0	27,6	41,4	100,8			
Wielkość ekonomiczna	euro	67 186,7	54 092,1	47 980,4	71,4	59 504,4	49 254,5	38 809,6	65,2	75 531,9	59 512,9	57 686,9	76,4			
Wydajność mleczna	l	5443	5178	1717,3	31,5	5028	4840	1413,5	28,1	6015	5794	1920,0	31,9			

<sup>a</sup> Suma przychodów ze sprzedaży: mleka i przetworów z mleka krowiego, wołowiny i cielęciny oraz dopłat do działalności operacyjnej.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych FADN.

Tabela 2

## Charakterystyka wydzielonych grup gospodarstw (wartości średnie za 2008-2017)

Wyszczególnienie	<i>n</i> ważnych	Wielkość ekonomiczna (euro)	Zmienna wyjścia modelu <sup>a</sup> (tys. zł)	AWU	Liczba krów (szt.)	Pow. UR (ha)	Wydajność mleczna (l)
Grupa gospodarstw wydzielona ze względu na wielkość ekonomiczną (euro)							
>8 000<25 000	610	18 728,4	54,5	1,6	7,5	11,6	4 021
>25 000<50 000	2 653	37 939,4	122,4	1,9	15,3	19,6	4 800
>50 000<100 000	2 853	70 304,3	261,1	2,1	27,6	34,2	5 668
>100 000<500 000	1 184	150 174,7	670,2	2,6	57,7	63,6	7 076
Grupa gospodarstw wydzielona ze względu na wielkość stada krów							
<10 krów	657	20 173,9	56,8	1,7	7,3	13,3	4 070
>10<20 krów	2 630	39 119,9	123,2	1,9	15,2	20,7	4 807
>20<30 krów	1 881	62 543,0	219,9	2,0	24,4	31,2	5 429
>30 krów	2 132	120 393,9	526,1	2,4	47,6	51,6	6 663
Grupa gospodarstw wydzielona ze względu na powierzchnię użytków rolnych							
<15 ha	1 124	27 610,5	87,9	1,7	11,9	11,6	4 423
>15<20 ha	1 253	39 447,1	135,1	1,9	16,4	17,7	4 976
>20<30 ha	1 936	52 234,8	187,9	2,0	21,1	24,6	5 210
>30 ha	2 987	103 406,3	423,3	2,3	39,3	50,0	6 174
Grupa gospodarstw wydzielona ze względu na wydajność mleczną							
<6 000 l	4 795	52 508,9	160,5	2,0	20,5	27,0	4 421
>6 000<7 000 l	1 127	79 812,2	320,7	2,2	31,3	37,3	6 465
>7 000 l	1 378	107 934,6	555,4	2,3	42,4	44,1	8 165
Grupa gospodarstw wydzielona ze względu na zasoby siły roboczej (AWU)							
<1,5 AWU	952	42 989,5	148,4	1,2	16,9	21,8	4 920
>1,5<2,0 AWU	2 442	53 732,5	193,7	1,8	21,4	25,9	5 107
>2,0 AWU	3 906	81 495,6	328,3	2,4	31,7	37,9	5 781

<sup>a</sup> Suma przychodów ze sprzedaży: mleka i przetworów z mleka krowiego, wołowiny i cielęciny oraz dopłat do działalności operacyjnej.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych FADN.

Tabela 3 oraz rysunki 1 i 2 zawierają wyniki obliczeń dla całej badanej zbiorowości w latach 2008-2017. Z danych zamieszczonych w tabeli 3 wynika, że w latach 2008-2017 średnia wartość indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP) wyniosła 0,720, co oznacza, że przeciętny spadek produktywności dla całej badanej zbiorowości wyniósł 28%. Na wielkość indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP) wpłynął wzrost o 21,6% (1,216) zmian technologicznych (dMP) oraz spadek o 40,8% (0,592) zmian efektywności (dTFPE).

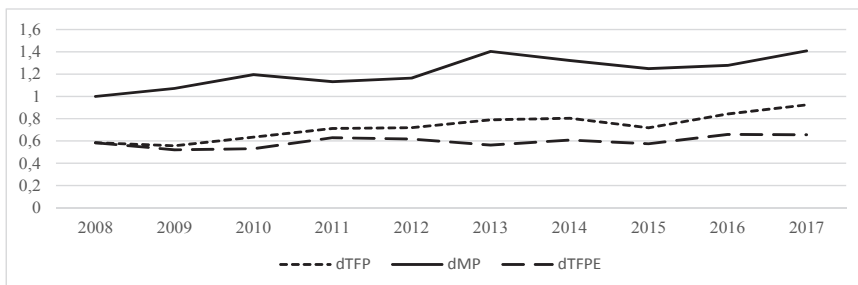
Tabela 3

*Zmiany dTFP i jego części składowych w badanych gospodarstwach mlecznych w latach 2008-2017*

Zmiana dTFP	Zmiana technologiczna dMP	Zmiana efektywności dTFPE
0,720	1,216	0,592

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych FADN.

Na rysunku 1 zamieszczono elementy składowe indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP): zmiany postępu technologicznego (dMP) i zmiany efektywności (dTFPE). Z rysunku 1 wynika, że podstawowym źródłem zmian indeksu produktywności całkowitej (dTFP) Färe-Primonta są zmiany technologiczne (dMP), które w badanym okresie mają wyraźną tendencję wzrostową. Natomiast zmiany efektywności (dTFPE) wpływają na zmniejszenie indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP). Wielkość indeksu zmian efektywności (dTFPE) ustabilizowała się na poziomie około 0,600. Sam indeks zmian produktywności całkowitej (dTFP) w badanych latach ma tendencję wzrostową.



Rys. 1. Wielkość zmian indeksu Färe-Primonta (dTFP) i jego elementów składowych.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych FADN.

Wyniki badań zamieszczone w artykule porównać można do badań Dakpo i in. (2019). W badaniach tych określono indeks Färe-Primonta i jego części składowe dla pięciu typów francuskich gospodarstw: roślinnych, mlecznych, produkujących żywiec wołowy, owczarskich i kozich oraz mieszanych. Badania obejmowały lata 2002-2015 i uwzględniły 58 365 obserwacji ogółem, w tym 14 349 obserwacji gospodarstw mlecznych.

Tabela 4

*Wyniki badań produktywności gospodarstw we Francji 2002-2015*

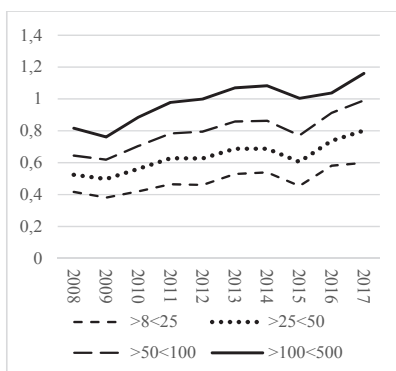
Wyszczególnienie	Gospodarstwa					
	ogółem	roślinne	mleczne	żywiec wołowego	owczarskie i kozie	mieszane
Zmiana TFP	1,181	1,245	1,081	1,229	1,170	1,174
Zmiana technologiczna	0,938	0,938	0,982	1,349	1,247	1,051
Zmiana efektywności	1,259	1,328	1,100	0,911	0,938	1,117

Źródło: opracowano na podstawie Dakpo i in. (2019).

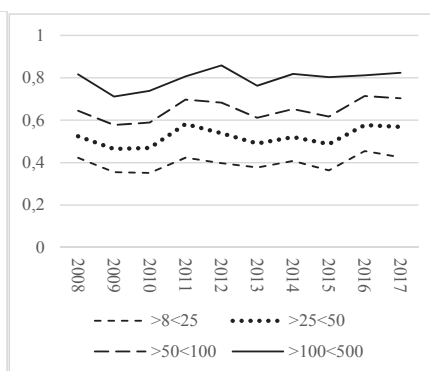


Wyniki badań francuskich wykazały (tab. 4), że indeks produktywności całkowitej Färe-Primonta wzrósł w okresie 2002-2015 o 18,1%. Wzrost ten zależał od poprawy efektywności (o 25,9%), natomiast zmiany technologiczne wpływały na zmniejszenie indeksu produktywności całkowitej o 6,2%. W poszczególnych typach gospodarstw wpływ na indeks produktywności całkowitej części składowych tego indeksu jest zróżnicowany. W gospodarstwach roślinnych i mlecznych zmiany technologiczne wpływają na zmniejszenie, a zmiany efektywności wpływają na zwiększenie indeksu produktywności całkowitej. W gospodarstwach produkujących żywiec wołowy oraz gospodarstwach owczarskich i kozich sytuacja jest odwrotna. W tych gospodarstwach dodatni wpływ na wielkość indeksu produktywności całkowitej TFP mają zmiany technologiczne, a zmiany efektywności wpływają na jego zmniejszenie. W gospodarstwach mieszanych pozytywny wpływ na wielkość indeksu zmian produktywności całkowitej Färe-Primonta mają zmiany technologiczne i zmiany efektywności.

W kolejnym etapie badań własnych przeprowadzono analizę wyodrębnionych grup badawczych. Rysunki 2 i 3 przedstawiają przeciętne wielkości indeksów zmian produktywności całkowitej (dTFP) i indeksów zmian efektywności (dTFPE) w zależności od wielkości ekonomicznej gospodarstw.



Rys. 2. Wielkość dTFP a wielkość ekonomiczna gospodarstwa (w 1000 euro).



Rys. 3. Wielkość dTFPE a wielkość ekonomiczna gospodarstwa (w 1000 euro).

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych FADN.

Analiza wyników przedstawiona na rysunkach wykazuje, że średni poziom zmian produktywności całkowitej był zdeterminowany wielkością ekonomiczną gospodarstwa. Grupa gospodarstw największych pod względem wielkości ekonomicznej (>100 000<500 000 euro) ma najwyższy poziom tego indeksu, natomiast gospodarstwa najmniejsze wykazują najniższy poziom indeksu zmian produktywności. Grupa gospodarstw największych pod względem wielkości ekonomicznej (tab. 2) w latach 2008-2017 stanowiła 16,2% (1184 gospodarstwa) badanej zbiorowości i charakteryzowała się m.in. następującymi cechami: przeciętne nakłady siły roboczej (AWU) 2,6, liczba krów 57,7 szt., powierzchnia użytków rolnych 63,6 ha, wydajność mleczna 7076 litrów. Z kolei grupa gospodarstw z najmniejszej klasy ekonomicznej (>8000 <25 000 euro) stanowiła 8,4% badanej zbiorowości

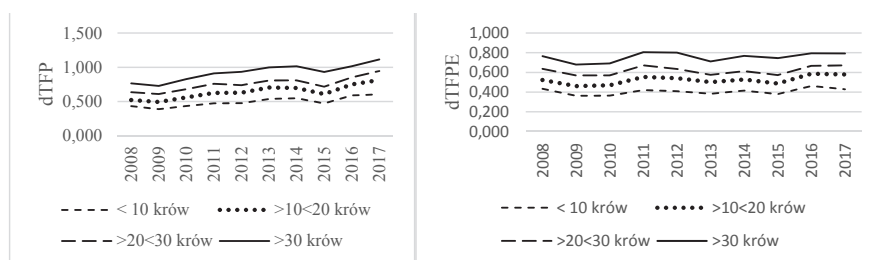
(610 gospodarstw) i jej przeciętne charakterystyki wynosiły: nakłady siły roboczej 1,6 AWU, liczba krów 7,5 szt., powierzchnia użytków rolnych 11,6 ha, wydajność mleczna 4021 litrów. We wszystkich wydzielonych klasach można zauważyć rosnący trend tego indeksu. Indeksy zmian produktywności całkowitej (dTFP) w trzech klasach wielkości ekonomicznej do 100 tys. euro były mniejsze od 1. Indeks zmian produktywności całkowitej (dTFP) dla klasy gospodarstw >100 <500 tys. euro w latach 2008-2011 był mniejszy od 1, a w kolejnych latach badania przyjmował on wartości większe od 1. Wielkość indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP) dla gospodarstw z klasy ekonomicznej >8<25 tys. euro mieściła się w zakresie od 0,381 (2009) do 0,599 (2017), a w gospodarstwach z klasy wielkości ekonomicznej >25<50 tys. euro analizowany indeks wynosił od 0,498 (2009) do 0,802 (2017). W klasie wielkości ekonomicznej >50<100 tys. euro wielkość indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP) ukształtowała się na poziomie od 0,619 (2009) do 0,991 (2017), a w klasie o największej wartości ekonomicznej wielkość indeksu dTFP wahała się od 0,762 (2009) do 1,160 (2017). Średni poziom indeksów zmian produktywności całkowitej w analizowanych latach wynosił w klasie wielkości ekonomicznej >8<25 tys. euro 0,480, w klasach wielkości ekonomicznej >25<50 tys. euro i >50<100 tys. euro było to odpowiednio 0,630 i 0,786, a w klasie >100<500 tys. euro przeciętny indeks zmian produktywności wyniósł 0,972.

Podobne zależności co do poziomu zmian można zauważyć w przypadku analizy indeksu zmian efektywności. Indeks zmian efektywności (dTFPE) przyjmował we wszystkich badanych klasach wielkości ekonomicznej wielkości poniżej 1. Również w tym przypadku w grupie gospodarstw największych średni poziom tego indeksu jest najwyższy, a w gospodarstwach najmniejszych najniższy. Wielkości indeksu zmian efektywności (dTFPE) w klasie gospodarstw o najmniejszej wielkości ekonomicznej >8<25 tys. euro wahały się od 0,352 (2010) do 0,455 (2016), a w klasie wielkości ekonomicznej >25<50 tys. euro wynosiły od 0,465 (2009) do 0,577 (2016). W klasie ekonomicznej gospodarstw >50<100 tys. euro i >100<500 tys. euro wielkość indeksu wynosiła odpowiednio: od 0,578 (2009) do 0,714 (2016) oraz od 0,711 (2009) do 0,824 (2016). Średni poziom indeksów zmian efektywności (dTFPE) dla badanej grupy w analizowanych latach wynosił w klasie wielkości ekonomicznej >8<25 tys. euro 0,395, w klasach wielkości ekonomicznej >25<50 tys. euro i >50<100 tys. euro było to 0,518 i 0,647, a w klasie >100<500 tys. euro przeciętny indeks zmian produktywności wyniósł 0,800. Poziom zmian średnich wskaźników zmian efektywności (dTFPE) jest w poszczególnych latach podobny i ma cechy nieznacznego trendu wzrostowego.

Rysunki 4 i 5 przedstawiają indeks zmian produktywności całkowitej (dTFP) i indeks zmian efektywności ekonomicznej (dTFPE) w gospodarstwach w zależności od wielkości stada krów w gospodarstwie. Średni poziom zmian indeksu produktywności całkowitej (dTFP) zależy od wielkości stada krów w gospodarstwie. W gospodarstwach o najmniejszych stadach krów (<10 krów) odnotowano najniższe wielkości analizowanego indeksu. Wynosiły one od 0,388 (2009) do 0,605 (2017), a średnia dla całego okresu badań wyniosła 0,492. Gospodarstwa te stanowiły (tab. 2) 9,0% próby (657 gospodarstw) i ich przeciętne nakłady siły roboczej (AWU) wynosiły 1,7,

wielkość stada krów ukształtowała się na poziomie 7,3 szt., przeciętna powierzchnia użytków rolnych wynosiła 13,3 ha, a wydajność mleczna 4070 litrów. W gospodarstwach o stadach >10<20 krów indeks zmian produktywności (dTFP) wahał się od 0,494 (2009) do 0,815 (2017), przy średniej 0,634. W kolejnej klasie wielkości stada (>20<30 krów) wielkość indeksu zmian produktywności (dTFP) mieściła się w granicach od 0,610 (2009) do 0,945 (2017), przy średniej dla klasy 0,750. W gospodarstwach o największych stadach krów (>30 krów) zmiany indeksu produktywności wahały się od 0,728 (2009) do 1,116 (2017), przy średniej dla tej grupy 0,917. Gospodarstwa o stadach powyżej 30 krów stanowiły 29,2% (2132 gospodarstw) badanej grupy. Gospodarstwa te charakteryzowały m.in. następujące parametry (tab. 2): nakłady pracy 2,4 AWU, liczba krów 47,6 szt., powierzchnia użytków rolnych 51,6 ha, wydajność mleczna 6663 litrów. Zmiany indeksu produktywności całkowitej (dTFP) we wszystkich analizowanych klasach wielkości stada miały charakter rosnący. Należy zwrócić uwagę na fakt, iż w trzech klasach wielkości stada (<10, >10<20, >20<30 krów) indeks zmian produktywności całkowitej (dTFP) był mniejszy od 1, zaś w grupie gospodarstw o największych stadach krów (>30) w latach 2014 i 2017 indeks zmian produktywności był większy od 1.

Wielkość indeksów zmian efektywności (dTFPE) również zależy od wielkości stada krów. W gospodarstwach o najmniejszych stadach krów (<10 krów) wielkości indeksu zmian efektywności (dTFPE) są najniższe i wynoszą od 0,363 (2009) do 0,462 (2017), przy średniej w badanym okresie dla klasy 0,404.

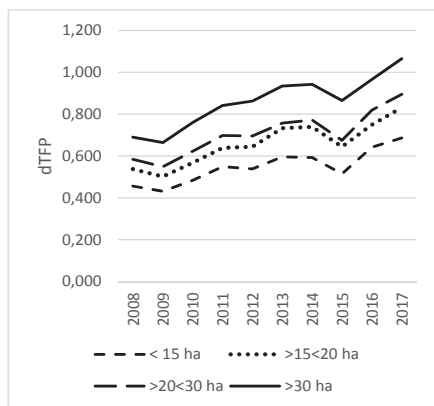


Rys. 4. Wielkość dTFP a liczba krów. Rys. 5. Wielkość dTFPE a liczba krów.

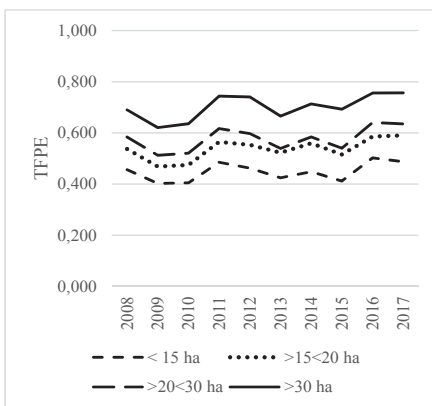
Źródło: obliczenia własne na podstawie danych FADN.

W gospodarstwach o stadach krów >10<20 wielkość indeksu dTFPE wahała się od 0,461 (2009) do 0,586 (2016), średnio 0,521. Gospodarstwa o stadach <20<30 krów wykazywały wielkości analizowanego indeksu na poziomie od 0,569 (2009) do 0,671 (2017), przy średniej dla okresu badań 0,617. Gospodarstwa posiadające największe stada krów (>30 krów) charakteryzowały się najwyższymi wielkościami indeksów zmian efektywności (dTFPE) i wynosiły one od 0,680 (2009) do 0,805 (2011) przy średniej 0,754. W analizowanej grupie gospodarstw indeks zmian efektywności (dTFPE) we wszystkich latach badania i klasach gospodarstw był mniejszy od 1 a jego trend można uznać za nieznacznie rosnący.

Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono związek wielkości indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP) i indeksu zmian efektywności ekonomicznej (dTFPE) z powierzchnią użytków rolnych badanych gospodarstw mlecznych.



Rys. 6. Wielkość dTFP a powierzchnia użytków rolnych



Rys. 7. Wielkość dTFPE a powierzchnia użytków rolnych

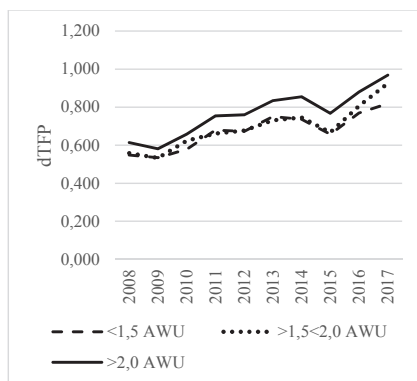
Źródło: obliczenia własne na podstawie danych FADN.

Wielkość indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP) w tej grupie gospodarstw, z wyjątkiem 2017 r. w gospodarstwach największych (> 30 ha), była mniejsza od 1 i wykazywała wyraźny trend wzrostowy. Wielkość indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP) zależała od powierzchni użytków rolnych. W gospodarstwach najmniejszych (<15 ha) współczynniki indeksu zmiany produktywności całkowitej (dTFP) były najniższe i wynosiły od 0,431 (2009) do 0,687 (2017), średnio w badanym okresie 0,544. Gospodarstwa te stanowiły 15,4% (1124 gospodarstw) analizowanej grupy (tab. 2) i charakteryzowały się następującymi parametrami: nakłady pracy 1,7 AWU, wielkość stada krów 11,9 szt., powierzchnia użytków rolnych 11,6 ha, wydajność mleczna 4423 litrów. W gospodarstwach o powierzchni >15<20 ha wielkość indeksu dTFP mieściła się w granicach od 0,502 (2009) do 0,832 (2017), przeciętna wielkość analizowanego indeksu wynosiła 0,651. Gospodarstwa o powierzchni >20<30 ha charakteryzowały się indeksem zmian produktywności całkowitej (dTFP) wynoszącym od 0,549 (2009) do 0,895 (2017), zaś przeciętna wielkość indeksu wyniosła 0,700. Gospodarstwa największe o powierzchni >30 ha odnotowały najwyższe wielkości indeksu dTFP, wahały się one od 0,665 (2009) do 1,065 (2017), średnio w badanym okresie 0,851. Ta grupa (tab. 2) gospodarstw stanowi 40,9% (2987 gospodarstw) analizowanej zbiorowości i jest opisywana przez następujące przeciętne wielkości: nakłady pracy 2,3 AWU, wielkość stada krów 39,3 szt., powierzchnia użytków rolnych 50,0 ha, wydajność mleczna 6174 litrów.

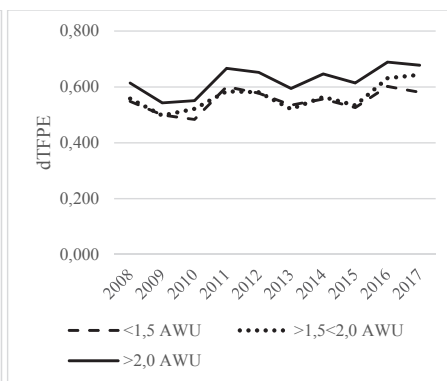
Wielkość indeksu zmian efektywności (dTFPE) w badanej grupie gospodarstw była mniejsza od 1, a jego trend należy uznać za nieznacznie rosnący we wszystkich analizowanych klasach powierzchni. W gospodarstwach o najmniejszej powierzchni użytków rolnych (<15 ha) poziom indeksu zmian dTFPE był najniższy i wahał się od 0,403 (2009) do 0,502 (2016), średnio 0,447. W gospodarstwach o powierzchni >15<20 ha współczynniki indeksu dTFPE wynosiły od 0,468 (2009) do 0,590 (2017), średnio 0,536. W gospodarstwach o powierzchni >20<30 ha użytków rolnych charakteryzowały się indeksami zmian efektywności (dTFPE) z za-

kresu od 0,512 (2009) do 0,641 (2016), średnio w badanym okresie 0,575. W gospodarstwach o powierzchni użytków rolnych >30 ha wielkość indeksu dTFPE była najwyższa i wynosiła od 0,620 (2009) do 0,756 (2016, 2017), średnio 0,700.

Na rysunkach 8 i 9 przedstawiono zależności indeksu produktywności całkowitej (dTFP) i indeksu zmian efektywności ekonomicznej (dTFPE) od całkowitych nakładów siły roboczej w gospodarstwie (AWU). Rysunek 8 przedstawia zależności pomiędzy wielkościami indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP) a całkowitymi nakładami roboczej.



Rys. 8. Wielkość dTFP a nakłady siły roboczej AWU/gosp.



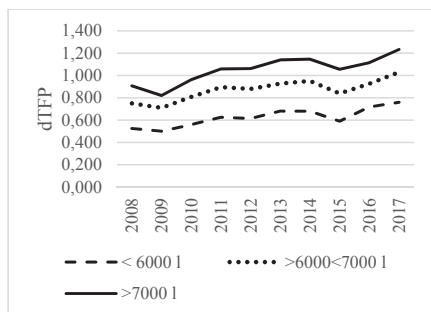
Rys. 9. Wielkość dTFPE a nakłady siły roboczej AWU/gosp.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych FADN.

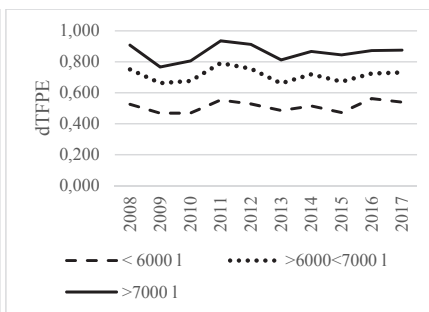
Wielkość indeksów zmian produktywności całkowitej (dTFP) we wszystkich klasach nakładów siły roboczej była mniejsza od 1 w analizowanych latach, a tendencja rozwoju indeksu dTFP jest rosnąca. Zwraca uwagę, że gospodarstwa o najwyższych nakładach siły roboczej (>2 AWU/gosp.) odnotowały najwyższe współczynniki indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP), które wynosiły od 0,582 (2009) do 0,955 (2017), przeciętna wielkość indeksu dla tej klasy gospodarstw wyniosła 0,757. Te gospodarstwa (tab. 2) stanowią 53,5% (3906 gospodarstw) badanej grupy i są opisywane przez następujące średnie wielkości: nakłady pracy ogółem 2,4 AWU, wielkość stada krów 31,7 szt., powierzchnia użytków rolnych 37,9 ha, wydajność mleczna 5781 litrów. Współczynniki indeksu zmian produktywności (dTFP) dwóch pozostałych klas (<1,5 AWU/gosp. i >1,5<2,0 AWU/gosp.) wielkości były podobne (za wyjątkiem lat 2015-2016 w klasie >1,5<2,0 AWU/gosp.) i wynosiły dla gospodarstw <1,5 AWU od 0,535 (2009) do 0,842 (2017), średnio 0,670. W gospodarstwach o nakładach siły roboczej >1,5<2,0 AWU indeks dTFP mieścił się w zakresie od 0,533 (2009) do 0,907 (2017), przeciętnie wynosił 0,683.

Indeks zmian efektywności (dTFPE) charakteryzuje się tymi samymi własnościami, co indeks zmian produktywności (dTFP), czyli im wyższy poziom nakładów siły roboczej wyrażanej w AWU, tym wyższe współczynniki indeksu zmian efektywności. We wszystkich badanych latach i klasach gospodarstw indeks zmian

efektywności przyjmował wielkości mniejsze od 1, a jego trend można uznać za nieznacznie rosnący. W gospodarstwach o nakładach siły roboczej  $<1,5$  AWU wielkość indeksu zmian efektywności (dTFPE) była najniższa i wynosiła od 0,484 (2010) do 0,602 (2016), średnie wielkości indeksu wyniosły 0,551. W kolejnej klasie gospodarstw ( $>1,5 < 2,0$  AWU) wielkość indeksu dTFPE mieściła się w zakresie od 0,498 (2009) do 0,644 (2017), średnio 0,562. W gospodarstwach z klasy  $>2,0$  AWU wielkość indeksu była najwyższa i zawierała się od 0,543 (2009) do 0,689 (2016), średnio 0,623. Rysunki 10 i 11 przedstawiają zależności pomiędzy wielkościami indeksów zmian dTFP i dTFPE a wydajnością mleczną krów.



Rys. 10. Wielkość dTFP a wydajność mleczna krów.



Rys. 11. Wielkość dTFPE a wydajność mleczna krów.

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych FADN.

Wielkość indeksów zmian produktywności całkowitej (dTFP) w zależności od wydajności mlecznej krów w kolejnych latach analizy ma charakter rosnący, z tym że w klasie wydajności  $>7000$  l od 2011 r. i w klasie  $>6000 < 7000$  l od 2017 r. indeks ten był większy od 1. Gospodarstwa tej klasy stanowiły 18,9% (1378 gospodarstw) badanej grupy i były charakteryzowane przez następujące parametry: nakłady siły roboczej 2,3 AWU, liczba krów 42,4 szt., 44,1 ha powierzchni użytków rolnych i 8165 l wydajności mlecznej. Wielkości indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP) w gospodarstwach o najniższej wydajności mlecznej ( $<6000$  l) były najniższe i wynosiły od 0,501 (2009) do 0,760 (2017), przy średniej dla klasy 0,621. Ta klasa gospodarstw stanowiła 65,7% badanej grupy (4795 gospodarstw) i była opisywana przez następujące wielkości: nakłady pracy ogółem 2,0 AWU, wielkość stada krów 20,5 szt., 27,0 ha użytków rolnych, 4421 l wydajności mlecznej. W gospodarstwach o wydajności krów  $>6000 < 7000$  l wielkość indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP) zawierała się od 0,710 (2009) do 1,030 (2017), średnio w badanej klasie wydajności mlecznej 0,867. Gospodarstwa o najwyższej wydajności mlecznej ( $>7000$  l) charakteryzowały najwyższe wielkości indeksu zmian produktywności całkowitej (dTFP), które wynosiły od 0,821 (2009) do 1,233 (2017), przy średniej dla klasy 1,044.

Wielkość indeksu zmian efektywności (dTFPE) podobnie jak indeksu zmian produktywności (dTFP) zależała od poziomu wydajności mlecznej. Tendencja tego in-

deksu jest zróżnicowana. W gospodarstwach o wydajnościach  $< 6000$  l i  $> 7000$  l jest ona nieznacznie rosnąca. W gospodarstwach o wydajnościach  $> 6000 < 7000$  l określić ją należy jako stabilną (brak trendu), a w gospodarstwach o wydajności  $< 6000$  l wielkość tego indeksu była najniższa i mieściła się w granicach od 0,468 (2009) do 0,562 (2016), przy średniej dla klasy 0,511. Gospodarstwa o wydajnościach  $> 6000 < 7000$  poziom indeksu zmian efektywności (dTFPE) wynosił od 0,661 (2013) do 0,792 (2011), przy średniej dla klasy 0,713. W klasie gospodarstw o najwyższej wydajności ( $> 7000$  l) wielkość indeksu dTFPE była najwyższa. Ukształtowała się od 0,766 (2009) do 0,936 (2011), średnio w klasie indeks ten wynosił 0,858.

### Wnioski

Badania gospodarstw mlecznych w Polsce obejmujące lata 2008-2017 miały na celu ustalenie poziomu zmian produktywności całkowitej i jej źródeł w postaci zmian postępu technologicznego i zmian efektywności przy zastosowaniu indeksu zmian produktywności całkowitej Färe-Primonta pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. W latach 2008-2017 średnia wielkość indeksu zmian produktywności całkowitej Färe-Primonta zmniejszyła się o 28% (0,720). Na wielkość zmian produktywności (dTFP) wpłynął wzrost o 21,6% (1,216) zmian technologicznych (dMP) oraz spadek o 40,8% (0,592) zmian efektywności (dTFPE).
2. Zmiany indeksu produktywności całkowitej Färe-Primonta (dTFP) i indeksu zmian efektywności (dTFPE) były związane ze skalą produkcji badanych gospodarstw i zwiększały się wraz z wielkością ekonomiczną gospodarstw, wielkością stada krów, powierzchnią użytków rolnych, nakładami siły roboczej (AWU) i wydajnością mleczną krów.
3. Zwraca uwagę fakt, że wielkości zmian indeksu produktywności całkowitej dTFP w większości przypadków były mniejsze od 1. Jedynie w kilku przypadkach (w najwyższych klasach badanych grup) wielkość indeksu zmian produktywności całkowitej Färe-Primonta była wyższa od 1. Indeks zmian efektywności (dTFPE) we wszystkich badanych grupach gospodarstw i wyodrębnionych w nich klasach ukształtował się poniżej jedności.
4. Niski poziom indeksów zmian efektywności (dTFPE) w badanych gospodarstwach świadczyć może o błędach w podejmowaniu decyzji operacyjnych przez rolników i wymaga zbadania poziomu indeksów wchodzących w jej skład: indeksu zmian efektywności technicznej, indeksu zmian efektywności skali i indeksu zmian efektywności rezydualnej mieszanej.

### Podziękowania

Dziękuję anonimowym recenzentom za merytoryczne uwagi, dziękuję pracownikom Zakładu Rachunkowości Gospodarstw Rolnych IERiGZ-PIB za okazaną pomoc i życzliwość, dziękuję dr. R. Rusielikowi za pomoc w zbieraniu danych i wykonaniu części obliczeń oraz dr. A. Wilczyńskiemu za cenne uwagi.

**Literatura**

- Balcombe, K., Fraser, I., Kim, J.H. (2006). Estimating Technical Efficiency of Australian Dairy Farms Using Alternative Frontier Methodologies. *Applied Economics*, 38, 19, 2221-2236. DOI:10.1080/00036840500427445.
- Baležentis, T. (2015). The Sources of the Total Factor Productivity Growth in Lithuanian Family Farms: A Färe-Primont Index Approach. *Prague Economic Papers*, 24, 02, 225-241.
- Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30, 9, 1078-1092. DOI:10.1287/mnsc.30.9.1078.
- Baráth, L., Fertő, I. (2016). Productivity and Convergence in European Agriculture. *Journal of Agricultural Economics* 68(1), 1-21. DOI: 10.1111/1477-9552.12157.
- Brümmer, B., Glauhen, T., Thijssen, G. (2002). Decomposition of Productivity Growth Using Distance Functions: The Case of Dairy Farms in Three European Countries. *American Journal of Agricultural Economics*, 84, 628-644.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444. DOI: 10.1016/0377-2217(78)90138-8.
- Cilleroa, M.M., Thorneb, F. (2019). Sources of Productivity Growth Using the Färe-Primont Decomposition. An Empirical Application to the Irish Beef Sector. *Applied Economics*, 51, 36, 3982-3994. DOI: 10.1080/00036846.2019.1588944. Pobrane z: <https://doi.org/10.1080/00036846.2019.1588944> (data dostępu: 10.01.2021).
- Coelli, T.J., Rao P.D.S. (2005). Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries, 1980-2000. *Agricultural Economics*, 32, 115-134.
- Coelli, T.J., Rao, P.D.S., Battese, G.E. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Boston: Kluwer. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-5493-6>
- Dakpo, K.H., Desjeux, Y., Latruffe, L. (2018). *Productivity: Indices of Productivity and Profitability Using Data Envelopment Analysis (DEA)*. R package version 1.1.0. Pobrane z: <https://CRAN.R-project.org/package=productivity/> (data dostępu: 15.03.2021).
- Dakpo, K.H., Desjeux, Y., Jeanneaux, P., Latruffe L. (2019). Productivity, Technical Efficiency and Technological Change in French Agriculture During 2002-2015: A Färe-Primont Index Decomposition Using Group Frontiers and Meta-Frontier. *Applied Economics*, 51(2), 1-17. DOI: <https://doi.org/10.1080/00036846.2018.1524982>. Pobrane z: [https://www.researchgate.net/publication/328323336\\_Productivity\\_technical\\_efficiency\\_and\\_technological\\_change\\_in\\_French\\_agriculture\\_during\\_2002-2015\\_a\\_Färe-Primont\\_index\\_decomposition\\_using\\_group\\_frontiers\\_and\\_meta-frontier](https://www.researchgate.net/publication/328323336_Productivity_technical_efficiency_and_technological_change_in_French_agriculture_during_2002-2015_a_Färe-Primont_index_decomposition_using_group_frontiers_and_meta-frontier) (data dostępu: 10.01.2021).
- Dakpo, K.H., Jeanneaux, P., Latruffe, L., Mosnier, C., Veysset, P. (2018a). Three Decades of Productivity Change in French Beef Production: A Färe-Primont Index Decomposition. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 62, 352-372. Pobrane z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-8489.12264> (data dostępu: 12.11.2020).
- Darku, A.B., Malla, S., Tran, K.C. (2016). Sources and Measurement of Agricultural Productivity and Efficiency in Canadian Provinces: Crops and Livestock. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 64(1), 49-70. Pobrane z: [http://scholar.ulethbridge.ca/sites/default/files/adarku/files/sources\\_and\\_measurement\\_of\\_agricultural\\_productivity\\_and\\_efficiency\\_in\\_canadian\\_provinces\\_crops\\_and\\_livestock.pdf?m=1468858356](http://scholar.ulethbridge.ca/sites/default/files/adarku/files/sources_and_measurement_of_agricultural_productivity_and_efficiency_in_canadian_provinces_crops_and_livestock.pdf?m=1468858356) (data dostępu: 15.11.2020).
- Färe, R., Grosskopf, S., Lovell, C.A.K. (1994). *Production Frontiers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Góral, J. (2014). *Subsydia a efektywność techniczna wielkotowarowych gospodarstw rolnych*. Rozprawa doktorska. Warszawa: IERiGŻ-PIB.



- GUS (2018). *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2018*. Warszawa: GUS. Pobrane z: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-rzeczypospolitej-polskiej-2018,2,18.html> (data dostępu: 16.02.2021).
- Guzik, B. (2009). *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*. Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego.
- Khan, F., Salim, R., Bloch, H. (2014). Nonparametric Estimates of Productivity and Efficiency Change in Australian Broadacre Agriculture. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 56, 1-19. Pobrane z: [https://www.academia.edu/9683008/Nonparametric\\_estimates\\_of\\_productivity\\_and\\_efficiency\\_change\\_in\\_Australian\\_Broadacre\\_Agriculture](https://www.academia.edu/9683008/Nonparametric_estimates_of_productivity_and_efficiency_change_in_Australian_Broadacre_Agriculture) (data dostępu: 14.02.2021).
- Latruffe, L., Balcombe, K., Davidova, S., Zawalinska, K. (2005). Technical and Scale Efficiency of Crop and Livestock Farms in Poland: Does Specialization Matter? *Agricultural Economics*, 32, 281-296. DOI: 10.1111/j.1574-0862.2005.00322.x.
- Latruffe, L., Desjeux, Y. (2016). Common Agricultural Policy Support, Technical Efficiency and Productivity Change in French Agriculture. *Review Agricultural, Food and Environmental Studies*, 97, 1, 15-28. DOI: 10.1007/s41130-016-0007-4.
- Latruffe, L., Fogarasi, J., Desjeux, Y. (2012). Efficiency, Productivity and Technology Comparison for Farms in Central and Western Europe: The Case of Field Crop and Dairy Farming in Hungary and France. *Economic Systems*, 36, 2, 264-278.
- Lissitsa, A., Rungsuriyawiboon, S. (2006). *Agricultural Productivity in European Union and Transition Countries*. IAMO Discussion Papers No. 94. Pobrane z: [www.iamo.de/fileadmin/documents/dp94.pdf](http://www.iamo.de/fileadmin/documents/dp94.pdf) (data dostępu: 15.02.2021).
- Madau, F.A., Furesi, R., Pulina, P. (2017). Technical Efficiency and Total Factor Productivity Changes in European Dairy Farm Sectors. *Agricultural and Food Economics*, 5-17. DOI:10.1186/s40100-017-0085-x. Pobrane z: [https://www.researchgate.net/publication/319901312\\_Technical\\_efficiency\\_and\\_total\\_factor\\_productivity\\_changes\\_in\\_European\\_dairy\\_farm\\_sectors](https://www.researchgate.net/publication/319901312_Technical_efficiency_and_total_factor_productivity_changes_in_European_dairy_farm_sectors) (data dostępu: 17.02.2021).
- Marzec, J., Pisulewski, A. (2013). Ekonometryczna analiza efektywności technicznej farm mlecznych w Polsce na podstawie danych z lat 2004-2011. *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych SGH*, 30, 255-271.
- Marzec, J., Pisulewski, A. (2014). Mikroekonomiczna analiza technologii gospodarstw mlecznych w Polsce – podejście bayesowskie. *Roczniki Kolegium Analiz Ekonomicznych SGH*, 34, 89-104.
- Marzec, J., Pisulewski, A., Prędkie, A. (2015) Efektywność techniczna gospodarstw mlecznych w Polsce – analiza porównawcza za pomocą DEA i BSFA. *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych*, XVI/4, 7-23.
- O'Donnell, C.J. (2008). *An Aggregate Quantity-Price Framework for Measuring and Decomposing Productivity and Profitability Change*. Centre for Efficiency and Productivity Analysis Working Papers WP07/2008. University of Queensland.
- O'Donnell, C.J. (2010). Measuring and Decomposing Agricultural Productivity and Profitability Change. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 54(4), 1-34. DOI: 10.22004/ag.econ.162052.
- O'Donnell, C.J. (2010a). *DPIN Version 1.0: A Program for Decomposing Productivity Index Numbers*. Centre for Efficiency and Productivity Analysis Working Papers WP01/2010. Queensland: University of Queensland. Pobrane z: <https://uq.edu.au/economics/cepa/docs/WP/WP012010.pdf> (data dostępu: 07.11.2020).
- O'Donnell, C.J. (2010b). *Nonparametric Estimates of the Components of Productivity and Profitability Change in U.S. Agriculture*. Working Paper Series No. WP 02/2010, School of Economics University of Queensland. Pobrane z: <https://economics.uq.edu.au/files/5253/WP022010.pdf> (data dostępu: 15.11.2020).

- O'Donnell, C.J. (2011). *Econometric Estimation of Distance Functions and Associated Measures of Productivity and Efficiency Change*. Centre for Efficiency and Productivity Analysis, Working Papers WP01/2011. University of Queensland. Pobrane z: <https://economics.uq.edu.au/files/5217/WP012011.pdf> (data dostępu: 02.09.2020).
- Rahman, S., Salim, R. (2013). Six Decades of Total Factor Productivity Change and Sources of Growth in Bangladesh Agriculture (1948-2008). *Journal of Agricultural Economics*, 64, 2, 275-294. DOI: 10.1111/1477-9552.12009. Pobrane: [https://www.researchgate.net/publication/264605312\\_Six\\_Decades\\_of\\_Total\\_Factor\\_Productivity\\_Change\\_and\\_Sources\\_of\\_Growth\\_in\\_Bangladesh\\_Agriculture\\_1948-2008](https://www.researchgate.net/publication/264605312_Six_Decades_of_Total_Factor_Productivity_Change_and_Sources_of_Growth_in_Bangladesh_Agriculture_1948-2008) (data dostępu: 02.09.2020).
- Rogowski, G. (1998). *Metody analizy i oceny działalności banku na potrzeby zarządzania strategicznego*. Poznań: Wydawnictwo Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu.
- Rusielik, R. (2000). *Pomiar efektywności gospodarowania spółek Agencji Własności Rolnej Skarbu Państwa w latach 1996-1998 z wykorzystaniem metody DEA*. Rozprawa doktorska. Warszawa: Wydział Ekonomiczno-Rolniczy SGGW.
- Rusielik, R. (2015). Produktowność rolnictwa w Polsce. Analiza z wykorzystaniem zagregowanych indeksów produktywności Färe-Primonta. *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych*, XVI/4, 95-106.
- Rusielik, R. (2020). Productivity of European Union Agriculture in 2009-2018. Measurement and Analysis Using the Aggregated Productivity Indexes. *Research Papers of Wrocław University of Economics and Business*, 64, 4, 173-186. Pobrane z: <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.desklight-f43fdc93-3e36-424b-b2f6-07b8efbf092f> (data dostępu: 02.09.2020).
- Rusielik, R., Śwityłk M. (2009). Zmiany efektywności technicznej rolnictwa w Polsce w latach 1998-2006. *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G, Ekonomika Rolnictwa*, 96, 3, 20-27.
- Rusielik, R., Śwityłk, M. (2012). Efektywność techniczna produkcji mleka w wybranych europejskich gospodarstwach w latach 2008-2010. *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G, Ekonomika Rolnictwa*, 99, 1, 88-99.
- Singbo, A., Larue B. (2016). Scale Economies, Technical Efficiency, and the Sources of Total Factor Productivity Growth of Quebec Dairy Farms. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 64, 339-363. DOI: 10.1111/cjag.12077. Pobrane z: <http://oar.icrisat.org/8958/1/singbo2015.pdf> (data dostępu: 02.09.2020).
- Steffen, G. (2001). *Wielkość i organizacja rodzinnych gospodarstw rolniczych w Niemczech. Trwałe siły, ekonomiczne i socjalne granice rozwoju rynku, gospodarki i systemów informatycznych*. Warszawa: Wydawnictwo SGGW.
- Śwityłk, M. (1999). Zastosowanie metody DEA do analizy efektywności gospodarstw rolnych. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 6, 28-41.
- Wilczyński, A., Kołoszycz, E., Śwityłk, M. (2020). Technical Efficiency of Dairy Farms: An Empirical Study of Producers in Poland. *European Research Studies Journal*, XXIII, 1, 117-127. DOI: 10.35808/ersj/1540.
- Zawalińska, K. (2004). *The Competitiveness of Polish Agriculture in the Context of Integration with the European Union*. Warsaw University Department of Economics. Pobrane: [http://www.irwirpan.waw.pl/angielski/Katarzyna\\_Zawalinska\\_The\\_Competitiveness\\_of\\_Polish\\_Agriculture\\_in\\_the\\_Context\\_of\\_Integration\\_with\\_the\\_European\\_Union.pdf](http://www.irwirpan.waw.pl/angielski/Katarzyna_Zawalinska_The_Competitiveness_of_Polish_Agriculture_in_the_Context_of_Integration_with_the_European_Union.pdf) (data dostępu: 02.09.2020).
- Ziętara, W., Adamski, M. (2017). *Konkurencyjność polskich gospodarstw mlecznych i z chowem bydła rzeźnego na tle analogicznych gospodarstw z wybranych krajów*. Warszawa: IERiGŻ-PIB.
- Ziętara, W., Adamski, M. (2018). Procesy adaptacyjne w gospodarstwach z chowem krów mlecznych w warunkach zmiennego otoczenia. *Przegląd Mleczarski*, 9, 17-31.

## USING THE FÄRE-PRIMONT INDEX TO MEASURE CHANGES IN TOTAL FACTOR PRODUCTIVITY OF DAIRY FARMS

### Abstract

*The aim of the research was to assess the changes (in dynamic terms between 2008 and 2017) in the productivity of farms specializing in milk production with the use of the Färe-Primont aggregated total factor productivity index. The total factor productivity index was divided into the efficiency change index and technological change index. The research was conducted with the use of a data panel consisting of 730 farms per annum. Data were acquired from the Polish FADN. The research adopted the dairy farm model consisting of 1 output (Y) and 9 (X) inputs. The model of dairy farm adopted for calculation purposes was a minimum input farm, assuming variable returns to scale (VRS).*

*Between 2008 and 2017, the Färe-Primont total factor productivity index decreased by 28% (0.720). Changes in the total factor productivity index (dTFP) were affected by a 21.6% (1.216) increase in technological changes and a 40.8% (0.592) decrease in efficiency changes (dTFPE). The research results demonstrate that the key source of productivity in Poland is the technological progress, while the efficiency changes contributed to a decrease in the Färe-Primont total factor productivity index. The larger the economic size of the farm, cow herd size, agricultural area, total labor input (AWU), and cow milk yield, the greater the changes in the Färe-Primont total factor productivity index.*

**Keywords:** productivity, Färe-Primont index, dairy farm.

Data nadesłania: 31.03.2021.

Data ostatniej recenzji: 28.04.2021.

Data akceptacji do druku: 23.06.2021.

O ile nie jest to stwierdzone inaczej, wszystkie materiały na stronie są dostępne na licencji Creative Commons Uznanie Autorstwa 4.0 Międzynarodowe.

Pewne prawa zastrzeżone na rzecz Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB.

