

*Roman Kosmalski**

ZRÓŻNICOWANIE POZIOMU WYDAJNOŚCI PRACY I JEGO PRZYCZYNY W POLSKICH WOJEWÓDZTWACH W LATACH 1998–2008

Celem niniejszego artykułu jest określenie, które czynniki w latach 1998–2008 w największym stopniu wpłynęły na ukształtowanie się różnic w poziomie wydajności pracy pomiędzy województwami w Polsce. Tak sformułowany cel badania został zrealizowany dzięki zastosowaniu nieparametrycznej metody DEA (*Data Envelopment Analysis*) oraz indeksu produktywności Malmquista. Zastosowanie indeksu produktywności pozwoliło dokonać dekompozycji zmian wydajności pracy na trzy składniki: zmiany relatywnej efektywności, postęp technologiczny oraz akumulacja kapitału rzeczowego. W rezultacie rozpoznano źródła zmian wydajności pracy w badanym okresie oraz sformułowano rekomendacje pod kątem polityki regionalnej.

Postępujące procesy globalizacji i integracji gospodarczej stawiają przed polityką gospodarczą trudne wyzwania, zmuszające decydentów do wprowadzania rozwiązań polepszających efektywność regionalnych gospodarek, a w następstwie ich konkurencyjność. Podstawowym warunkiem formułowania realnych celów polityki regionalnej jest rzetelne rozpoznanie zjawisk decydujących o stopniu konkurencyjności gospodarek. Badania takie są przedmiotem wielu prac i analiz dokonywanych przez organy administracji państwowej, samorządowej oraz liczne ośrodki i instytuty naukowe. Konkurencyjność regionów i w efekcie ich potencjał rozwojowy są determinowane przez wiele czynników. Zbadanie i zrozumienie całego ich wachlarza jest fundamentem sprawnej polityki gospodarczej, wspierającej procesy wzrostu gospodarczego i zwiększania dobrobytu społeczeństwa, a ogólniej rozwoju społeczno-gospodarczego. Jednym z aspektów konkurencyjności jest efektywne wykorzystanie endogenicznych czynników produkcji, przede wszystkim pracy.

1. Charakterystyka badanych obiektów

Przedmiotem niniejszego opracowania jest analiza nierówności w zakresie wydajności pracy w Polsce w podziale na województwa, przeprowadzona na podstawie danych statystycznych, które w rozpatrywanych dalej modelach DEA opisują czynniki i wyniki wydajności pracy.

* Katedra Ekonomii Matematycznej Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

Tab. 1. Regionalne rozkłady PKB, zasobów kapitału fizycznego i liczby pracujących

Województwo*	Y_i^{**}	L_i	K_i	Y_i/L_i	K_i/L_i	Województwo	Y_i	L_i	K_i	Y_i/L_i	K_i/L_i
1998	46 957	1159	91 540	40,5	79,0	1998	24 589	818	51 882	30,1	63,4
2001	60 166	931	112 385	64,6	120,7	2001	30 184	722	61 694	41,8	85,4
2004	71 353	949	13 3715	75,2	140,9	2004	35 416	735	74 036	48,2	101
2008	95 442	1148	17 9798	83,1	156,6	2008	44 984	873	97 133	51,5	111
1998	29 995	818	55 650	36,7	68,0	1998	14 855	489	35 742	30,4	73,1
2001	38 620	806	66 547	47,9	82,6	2001	19 116	484	41 319	39,5	85,4
2004	44 710	765	76 546	58,4	100,1	2004	21 737	421	48 035	51,6	114
2008	56 909	733	93 853	77,6	128,0	2008	27 828	497	59 877	56	120
1998	25 903	997	62 174	26,0	62,4	1998	33 655	777	67 034	43,3	86,3
2001	31 952	936	71 066	34,1	75,9	2001	43 459	739	86 258	58,8	117
2004	36 694	896	79 389	41,0	88,6	2004	51 783	680	93 744	76,2	138
2008	46 054	985	99 213	46,8	100,7	2008	68 646	795	122 736	86,3	154
1998	14 470	397	30 064	36,4	75,7	1998	82 190	1813	161 083	45,3	88,8
2001	18 197	360	34 384	50,5	95,5	2001	104 096	1528	192 068	68,1	126
2004	21 821	377	40 836	57,9	108,3	2004	128 078	1624	210 244	78,9	129
2008	28 021	416	54 709	67,4	131,5	2008	156 455	1821	268 711	85,9	148
1998	36 543	1182	76 162	30,9	64,4	1998	15 794	546	37 172	28,9	68,1
2001	48 236	1122	91 163	43,0	81,3	2001	20 159	509	43 519	39,6	85,5
2004	57 712	1098	103 910	52,6	94,6	2004	24 121	481	49 460	50,1	103
2008	74 124	1332	133 524	55,6	100,2	2008	30 672	590	59 154	52	100
1998	44 634	1305	98 296	34,2	75,3	1998	14 855	499	41 269	29,8	82,7
2001	55 424	1293	108 727	42,9	84,1	2001	18 575	477	47 623	38,9	99,8
2004	67 287	1214	125 499	55,4	103,4	2004	22 624	467	54 060	48,4	116
2008	88 463	1322	160 458	66,9	121,4	2008	31 499	559	67 546	56,3	121

Województwo*	Y_j^{**}	L_j	K_j	Y_j/L_j	K_j/L_j	Województwo	Y_j	L_j	K_j	Y_j/L_j	K_j/L_j
1998	11 7401	2201	235 397	53,3	107,0	1998	54 877	1304	41 269	42,1	31,6
2001	16 3262	2043	325 355	79,9	159,3	2001	72 374	1302	47 623	55,6	36,6
2004	18 9565	1964	378 207	96,5	192,6	2004	87 448	1253	54 060	69,8	43,1
2008	26 2562	2479	477 820	105,9	192,7	2008	113 526	1298	67 546	87,5	52
1998	15 030	420	39 941	35,8	95,1	1998	26 430	631	57 789	41,9	91,6
2001	17 790	373	45 383	47,7	121,7	2001	34 411	582	68 807	59,1	118
2004	21 895	323	49 480	67,8	153,2	2004	38 079	548	76 848	69,5	140
2008	26 324	385	59 140	68,4	153,6	2008	48 793	566	93 467	86,2	165

* Oznaczenia: DOL – dolnośląskie, KUJ – kujawsko-pomorskie, LUL – lubelskie, LUS – lubuskie, LOD – łódzkie, MAL – małopolskie, MAZ – mazowieckie, OPL – opolskie, PKR – podkarpackie, PDL – podlaskie, SLA – śląskie, POM – pomorskie, SWI – świętokrzyskie, WRM – warmińsko-mazurskie, WIE – wielkopolskie, ZAC – zachodniopomorskie.

** Oznaczenia: Y_j – wartość PKB w j -tym województwie w mln zł; K_j – wartość środków trwałych brutto w j -tym województwie w mln zł w cenach bieżących; L_j – liczba osób pracujących w j -tym województwie w tys. osób; Y_j/L_j – wartość PKB na pracującego w j -tym województwie; K_j/L_j – wartość kapitału fizycznego na pracującego w j -tym województwie.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych średniorocznych pochodzących z GUS.

Badaniem objęto regiony gospodarki w Polsce (tożsame z województwami) w latach 1998, 2001, 2004, 2008 w celu uchwycenia zmian w poziomach efektywności technologicznej i rozpoznania źródeł zmian wydajności pracy w poszczególnych gospodarkach. W badaniu posłużono się danymi średniorocznymi pochodzącymi z Głównego Urzędu Statystycznego.

Wzrost gospodarczy regionów mierzony PKB na pracującego wykazywał w całym badanym okresie znaczne zróżnicowanie przestrzenne. Najwyższą wartość tego wskaźnika osiągnęło województwo mazowieckie, co w pewnym stopniu może być efektem lokowania w Warszawie i bliskich okolicach zarządów przedsiębiorstw, w wyniku czego rezultaty działalności przedsiębiorstw w innych częściach kraju są przypisywane do województwa mazowieckiego. Wysokim poziomem PKB na pracującego charakteryzowały się także województwa śląskie i wielkopolskie. Z kolei najniższy poziom PKB na pracującego wypracowano w województwach lubelskim, świętokrzyskim, podlaskim i podkarpackim. Pomimo że wszystkie województwa odnotowały w badanym okresie wzrost gospodarczy, to jego skala była bardzo zróżnicowana. Liderem, i to bardzo wyraźnym, pod względem PKB było województwo mazowieckie, następnie śląskie, wielkopolskie, małopolskie, a także dolnośląskie.

Wysokie w odniesieniu do niektórych województw i zarazem pogłębiające się dysproporcje wynikają w znacznej mierze z rosnących różnic między obszarami miejskimi, przede wszystkim Warszawą, Poznaniem, Krakowem, a obszarami wiejskimi lub pośrednimi. Najbardziej dynamicznie rozwijające się województwa to obszary cechujące się jednocześnie największym potencjałem gospodarczym w kraju. Województwa: mazowieckie, wielkopolskie, dolnośląskie oraz śląskie wypracowały ponad połowę PKB Polski, a samo województwo mazowieckie ok. 1/5.

2. Metoda badania

W literaturze poświęconej badaniu efektywności ekonomicznej wyróżnia się parametryczne, nieparametryczne oraz klasyczne podejścia do analizy efektywności. Podejście parametryczne opiera się na modelach ekonometrycznych. Metody klasyczne sprowadzają się do badania wskaźników finansowych. Natomiast nieparametryczne podejście do analizy efektywności opiera się na metodach programowania liniowego, do których zalicza się metodę DEA.

Metoda DEA (*Data Envelopment Analysis*) została zaproponowana w 1978 roku przez A. Charnesa, W. Coopera i A. Rhodesa, którzy zastosowali metody programowania matematycznego do estymacji miar efektywności technologicznej i stworzyli pierwszy model znany w literaturze jako CCR¹. W nawiązaniu do koncepcji efektywności sformułowanej przez Farrella (1957) i Debreu (1951), definiującej miarę efektywności jako iloraz pojedynczego wyniku i pojedynczego nakładu, autorzy metody DEA odnieśli powyższą zależność do sytuacji wielo-

¹ Nazwa pochodzi od pierwszych liter nazwisk autorów tej metody: Charnes, Cooper, Rhodes.

wymiarowej, w której możemy dysponować więcej niż jednym nakładem i więcej niż jednym wynikiem.

2.1. Metoda DEA

W niniejszym opracowaniu do pomiaru efektywności technologicznej wykorzystano nieparametryczną metodę DEA oraz indeks produktywności. Indeks ten został skonstruowany na podstawie modelu DEA, zorientowany na nakłady, następnie poddany dekompozycji w celu przeanalizowania zmian jego składowych.

Doboru nakładów i wyników dokonano, wykorzystując klasyczną funkcję produkcji $\langle Y_j^t, L_j^t, K_j^t \rangle$, $j = 1, \dots, J$, dla $t = 0$ (dla okresu początkowego) $t = 1$ (dla okresu bieżącego). Jako nakłady przyjęto pracę i kapitał rzeczowy, a jako wynik PKB. Wszystkie zmienne zostały przeliczone na mieszkańca, co pozwala abstrahować od wielkości województwa.

Do oceny efektywności regionalnych gospodarek w czasie t (analogiczne badanie przeprowadzono dla $t + 1$) użyto następującego modelu DEA (Charnes, Cooper i Rhodes 1978):

$$D_0^t(x^t, y^t),$$

$$e_j^t = \min \{e_j^t : \lambda K_j^t \geq K_j^t e_j^t, \lambda L_j^t \geq L_j^t e_j^t, \lambda Y_j^t \geq Y_j^t\}, \quad (1)$$

$$e_j^t \in (0, 1], \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, N. \quad (2)$$

Metoda *Data Envelopment Analysis* przypisuje wszystkim gospodarkom pewną efektywność. Pozwala to porównywać gospodarki regionalne, a także wyznaczać gospodarki wzorcowe. Gospodarki znajdujące się na krzywej efektywności są efektywne, a ich efektywność θ wynosi 1, natomiast te leżące poniżej krzywej efektywności są nieefektywne, a ich nieefektywność wynosi $1 - \theta$. Zatem pomiar efektywności jest dokonywany bez konieczności uśredniania danych (Charnes, Cooper, Lewin, Seiford 1993). Tak otrzymane wyniki stwarzają podstawy do zastosowania strategicznych technik zarządzania, dają bowiem konkretne wytyczne, jak poprawić efektywność przez redukcję nakładów lub wzrost wyników (Mielnik, Ławrynowicz 2002).

Koncepcja, która nazywana jest *best practice frontier*, promuje najlepsze zachowania w badanej grupie (Pawłowska 2005). Dlatego też efektywność w rozumieniu tej metody ma charakter względny, pozwala na dokonywanie porównań jedynie między regionalnymi gospodarkami w badanym zbiorze. Przedmiotem analizy jest efektywność, z jaką dana gospodarka transformuje posiadane nakłady na wyniki.

$$[K_j, L_j] \xrightarrow{e_j} [Y_j],$$

gdzie:

e_j – efektywność j -tego województwa.

2.2. Indeks produktywności Malmquista

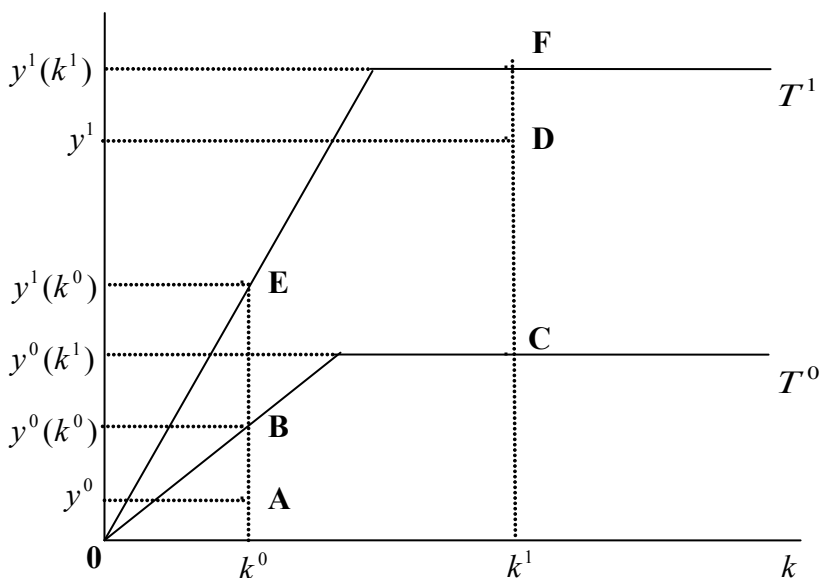
Zastosowanie indeksu produktywności pozwala na rozszerzenie metodologii DEA na przypadek analizy danych panelowych. Indeks Malmquista umożliwia analizę produktywności przedsiębiorstwa, gałęzi przemysłu lub gospodarki na przestrzeni czasu (Malmquist 1953). Indeks ten jest jednym z narzędzi, które nie wymaga znajomości poziomu cen i dostarcza informacji dotyczących czynników oddziałujących na zmiany produktywności w czasie.

Zmiana obserwowanej produktywności odzwierciedlanej w indeksie Malmquista może być rezultatem zmiany w stosowanej technologii produkcji (postęp technologiczny, *technical change* – TC) i/lub zmiany efektywności technologicznej (*technical efficiency change* – E) oraz akumulacji kapitału AK (Kumar, Russell 2002). Formułę indeksu można zapisać w postaci:

$$M^{t,t+1} = E^{t,t+1} * TC^{t,t+1} * AK^{t,t+1}. \quad (3)$$

Konstrukcja indeksu opiera się na funkcji odległości Shepharda (1953), obliczonej na zasadzie porównania relacji nakładów do wyników w różnych momentach. Ideę badania wykorzystującego indeks Malmquista omówiono na przykładzie ryciny 1.

W niniejszym badaniu oprócz rzeczywistych danych odnoszących się do PKB na pracownika uwzględniono także produkt potencjalny, obliczony dzięki granicy technologicznej wyznaczonej metodą DEA. Znajomość potencjalnych rozmiarów produkcji posłużyła do pomiaru postępu technologicznego (przesunięcia granicy technologicznej) oraz akumulacji kapitału – przesunięcia wzdłuż granicy technologicznej. Ów produkt potencjalny równy jest $\bar{y} = \frac{y}{e}$, a więc wynika z podzielenia faktycznego produktu na pracownika przez wskaźnik efektywności technologicznej e . Określa on, ile można by produkować przy danych zasobach czynników produkcji, gdyby dana gospodarka charakteryzowała się maksymalną efektywnością, tzn. gdyby znajdowała się na granicy technologicznej. W ten sposób „odfiltrowano” z badania w każdym regionie różnice w efektywności technologicznej. Wyniki uzyskane na podstawie danych potencjalnych pozwalają określić najlepszą dostępną technologię przy danych zasobach kapitału rzeczowego i pracy.



Ryc. 1. Ilustracja dekompozycji indeksu na trzy składowe
 Źródło: opracowanie własne.

Krzywe T^0 i T^1 stanowią granicę możliwości produkcyjnych przy danej technologii w momentach odpowiednio $t = 0$ albo $t = 1$. Granice te zostały wyznaczone przez najbardziej efektywne gospodarki w badanej grupie. Punkty A i D o współrzędnych (k^0, y^0) i (k^1, y^1) przedstawiają obserwowane wartości zmiennych dla dwóch kolejnych momentów. Dzieląc wartość PKB na pracownika y^0 przez wskaźnik efektywności technologicznej e^0 według równania $\bar{y}^0(k^0) = \frac{y^0}{e^0}$, możemy wyznaczyć potencjalne rozmiary produkcji dla technologii z momentu $t = 0$. Analogicznie dla technologii z późniejszego momentu czasu $t = 1$, według formuły: $\bar{y}^1(k^1) = \frac{y^1}{e^1}$, gdzie e odpowiednio dla $t = 0$ i $t = 1$ oznacza ocenę efektywności uzyskaną z rozwiązania zadania DEA w danym momencie. W związku z powyższym możemy zmierzyć zmianę efektywności w okresie od $t = 0$ do $t = 1$ według następującej formuły:

$$\frac{y^1}{y^0} = \frac{e^1}{e^0} \times \frac{\bar{y}^1(k^1)}{\bar{y}^0(k^0)}. \quad (4)$$

Po przemnożeniu licznika i mianownika równania (4) przez $\bar{y}^0(k^1)$ otrzymamy potencjalne rozmiary produkcji przy technologii dostępnej w momencie $t = 0$

$$\frac{y^1}{y^0} = \frac{e^1}{e^0} \times \frac{\bar{y}^1(k^1)}{\bar{y}^0(k^1)} \times \frac{\bar{y}^0(k^1)}{\bar{y}^0(k^0)}. \quad (5)$$

Równanie (5) pozwala dokonać pomiaru zmiany produktywności, tj. zmiany wielkości produkcji w przeliczeniu na pracującego w dwóch kolejnych momentach w podziale na: (i) zmiany w relatywnej efektywności – przesunięcie w kierunku granicy technologicznej (nadrabianie zaległości), (ii) postęp technologiczny – na ryc. 1 przesunięcie granicy technologicznej z punktu C do punktu F – oraz (iii) akumulację kapitału – na ryc. 1 przesunięcie wzdłuż granicy z punktu B do punktu C) (Caves, Christensen, Diewert 1982b).

Alternatywnie można pomnożyć licznik i mianownik równania (4) przez potencjalne rozmiary produkcji dla technologii z momentu $t = 1$ przy określonym poziomie akumulacji kapitału rzeczowego w momencie $t = 0$, wtedy:

$$\frac{y^1}{y^0} = \frac{e^1}{e^0} \times \frac{\bar{y}^1(k^0)}{\bar{y}^0(k^0)} \times \frac{\bar{y}^1(k^1)}{\bar{y}^1(k^0)}. \quad (6)$$

Drugie wyrażenie po prawej stronie równania jest miarą postępu lub regresu technologicznego. Na rycinie 1 jest to przejście od punktu B do punktu E. Trzecie wyrażenie jest miarą akumulacji kapitału. Na rycinie 1 jest przedstawione jako przejście od punktu A do punktu F. Interpretacja równania (5) i (6) jest podobna, a wyboru metody badania dokonuje się arbitralnie. Omówione powyżej sposoby badania dają różne wyniki. W celu wyeliminowania tej niedogodności Färe, Grosskopf, Lindgren i Roos (1993) opracowali formułę indeksu Malmquista jako średniej geometrycznej dwóch indeksów (5) i (6), zaproponowanych pierwotnie przez Caves, Christensen i Diewerta (1982a):

$$M^{t,t+1} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

W równaniu definicyjnym (7) możemy wyróżnić trzy następujące wyrażenia:

$$E^{t,t+1} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)}, \quad (8)$$

które pozwalają mierzyć zmianę relatywnej efektywności między momentem t i $t+1$,

$$TC^{t,t+1} = \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (9)$$

co umożliwi pomiar postępu technologicznego – przesunięcie empirycznej funkcji produkcji między momentem t i $t + 1$,

$$AK^{t,t+1} = \left[\frac{D'_o(x^{t+1}, y^{t+1})}{D'_o(x^t, y^t)} \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (10)$$

które jest miarą akumulacji kapitału rzeczowego między momentem t i $t + 1$.

Dekompozycja indeksu Malmquista pozwala na rozszerzenie interpretacji wyników. Dla każdej analizowanej gospodarki możliwe jest określenie nie tylko zmian relacji nakładów i wyników w badanym okresie, lecz także czynników wpływających na tę zmianę.

Estymacja nieparametryczna indeksu Malmquista wymaga rozwiązania czterech zadań programowania liniowego (Krüger 2003): dwóch jednookresowych, które uzyskuje się przez rozwiązanie standardowego zadania programowania liniowego modelu DEA², oraz dwóch międzyokresowych. Uzyskuje się je przez rozwiązanie zmodyfikowanych zadań programowania liniowego modelu DEA w postaci (Färe, Grosskopf, Norris, Zhang 1994):

$$\text{I. } D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1}), \quad \min \left\{ e_j : \lambda K_j^t \geq K_j^{t+1} e_j, \lambda L_j^t \geq L_j^{t+1} e_j, \lambda Y_j^t \geq Y_j^{t+1} \right\}, \quad (11)$$

$$e; \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_J \geq 0. \quad (12)$$

$$\text{II. } D_0^{t+1}(x^t, y^t), \quad \min \left\{ e_j : \lambda K_j^{t+1} \geq K_j^t e_j, \lambda L_j^{t+1} \geq L_j^t e_j, \lambda Y_j^{t+1} \geq Y_j^t \right\}, \quad (13)$$

$$e; \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_J \geq 0. \quad (14)$$

gdzie:

K_j^t, L_j^t – wielkości nakładów kapitału rzeczowego i pracy w momencie t ,

K_j^{t+1}, L_j^{t+1} – wielkości nakładów kapitału rzeczowego i pracy w momencie $t + 1$,

Y_j^t – wielkości PKB na pracującego w momencie t ,

Y_j^{t+1} – wielkości PKB na pracującego w momencie $t + 1$,

e – współczynnik efektywności,

λ – współczynniki kombinacji technologii wspólnej.

3. Wyniki badania

3.1. Efektywność technologiczna

Przedstawione poniżej miary efektywności technologicznej regionalnych gospodarek przyjmują wartości z przedziału $(0, 1]$. Gospodarki efektywne w bada-

² Jak w punkcie 3.1.

nej grupie gospodarek osiągają wartość 1, czyli optymalnie przekształcają nakłady na wyniki. Z kolei wszystkie gospodarki, dla których miara efektywności jest mniejsza od 1, są nieefektywne i mogą swoje nakłady zredukować o wielkość $1 - \theta$, przy niezmiennym poziomie wyników.

Tab. 2. Wskaźnik efektywności technologicznej gospodarek badanych województw

Województwo	Wskaźnik efektywności technologicznej			
	1998	2001	2004	2008
DOL	0,97	0,98	0,92	0,92
KUJ	1,00	1,00	0,96	1,00
LUL	0,77	0,77	0,76	0,77
LUS	0,90	0,92	0,88	0,85
LOD	0,89	0,91	0,91	0,92
MAL	0,85	0,88	0,88	0,91
MAZ	1,00	1,00	1,00	1,00
OPL	0,74	0,71	0,81	0,77
PKR	0,88	0,84	0,79	0,76
PDL	0,78	0,80	0,74	0,77
POM	0,97	0,92	0,95	0,97
SLA	0,99	1,00	1,00	1,00
SWI	0,79	0,81	0,80	0,86
WRM	0,69	0,68	0,69	0,77
WIE	1,00	1,00	0,93	0,98
ZAC	0,89	0,91	0,86	0,92
Średnia	0,88	0,88	0,87	0,88
Odchylenie standardowe	0,10	0,10	0,09	0,09

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 2 przedstawiono wyniki pomiaru efektywności technologicznej dla wybranych lat z okresu 1998–2008, uzyskane na podstawie miar efektywności technologicznej. Modelem wybranym do estymacji miar był standardowy model CCR zorientowany na nakłady (Guzik 2009). Badanie przeprowadzono na podstawie danych panelowych.

Dla większości województw objętych badaniem obserwujemy pewną zmienność czasową tej zmiennej, co w pewnym stopniu może wiązać się z realokacją siły roboczej, a więc przechodzeniem pracowników z sektorów mniej wydajnych, np. rolnictwa, do sektorów bardziej wydajnych, w szczególności usług. Zmiany poziomu wskaźnika efektywności są także rezultatem pojawiania się coraz to nowszych technologii, które mogą zmieniać relatywną efektywność analizowanych gospodarek. Pewne tendencje są jednak widoczne: województwo mazowieckie w całym badanym okresie charakteryzowało się 100-procentową relatywną efek-

tywnością. W pewnym stopniu tak bardzo wysoka efektywność technologiczna województwa mazowieckiego może częściowo wynikać z tzw. efektu województwa stołecznego. Jest on związany z relatywnie wyższą koncentracją działalności gospodarczej i często wyższym poziomem produktywności w gospodarce województwa stołecznego (zob. tab. 1), w szczególności w Warszawie. Poza województwem mazowieckim wysoką efektywnością charakteryzowały się także województwa kujawsko-pomorskie, śląskie i wielkopolskie. Wysoka efektywność technologiczna województwa kujawsko-pomorskiego może wydawać się nieco kontrowersyjna, gdyż nie cechuje się ono relatywnie wysokim PKB na pracującego. Niemniej jednak przedmiotem niniejszego badania jest ocena efektywności technologicznej, a pod tym względem według wskazań modelu województwo kujawsko-pomorskie należy do grona liderów technologicznych. Z kolei najniższą efektywnością technologiczną charakteryzowały się województwa: warmińsko-mazurskie, opolskie i lubelskie, podlaskie, świętokrzyskie – w większości typowo rolnicze.

3.2. Dekompozycja indeksu produktywności Malmquista

3.2.1. Indeks Malmquista i jego składowe w latach 1998–2008

Indeks produktywności Malmquista zapisany w postaci (7) pozwala na rozszerzenie interpretacji wyników uzyskanych z rozwiązania zadań typu DEA. Dla każdej badanej gospodarki możliwe jest określenie nie tylko zmian relacji nakładów i wyniku między momentem t i $t + 1$, lecz także charakterystyka czynników wpływających na te zmiany (Lovell 2003). Interpretacja wyników indeksu jest następująca: w sytuacji gdy indeks jest równy 1, gospodarka nie wykazuje zmian w produktywności. Jeśli indeks jest większy od 1 – gospodarka charakteryzuje się wzrostem produktywności, jeśli mniejszy niż 1 – regresem. Możliwa jest sytuacja, gdy indeks wprawdzie jest równy 1, pomimo że wartości jego składowych uległy zmianie. Może się to oczywiście zdarzyć, gdy suma zmian wszystkich składowych wyniosła 0. Dekompozycja indeksu na trzy składowe pozwala zatem opisać źródła zmian produktywności gospodarki.

W tej części artykułu poddano analizie zmiany produktywności na przestrzeni lat 1998–2008, a więc w odniesieniu do całego badanego okresu. Rozpatrując uzyskane wyniki badania, warto podkreślić, że był to okres początkowego znacznego spowolnienia, a następnie gwałtownego ożywienia gospodarczego, związanego przede wszystkim z akcesją Polski do Unii Europejskiej, co nie pozostało obojętne dla kształtowania się wskaźników gospodarczych. Analiza wyników podanych w tabeli 3 zdaje się potwierdzać, że był to okres istotnych przemian w wielu gospodarkach regionalnych. W badanym okresie zaobserwowano duże zróżnicowanie przestrzenne poszczególnych składowych indeksu, co znalazło swoje odzwierciedlenie w wartości odchylenia standardowego.

Najwyższy wzrost produktywności w rozpatrywanym okresie odnotowano w gospodarce województwa mazowieckiego (142%). Wzrost ten był następ-

stwem postępu technologicznego (55,7%) i akumulacji kapitału rzeczowego (również 55,7%). Dużo, bo o 114,3%, wzrosła produktywność w województwie zachodniopomorskim, w województwie opolskim wyniosła 107,3%, w województwie pomorskim 96,2%. Z kolei najniższy wzrost tego wskaźnika zaobserwowano w województwach podkarpackim, lubelskim i łódzkim. Głównymi źródłami wzrostu produktywności w rozpatrywanych gospodarkach były akumulacja kapitału rzeczowego i postęp technologiczny.

Tab. 3. Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w latach 1998–2008 wyrażone w procentach

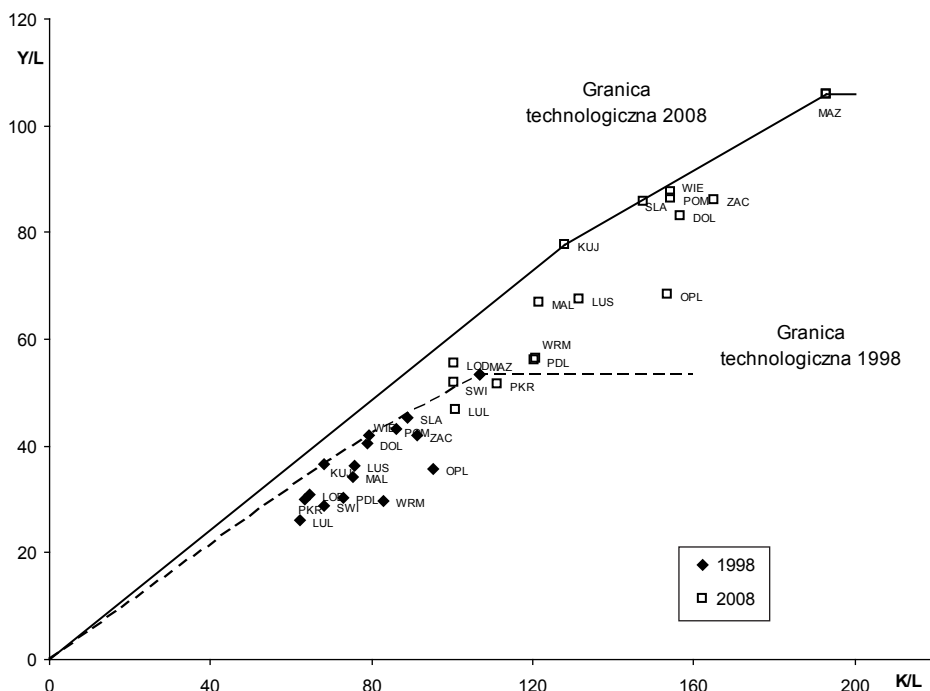
Województwo	Malmquist*	Efektywność technologiczna	Postęp technologiczny	Akumulacja kapitału
	[M-1]x100	[EFF-1]x100	[TECH-1]x100	[AK-1]x100
DOL	84,9	-4,7	42,6	36,0
KUJ	64,3	0,0	28,2	28,2
LUL	34,4	-1,0	17,1	16,0
LUS	59,7	-5,9	34,2	26,4
LOD	39,5	2,9	14,8	18,1
MAL	68,1	6,7	21,5	29,7
MAZ	142,3	0,0	55,7	55,7
OPL	107,3	4,3	38,0	44,0
PKR	24,0	-13,1	28,2	11,4
PDL	53,7	-1,8	26,2	24,0
POM	96,2	0,4	39,6	40,1
SLA	92,1	1,0	37,2	38,6
SWI	47,1	8,5	11,8	21,3
WRM	78,6	12,2	19,1	33,6
WIE	88,3	-1,8	39,8	37,2
ZAC	114,3	2,9	42,3	46,4
Średnia	74,7	0,7	31,0	31,7
Odchylenie standardowe	30,9	5,8	11,8	11,6

* Gdzie: ([EFF-1]x100), ([TECH-1]x100) i ([AK-1]x100) oznacza odpowiednio zmianę procentową relatywnej efektywności, postępu lub regresu technologicznego i akumulacji kapitału, jakie zaszły pomiędzy dwoma momentami badania $t = 0$ i $t = 1$.

Źródło: opracowanie własne.

W całym badanym okresie indeks produktywności wzrósł przeciętnie o 74,7%, przy jednoczesnym dużym zróżnicowaniu przestrzennym tego wskaźnika. Liderem wzrostu było przede wszystkim województwo mazowieckie, następnie zachodniopomorskie i opolskie. Największy postęp technologiczny zaobserwowano w województwach: mazowieckim, dolnośląskim, zachodniopomorskim, wielkopolskim, pomorskim i opolskim. Z kolei pod względem akumulacji ka-

pitału rzeczowego jako źródła wzrostu produktywności ponownie liderem było województwo mazowieckie, następnie zachodniopomorskie, pomorskie, śląskie, wielkopolskie, dolnośląskie. Warto bliżej przyjrzeć się gospodarce województwa podkarpackiego. Charakteryzuje się ona najniższym wzrostem produktywności, wyniósł on bowiem tylko 24% w całym badanym okresie. Najważniejszym źródłem tego wzrostu był postęp technologiczny (28,2%), akumulacja kapitału osiągnęła zaledwie 11,4%, efektywność technologiczna zaś – 13,1%, zatem gospodarka rozpatrywanego województwa relatywnie powiększyła swój dystans względem granicy technologicznej.



Ryc. 2. Postęp technologiczny w latach 1998–2008

Źródło: opracowanie własne.

Na rycinie 2 przedstawiono przesunięcie granicy możliwości technologicznych między rokiem 1998 a 2008. Granica została wyznaczona przez najbardziej efektywne gospodarki w danym roku. Gospodarki nieefektywne znajdują się poniżej tak określonej granicy możliwości produkcyjnych. Na podstawie dekompozycji indeksu produktywności ustalono, że podstawowym źródłem wzrostu produktywności w badanym okresie była akumulacja kapitału rzeczowego i postęp technologiczny, który przesunął granicę technologiczną w górę (zob. tab. 3). Naturalne jest, że w poszczególnych gospodarkach czynniki te występowały z różną intensywnością. O ile we wszystkich województwach zaobserwo-

wano poprawę produktywności, o tyle już trudniej uznać, że w badanym okresie nastąpiła konwergencja rozumiana jako zbliżenie się wszystkich analizowanych gospodarek do granicy technologicznej. Jeżeli jako miarę konwergencji przyjąć wskaźnik relatywnej efektywności technologicznej, a więc położenie danej gospodarki względem granicy technologicznej, to w odniesieniu do województw warmińsko-mazurskiego, małopolskiego, opolskiego, łódzkiego, świętokrzyskiego i zachodniopomorskiego można mówić o nadrabianiu zaległości. Natomiast województwa: podkarpackie, lubuskie, dolnośląskie, podlaskie, wielkopolskie i lubelskie zwiększyły dystans do granicy technologicznej, co raczej sugerowałoby proces dywergencji.

4. Wnioski

Różnice regionalne w poziomie PKB na pracownika są efektem zróżnicowanych wielkości zasobów czynników produkcji dostępnych w poszczególnych województwach oraz łącznych zmian efektywności tych czynników. W województwach o niskim poziomie PKB na pracownika na ogół zarówno poziom efektywności czynników, jak i wielkości oraz jakość zasobów tych czynników są dużo niższe niż w regionach o wyższym poziomie PKB. Aby osiągnąć wyższy poziom rozwoju, oba wskaźniki muszą wzrosnąć. Województwa o relatywnie niskich zasobach kapitału rzeczowego mogą nadganiać zaległości przez akumulację czynników produkcji. Dodatkową korzyścią, którą będą one równolegle odnosić, będzie zyskanie dostępu do coraz bardziej efektywnych technologii. Z kolei akumulacja czynników produkcji w województwach już relatywnie dobrze w nie wyposażonych nie umożliwi uzyskania tej dodatkowej korzyści.

Niski poziom efektywności w poszczególnych regionach związany jest nie tylko z dużo niższymi poziomami PKB w przeliczeniu na pracującego, które są następstwem wielu przyczyn, np. sposobu organizacji produkcji, stosowanej technologii, jakości kapitału ludzkiego itp., lecz także ze strukturami gospodarek regionalnych. Struktury gospodarcze regionów gorzej rozwiniętych zostały bowiem zdominowane przez działalność o niskiej wartości dodanej, która sama w sobie negatywnie wpływa na ogólny poziom efektywności, a w rezultacie na dochód wytwarzany w danym regionie. O przeciętnej efektywności pracy w odniesieniu do poszczególnych województw decyduje m.in. udział pracujących w rolnictwie. Najwyższą pozycję pod względem efektywności zajmują województwa zdominowane przez działalność pozarolniczą: mazowieckie, śląskie, wielkopolskie, dolnośląskie i pomorskie, najniższą zaś lubelskie, podlaskie, podkarpackie (są to jednocześnie województwa o strukturach zatrudnienia najdalej oddalonych od struktur, jakie występują w państwach europejskich). Wraz z rozwojem gospodarczym relatywny udział sektorów o niskiej wartości dodanej (przede wszystkim rolnictwa) powinien maleć, jak w przeszłości na obszarach Unii Europejskiej o wyższym poziomie rozwoju.

Przepływ siły roboczej z sektorów niskoprodukcyjnych (przede wszystkim rolnictwa) do pozostałych stanowi jeden z istotnych czynników wpływających

na dynamikę przeciętnej wydajności pracy oraz tempo wzrostu gospodarczego. O ile w gospodarkach rozwiniętych podstawą dynamicznego rozwoju gospodarczego jest szybki postęp technologiczny prowadzący do efektywniejszego wykorzystania pracy i kapitału, o tyle w gospodarkach nadrabiających dystans, takich jak Polska, ważą rolę odgrywa także modernizacja struktury gospodarki prowadząca do właściwej alokacji siły roboczej, rozumianej jako jej zatrudnienie w najbardziej wydajnych sektorach.

Literatura

- Caves D., Christensen L., Diewert E., 1982a, „The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity”, *Econometrics*, nr 50, s. 1393–1414.
- Caves D.W., Christensen L.R., Diewert W.E., 1982b, „Multilateral comparisons of output, input and productivity using superlative index numbers”, *Economic Journal*, nr 92, s. 73–86.
- Charnes A., Cooper W., Lewin A.Y., Seiford L.M. (red.), 1995, *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*, Boston: Kluwer Publishing.
- Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E., 1978, „Measuring the efficiency of decision making units”, *European Journal of Operational Research*, nr 3, s. 424–444.
- Debreu G., 1951, „The coefficient of resource utilisation”, *Econometrica*, nr 19, s. 273–292.
- Färe R., 1986, „Addition and efficiency”, *The Quarterly Journal of Economics*, nr 100, s. 861–865.
- Färe R., Grosskopf S., 1996, *Intertemporal Production Frontiers: with Dynamic DEA*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Färe R., Grosskopf S., 1995, „Nonparametric test of regularity, Farrell efficiency, and goodness-of-fit”, *Journal of Econometrics*, nr 69, s. 415–425.
- Färe R., Grosskopf S., Lindgren B., Roos P., 1993, „Productivity developments in Swedish hospitals: A Malmquist output index approach”, w: A. Charnes, W. Cooper, A.Y. Lewin, L.M. Seiford (red.), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*, Boston: Kluwer Publishing.
- Färe R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z., 1994, „Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries”, *American Economic Review*, nr 84, s. 66–83.
- Farrell M.J., 1957, „The measurement of productive efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, nr 120 (3), s. 253–290.
- Guzik B., 2009, *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Poznań: Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, s. 42–50.
- Krüger J.J., 2003, „The global trends of total factor productivity: evidence from the non parametric Malmquist index approach”, *Oxford Economic Papers*, t. 55, s. 265–286.
- Kumar S., Russell R., 2002, „Technological change, technological catch-up, and capital deepening: Relative contributions to growth and convergence”, *American Economic Review*, nr 92, s. 527–548.
- Lovell C.A.K., 2003, „The decomposition of Malmquist productivity indexes”, *Journal of Productivity Analysis*, nr 20, s. 437–458.

- Malmquist S., 1953, „Index numbers and indifference surfaces”, *Trabajos de Estadística*, nr 4, s. 209–242.
- Mielnik, M. Ławrynowicz M., 2002, „Badanie efektywności technicznej banków komercyjnych w Polsce metodą DEA”, *Bank i Kredyt*, s. 54.
- Pawłowska M., 2005, *Konkurencyjność i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, Warszawa: Narodowy Bank Polski, Materiały i Studia, s. 23.
- Shephard R.W., 1953, *Cost and Production Functions*, New York: Princeton University Press.

DIFFERENTIATION OF PRODUCTIVITY LEVELS AND ITS CAUSES IN POLISH VOIVODESHIPS IN THE YEARS 1998–2008

The present article aims to determine which factors contributed most to a differentiation of productivity levels of Polish voivodeships in the years 1998–2008. The author applied a non-parametric DEA method (*Data Envelopment Analysis*) and the Malquist productivity index. The use of the latter allowed the author to distinguish three components of changes in productivity: changes in relative efficiency, technological progress and accumulation of real capital. As a result, sources of changes of productivity in the studied time period were found and recommendations for regional policies were formulated.