

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu
Wydział Informatyki i Gospodarki Elektronicznej

Roman Kosmalski

Konwergencja i nierówności regionalne w Polsce w świetle metody DEA

Rozprawa doktorska

Promotor

dr hab. Krzysztof Malaga, prof. nadzw. UEP

Poznań 2011

Spis treści	3
Najważniejsze skróty stosowane w pracy.....	7
Wprowadzanie	9
1. Polityka spójności Unii Europejskiej	17
1.1. Geneza polityki regionalnej Wspólnoty Europejskiej.....	17
1.2. Polityka spójności Unii Europejskiej w latach 2000 – 2006.....	18
1.3. Polityka spójności Unii Europejskiej w latach 2007 – 2013.....	23
1.4. Regionalne rozkłady środków Unii Europejskiej.....	29
1.4.1. Transfery z budżetu Unii Europejskiej i saldo rozliczeń.....	31
1.4.2. Podział funduszy unijnych według głównych obszarów interwencji.....	35
1.5. Podsumowanie.....	37
2. Regionalne dysproporcje rozwojowe w Polsce w latach 1998 – 2008	39
2.1. Rozwój regionów w procesie integracji gospodarczej Polski z Unią Europejską.....	40
2.2. Rozwój a konkurencyjność.....	42
2.3. Współczesne determinanty rozwoju regionalnego.....	44
2.3.1. Wzrost gospodarczy.....	48
2.3.2. Przemiany strukturalne.....	52
2.3.3. Ludność.....	54
2.3.4. Rynek pracy.....	56
2.3.5. Nakłady inwestycyjne na środki trwałe.....	59
2.3.6. Kapitał rzeczowy.....	60
2.3.7. Kapitał ludzki.....	62
2.4. Podsumowanie.....	63
3. Metoda DEA w badaniu efektywności technologicznej gospodarek regionalnych..	65
3.1. Metody badania efektywności gospodarczej.....	66
3.2. Pojęcie efektywności w metodzie DEA.....	67
3.3. Idea metody DEA.....	73
3.4. Wybrane zalety i wady metody DEA.....	78
3.5. Przegląd wybranych modeli DEA.....	79
3.5.1. Model CCR.....	79
3.5.2. Model BCC.....	84
3.5.3. Model SE-CCR.....	88

3.5.4. Model NR-DEA.....	90
3.5.5. Model SBM.....	91
3.6. Podsumowanie.....	94
4. Konkurencyjność regionów w Polsce.....	97
4.1. Analiza korelacji kanonicznych jako metoda doboru zmiennych do modelu DEA. 98	
4.1.1. Idea analizy korelacji kanonicznych.....	98
4.1.2. Algorytm analizy korelacji kanonicznych.....	100
4.1.3. Etapy doboru zmiennych do modelu DEA.....	103
4.1.4. Wyniki analizy korelacji kanonicznych.....	105
4.2. Wyniki badania konkurencyjności regionów.....	109
4.3. Podsumowanie.....	111
5. Nierówności regionalne w Polsce świetle metody DEA w latach 1998 – 2008.....	113
5.1. Zróżnicowanie poziomu wydajności pracy i jego przyczyny w województwach w Polsce w latach 1998 – 2008.....	113
5.1.1. Charakterystyka badanych regionów.....	114
5.1.2. Metoda badania.....	117
5.1.3. Wyniki badania – efektywność technologiczna.....	124
5.1.4. Wnioski.....	134
5.2. Przyczyny nieefektywności technologicznej w województwach w Polsce w latach 1998 – 2008.....	135
5.2.1. Wprowadzenie.....	135
5.2.2. Metoda badania.....	136
5.2.3. Wyniki pomiaru cząstkowej efektywności pracy i kapitału rzeczowego.....	137
5.2.4. Efektywność struktur zatrudnienia w województwach w Polsce w latach 1998 - 2008 - ujęcie sektorowe.....	142
5.2.5. Metoda badania efektywności regionalnych gospodarek - ujęcie sektorowe. 146	
5.2.6. Wyniki pomiaru efektywności technologicznej regionalnych struktur gospodarczych w ujęciu sektorowym.....	146
5.2.7. Benchmarking, wybór optymalnej technologii.....	150
5.2.8. Podsumowanie.....	153
5.3. Charakter postępu technologicznego.....	155
5.3.1. Metoda pomiaru rodzaju postępu technologicznego.....	156
5.3.2. Typy postępu technologicznego.....	158
5.3.3. Wyniki badania.....	160

5.4. Skala produkcji jako potencjalne źródło nieefektywności technologicznej.....	163
5.4.1. Indeks Malmquista a efektywność skali.....	165
5.4.2. Wyniki badania.....	166
5.4.3. Podsumowanie.....	174
Aneks do rozdziału 5.....	175
6. Konwergencja PKB na pracującego w polskich regionach w latach 1998 – 2008	181
6.1. Metoda badania ewolucji rozkładu PKB w województwach w Polsce w latach 1998 - 2008.....	183
6.2. Estymacja parametryczna i nieparametryczna.....	185
6.3. Testowanie <i>beta</i> hipotezy konwergencji.....	187
6.4. Wyniki badania.....	188
6.5. <i>Sigma</i> konwergencja.....	201
6.6. Podsumowanie.....	202
7. Retrospektywne i prospektywne rozkłady PKB <i>p.c.</i> i PKB na osobę pracującą w Polsce w ujęciu regionalnym.....	205
7.1 Regionalne rozkłady zasobów czynników oraz efektów wzrostu gospodarczego.....	207
7.2 Regionalne rozkłady PKB <i>p.c.</i> i PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce w wybranych latach z okresu 1998 – 2008.....	207
7.3 Wpływ środków z funduszy unijnych na wzrost gospodarczy i procesy konwergencji w polskich regionach w świetle modeli wzrostu typu Solowa-Swana.....	209
7.4 Metody kalibracji parametrów modeli wzrostu.....	217
7.5. Produkcja faktyczna i potencjalna.....	220
7.6 Wyniki badania.....	222
7.6.1. Wartości parametrów modeli wzrostu typu Solowa-Swana.....	223
7.6.2. Wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w różnych wariantach modeli wzrostu typu Solowa-Swana.....	225
7.6.3. Regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą – obserwowane i w stabilnych stanach równowagi w zł. w cenach stałych z 2004 r.....	232
7.6.4. Zbieżność ścieżek wzrostu PKB na osobę pracującą ze stacjonarnymi i stabilnymi stanami równowagi.....	235
7.6.5. Zróżnicowanie poziomu PKB na osobę pracującą i jego przyczyny w województwach w Polsce w ujęciu prospektywnym.....	237

7.7 Podsumowanie.....	258
Aneks do rozdziału 7.....	261
8. Zakończenie.....	266
Bibliografia.....	280
Spis tabel.....	288
Spis rysunków.....	293

Najważniejsze skróty stosowane w pracy:

DEA – Metoda *Data Envelopment Analysis*

DNB – Dochód Narodowy Brutto

EFRR – Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego

EFS – Europejski Fundusz Społeczny

FS – Fundusz Spójności

GUS – Główny Urząd Statystyczny

KE – Komisja Europejska

MRR – Ministerstwo Rozwoju Regionalnego

NPR – Narodowy Plan Rozwoju

NSRO – Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia

NSS – Narodowa Strategia Spójności

OECD – Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju

PKB – Produkt Krajowy Brutto

PKB *p.c.* – Produkt Krajowy Brutto na mieszkańca

PKB *pr* – Produkt Krajowy Brutto na osobę pracującą

PWW – Podstawy Wsparcia Wspólnoty

SPO – Sektorowy Program Operacyjny

UE – Unia Europejska

WE – Wspólnota Europejska

Najważniejsze modele DEA

CCR – Charnesa, Coopera, Rhodesa

BCC – Bankera, Charnesa, Coopera

SE-CCR – nadefektywności (ang. *super-efficiency*)

NR-DEA – *Non-radial* DEA

SBM – *Slack-Based Measure*

Oznaczenia województw (regionów)

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

Wprowadzenie

Problematyka dotycząca źródeł oraz stopnia zróżnicowania bogactwa poszczególnych regionów, krajów lub całych ugrupowań integracyjnych od lat pozostaje jednym z najistotniejszych problemów rozpatrywanych w ekonomii. Liczne próby wyjaśniania tego typu zagadnień można znaleźć w makroekonomicznej teorii wzrostu gospodarczego

W obliczu integrujących się gospodarek, przestrzenne zróżnicowanie wzrostu i rozwoju gospodarczego pozostaje jednym z ważniejszych problemów współczesnej gospodarki. Skutki nierówności regionalnych mogą zakłócać harmonijne funkcjonowanie jednolitego rynku europejskiego i mogą być jedną z przyczyn napięć pomiędzy krajami członkowskimi Unii Europejskiej (UE). Próby wyrównywania regionalnych dysproporcji w poziomach rozwoju gospodarczego stanowią istotny cel działań podejmowanych w ramach polityki regionalnej UE. Podstawową przyczyną, dla której w UE zdecydowano się wdrożyć politykę spójności jest chęć wspomaganie równomiernego wzrostu gospodarczego na terenie całego jej terytorium. Należy podkreślić, że nie chodzi tutaj tylko o redystrybucję dochodu pomiędzy regionami, ale przede wszystkim o stymulowanie rozwoju w regionach opóźnionych. Niestety skuteczność tych przedsięwzięć, których celem jest łagodzenie regionalnych nierówności w zakresie PKB *per capita* (*p.c.*), nie jest zadowalająca, czego potwierdzeniem są wyniki prac podejmujących problematykę konwergencji lub dywergencji regionalnego PKB na osobę lub na osobę pracującą: Domański (1997), Malaga (1999, 2002b, 2004a, 2005, 2009a, 2009b.), Gawlikowska – Hueckel (2003), Malaga, Kliber (2007), Kościelski, Malaga (2008a, 2008b), Wójcik (2009). Problemy te są ważnym czynnikiem skłaniającym ekonomistów do dalszych poszukiwań nowych i bardziej skutecznych instrumentów oraz sposobów ich opisu, odnoszących się do współczesnych uwarunkowań i czynników rozwoju gospodarczego, których celem jest zapewnienie konwergencji w ujęciu regionalnym zob. Barro, Sala-i-Martin (1991, 1992, 2004), Gruchman (1992), Henley (2005), Keating (2005), Kosfeld, (2006), Royuela (2006).

Konwergencja gospodarcza może być zasadniczo rozpatrywana w dwóch aspektach¹. W pierwszym rozumiana jest jako zbieżność ścieżek wzrostu do stanu równowagi, natomiast w drugim jako wyrównywanie się poziomu bogactwa między regionami, najczęściej mierzonego wartością PKB *p.c.* Idea konwergencji rozumianej jako proces zbieżności ścieżek wzrostu gospodarki do stabilnych stanów równowagi jest znana w teorii wzrostu gospodarczego już od połowy XX wieku. Natomiast w latach 80 XX wieku miał miejsce

¹ Pełniejszą typologię pojęć związanych z konwergencją gospodarczą podano m. in. w pracach Malaga K. (2004, 2009a), Nowak W.(2007).

dynamiczny rozwój badań nad konwergencją gospodarczą. Rozwój badań nad różnymi rodzajami konwergencji gospodarczej przyczynił się do zwiększenia różnorodności w sposobach rozumienia i metodach analizowania tej kategorii ekonomicznej. W literaturze przedmiotu najczęściej spotykane są dwie podstawowe koncepcje konwergencji: *sigma* konwergencja oraz *beta* konwergencja bezwarunkowa i warunkowa. Terminy te zostały zaproponowane m. in. w pracach: Abramowitza (1989), Sala-i-Martina (1990), Barro, Sala-i-Martin (1995).

Większość opracowań zarówno teoretycznych, jak i empirycznych z zakresu konwergencji gospodarczej dotyczy zarówno wyodrębnionych grup krajów, jak i regionów w ramach poszczególnych krajów. Niezależnie od przyjętego zakresu przestrzennego badania jego celem jest udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy proces konwergencji ma miejsce, a jeśli tak, to z jaką szybkością zachodzi. W głównym nurcie badań nad procesami konwergencji, wykorzystuje się powszechnie modele wzrostu gospodarczego, a wnioskowanie o występujących zbieżnościach dokonywane jest najczęściej na podstawie estymowanych albo kalibrowanych parametrów modeli wzrostu gospodarczego.

W niniejszej pracy jako podstawowe narzędzie wnioskowania o konwergencji gospodarczej i nierównościach regionalnych zastosowano nieparametryczną metodę DEA (*Data Envelopment Analysis*), która następnie została wzbogacona o dodatkowe narzędzia uzupełniające, w tym także modele wzrostu gospodarczego. Dzięki czemu możliwe będzie zwiększenie zakresu wnioskowania o nierównościach regionalnych, prowadzonego na podstawie wyników uzyskanych w rezultacie zastosowania metody DEA. Wybór tej właśnie metody spowodowany został tym, że posiada ona pewne zalety, do których zaliczamy m. in. niewielkie wymagania dotyczące liczby obserwacji statystycznych. Ponadto zastosowanie metody DEA powoduje, że nie jest wymagana znajomość zależności funkcyjnej, jaka występuje pomiędzy nakładami a wynikiem - utożsamianej z funkcją produkcji. Zatem wyniki badania nie są obciążone potencjalnym błędem wynikającym z niedostatecznego dopasowania modelu wzrostu gospodarczego do danych empirycznych lub z braku dostępu do dostatecznie długich szeregów czasowych. Zastosowanie metody DEA w badaniach obejmujących problematykę konwergencji gospodarczej i nierówności regionalnych, stwarza nie tylko możliwość wnioskowania o występowaniu konwergencji lub dywergencji, ale także pozwala zidentyfikować ich podstawowe źródła.

Głównym celem pracy jest weryfikacja hipotezy mówiącej o tym, że efektem polityki spójności prowadzonej w Unii Europejskiej, realizowanej w Polsce od 2004 roku jest konwergencja PKB na osobę pracującą w województwach.

Weryfikacja tak określonej hipotezy głównej odbędzie się na drodze rozpoznania źródeł wzrostu gospodarczego i konwergencji w aspektach przestrzennym oraz czasowym. Realizacja głównego celu badawczego pozwoli na ocenę źródeł konwergencji regionalnego PKB na osobę pracującą w Polsce, najpierw w okresie poprzedzającym przystąpienie Polski do Unii Europejskiej, a następnie po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej. Badania te mają na celu ocenę efektów prowadzonej w Polsce polityki spójności Unii Europejskiej, zmierzającej do łagodzenia regionalnego zróżnicowania PKB na osobę pracującą².

Zrealizowanie zasadniczego celu pracy pociągnęło za sobą potrzebę sformułowania następujących celów cząstkowych:

- ocenę skali nierówności regionalnych w Polsce, na podstawie danych statystycznych, pod względem zasobów czynników wzrostu gospodarczego (praca, kapitał rzeczowy³) i efektów wzrostu gospodarczego wyrażanego w kategoriach PKB, PKB *per capita* lub PKB na osobę pracującą,
- rozpoznanie determinant konkurencyjności technologicznej regionalnych gospodarek,
- identyfikację czynników ekonomicznych skutkujących zróżnicowaniem PKB na osobę pracującą w poszczególnych województwach w Polsce,
- rozpoznanie przyczyn nieefektywności technologicznej gospodarek regionalnych o relatywnie niższej wartości PKB na osobę pracującą,
- ocenę postępujących procesów konwergencji lub dywergencji, poprzedzoną identyfikacją ich źródeł.

W pracy weryfikowane są następujące hipotezy cząstkowe:

H1. Polityka spójności Unii Europejskiej jest czynnikiem sprzyjającym konwergencji PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce.

H2. Tempo procesów konwergencji PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce, ze względu na relatywnie małą wagę środków uzyskiwanych w ramach realizacji polityki spójności UE względem wartości PKB jest bardzo umiarkowane.

H3. Metoda DEA jest skutecznym narzędziem analizy wpływu polityki spójności UE na zmniejszanie skali nierówności regionalnych oraz na konwergencję regionalną PKB na osobę pracującą w Polsce.

² Prowadzenie analizy w kategoriach zmiennych, których wartości przeliczane są na pracującego miało na celu pominięcie w rozważaniach, utrzymującego się ciągle w Polsce i w poszczególnych województwach wysokiego poziomu bezrobocia.

³ Z uwagi na trudność w zdefiniowaniu wiarygodnych miar zasobów i jakości kapitału ludzkiego, a także kapitału społecznego w niniejszej pracy ograniczono się do uwzględnienia dwóch wymienionych czynników wzrostu.

H4. Metoda DEA jest komplementarnym narzędziem analizy procesów konwergencji gospodarczej PKB na osobę pracującą, prowadzonej na podstawie neoklasycznych modeli wzrostu gospodarczego.

H5. Zastosowanie metody DEA w badaniach nad konwergencją i nierównościami regionalnymi w Polsce prowadzi do ważnych wniosków bez konieczności posługiwania się lub specyfikacji funkcji produkcji.

Kolejnym celem rozprawy jest określenie, które czynniki gospodarcze i społeczne mają wpływ na tempo konwergencji (dywergencji) między województwami w Polsce. Wybór czynników wzrostu do analizy dokonany został w oparciu o modele wzrostu gospodarczego, które stanowią układ odniesienia dla prowadzonych w niniejszej pracy badań z zastosowaniem nieparametrycznej metody DEA. Autor rozprawy szczególną uwagę zwrócił na neoklasyczny model egzogenicznego wzrostu z saldem środków UE, w którym wzrost gospodarczy, a przez to i konwergencja, są determinowane przez inwestycje w kapitał rzeczowy oraz saldo środków UE (Kościelski, Malaga, (2008a, 2008b).

Realizacja określonych powyżej celów pracy wymagała wyboru jej zakresu czasowego i przestrzennego. Zakres przestrzenny badań obejmuje województwa powstałe w wyniku reformy administracyjnej przeprowadzonej w Polsce w roku 1998. Z kolei wybór okresu 1998 – 2008 miał na celu rozpoznanie pierwszych efektów akcesji Polski do Unii Europejskiej na postępujące procesy konwergencji gospodarczej województw w Polsce⁴.

Treść rozprawy ujęto we wprowadzeniu, siedmiu rozdziałach oraz zakończeniu. Układ rozprawy i jej treść podporządkowano osiągnięciu celu pracy i rozwiązaniu sformułowanych problemów badawczych, jakimi jest weryfikacja określonej wyżej hipotezy głównej i hipotez częściowych.

Rozdział pierwszy poświęcimy głównie przesłankom rozwoju regionalnego w Polsce w warunkach integracji gospodarczej naszego kraju z UE. Ponadto omówimy w nim genezę polityki regionalnej Unii Europejskiej, cele i instrumenty ich realizacji, z uwzględnieniem przemian, jakie zachodziły w tych obszarach w okresie ostatnich lat. W odniesieniu do instrumentów polityki regionalnej UE, którymi są środki pochodzące z funduszy strukturalnych i Funduszu Spójności, dużą wagę przywiążemy do analizy rozmiarów transferów finansowych między UE i Polską. W szczególności omówimy rolę Programów Operacyjnych, jako narzędzi realizacji Narodowego Programu Rozwoju na lata 2004 – 2006 oraz Narodowej Strategii Spójności na lata 2007 – 2013. Celem tak sformułowanej

⁴ Wybór końcowego roku badań był spowodowany dostępnością do danych statystycznych.

problematyki integracji gospodarczej i społecznej było uwzględnienie w dalszych badaniach zarówno efektów procesów integracji europejskiej, jak i kontekstu skuteczności polityki spójności, prowadzonej przez Unię Europejską w Polsce dla łagodzenia nierówności regionalnych. Przedstawiona w tym rozdziale charakterystyka celów i instrumentów polityki regionalnej Unii Europejskiej jest fundamentalną wiedzą, którą oceniamy jako niezbędną dla prowadzenia dalszych rozważań podjętych w pracy. Dzięki temu możemy lepiej zrozumieć, w jaki sposób polityka regionalna UE może sprostać wyzwaniom integracyjnym, tak w Polsce, jak i na obszarze całej Unii Europejskiej. Warto podkreślić, że Unia Europejska nie prowadzi samodzielnie ponadnarodowej (pozostającej w jej wyłącznych kompetencjach) polityki regionalnej. Unia Europejska poprzez właściwe instrumenty oddziałuje jedynie na politykę gospodarczą państw członkowskich w taki sposób, aby realizowały one przyjęte zasady i były ukierunkowane na osiągnięcie określonych wskaźników makroekonomicznych i regionalnych⁵, w tym także kryteriów konwergencji nominalnej⁶, która jednak nie będzie przedmiotem naszej analizy.

W rozdziale drugim dokonamy oceny aktualnych problemów rozwoju regionalnego i polityki regionalnej w Polsce. Podjęto w nim próbę znalezienia odpowiedzi na szereg pytań: m.in. o skalę nierówności regionalnych w Polsce oraz o najważniejsze determinanty rozwoju regionalnego w Polsce.

Celem rozdziału jest przedstawienie kierunków zmian w zakresie dysproporcji gospodarczych i społecznych występujących w Polsce na szczeblu regionalnym oraz ocena ich wpływu na spójność gospodarczą i społeczną polskich województw. Główny nacisk położymy na zakres zmian, jakie dokonały się wraz z przystąpieniem Polski do Unii Europejskiej, w zakresie różnic regionalnych wyrażonych w poziomie PKB *p.c.*, w tendencjach rozwoju demograficznego oraz aktywności zawodowej. Dobór danych statystycznych został podporządkowany specyfice polityki spójności Unii Europejskiej, która jest obecnie realizowana w Polsce za pośrednictwem funduszy strukturalnych i Funduszu Spójności. Warto podkreślić, że Unia Europejska realizuje strategię rozwoju między innymi, poprzez stymulowanie i umacnianie lokalnego potencjału, inwestując w poprawę szeroko rozumianej jakości kapitału ludzkiego. Przedmiotem wnioskowania o nierównościach

⁵ Rada Europy ustanawia na poziomie Wspólnoty zwięzłe strategiczne wytyczne dla spójności gospodarczej, społecznej i terytorialnej, określające indykatoryne ramy interwencji funduszy, z uwzględnieniem obszarów, w których polityka spójności może najskuteczniej przyczynić się do realizacji priorytetów Wspólnoty zorientowanych na osiąganie wyznaczonych celów. Pełniejsze zestawienie aktów prawnych podano na s. 283.

⁶ Pod pojęciem konwergencji nominalnej rozumiemy kryteria konwergencji przyjęte w Traktacie z Maastricht (1999r.). Kryteria te dotyczą: długu publicznego, deficytu budżetowego, inflacji i długoterminowych stóp procentowych.

występujących między województwami w Polsce będą regionalne rozkłady PKB *p.c.*, wskaźnika zatrudnienia, stopy bezrobocia, nakładów inwestycyjnych na środki trwałe oraz zasobów kapitału rzeczowego w latach 1998–2008. Zwrócimy uwagę na regiony silniej i słabiej rozwinięte, charakteryzujące się lepszą dynamiką wzrostu gospodarczego oraz wyższym poziomem życia mieszkańców. Na podstawie przeprowadzonej analizy rozpoznamy skalę istniejących dysproporcji pomiędzy województwami w zakresie rozkładów zasobów czynników wzrostu gospodarczego oraz jego efektów, mierzonych za pomocą PKB *p.c.*

W rozdziale trzecim omówimy podstawowe rodzaje efektywności ekonomicznej występujące w metodzie DEA oraz przedstawimy odpowiadające im modele DEA, które w dalszej części rozprawy posłużą nam jako narzędzia wnioskowania o zróżnicowaniu efektywności technologicznej regionalnych gospodarek i efektów polityki regionalnej Unii Europejskiej w osiąganiu większej spójności pomiędzy regionami w Polsce.

W rozdziale czwartym podejmiemy próbę rozpoznania czynników decydujących o konkurencyjności technologicznej regionów w Polsce i jej zmianach w badanym okresie. Konkurencyjność technologiczna rozumiana jest jako sprawność, z jaką dany region przekształca posiadane zasoby w wyniki. Jest ona oceniana na tle pozostałych regionów. Badanie przeprowadzimy w taki sposób, aby poza aspektem gospodarczym, możliwe było uwzględnienie, także społecznych aspektów konkurencyjności regionów. W tym celu dokonamy selekcji odpowiednich zmiennych opisujących wzrost i rozwój gospodarczy. Zaproponujemy autorski algorytm doboru zmiennych do modelu DEA, skonstruowany w oparciu o metodę analizy korelacji kanonicznych. Na podstawie tak wyselekcjonowanych zmiennych skonstruujemy model DEA, który posłuży nam do oceny konkurencyjności polskich regionów. W rezultacie przeprowadzonych w tym rozdziale badań, stworzymy ranking konkurencyjności technologicznej województw wraz z uwzględnieniem przemian zachodzących w kolejnych latach badanego horyzontu czasu.

Rozdział piąty obejmuje analizę nierówności regionalnych w Polsce, prowadzoną w odniesieniu do czynników i efektów wzrostu gospodarczego. W tym celu do dalszych badań wprowadzimy dodatkowe narzędzie, jakim jest indeks Malmquista. W efekcie możliwe będzie dokonanie dekompozycji miernika wzrostu gospodarczego na jego czynniki składowe. Określimy, które czynniki w największym stopniu przyczyniały się w analizowanym okresie do wykształcenia się różnic w poziomach PKB na osobę pracującą pomiędzy województwami w Polsce. Badania przeprowadzimy na podstawie dwóch zestawów zmiennych diagnostycznych, w których jako nakłady przyjęto kapitał rzeczowy i zasób pracy, a jako wynik PKB na osobę pracującą. W dalszej części rozdziału rozszerzymy prowadzone badania

do poziomu trzech sektorów gospodarczych, z jednoczesnym uwzględnieniem zachodzących między nimi efektów substytucji. Zasadniczym celem tych badań jest odpowiedź na pytanie o przyczyny nieefektywności technologicznej regionalnych gospodarek. W omawianym rozdziale dokonamy także oceny charakteru postępu technologicznego w województwach w latach 1998 – 2008. Przedmiotem naszego zainteresowania będą kierunki zmian w strukturze nakładów pracy i kapitału rzeczowego, będące wynikiem postępu technologicznego. W dalszej części rozdziału, w oparciu o zmodyfikowaną postać indeksu Malmquista, włączymy do analizy aspekt skali produkcji. W konsekwencji w pracy rozpatrzmy kolejne potencjalne źródło nierówności regionalnych, jakim może być nieodpowiednia skala produkcji.

W rozdziale szóstym przeprowadzimy ocenę wpływu rozpoznanych w rozdziale piątym źródeł wzrostu gospodarczego na procesy konwergencji gospodarczej województw w Polsce. Wnioskowania o zachodzących procesach konwergencji dokonamy na podstawie zmian regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą. W badaniu zachodzących procesów konwergencji (dywergencji) posłużymy się metodą estymacji jądrowej, warunkowej funkcji gęstości dla rozkładu PKB na osobę pracującą. Polega ona na analizie rozkładu PKB na osobę pracującą lub mieszkańca i jego zmian w czasie. Zastosowanie tej metody pozwoli nam ocenić ewolucję rozkładów PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą w kolejnych badanych latach. Dodatkowo na podstawie składowych indeksu Malmquista przeprowadzimy badanie alternatywnych rozkładów poszczególnych składowych tego indeksu i ich możliwego wpływu na zmiany regionalnych rozkładu PKB na osobę pracującą w Polsce.

W rozdziale tym przeprowadzimy także analizę *beta* konwergencji PKB na osobę pracującą w polskich regionach w latach 1998 – 2008. W tym celu oszacowane będą modele regresji opisujące zależności pomiędzy stopami wzrostu PKB na osobę pracującą, a wartościami PKB na osobę pracującą w chwili początkowej oraz czynnikami warunkującymi procesy jego wzrostu w interesującym nas horyzoncie czasu. Celem badania będzie rozpoznanie siły i kierunku zależności pomiędzy wartością PKB na osobę pracującą w chwili początkowej, a procesami akumulacji kapitału rzeczowego, postępowaniem technologicznym oraz zmianami wartości wskaźnika relatywnej efektywności technologicznej. Na tej podstawie dokonamy wnioskowania o zachodzących procesach konwergencji albo dywergencji, o ich źródłach albo o braku tego typu związku. Procesy konwergencji będą zachodziły w naszej ocenie wtedy, kiedy stopa wzrostu PKB na osobę pracującą będzie większa w regionach o niższej początkowej wartości PKB na osobę pracującą. Z kolei wartości niższe w regionach o niższej początkowej wartości PKB na osobę pracującą będą generowały dywergencję. Dla

uzupełnienia oceny nierówności regionalnych przeprowadzimy analizę *sigma* konwergencji PKB na osobę pracującą w polskich regionach w latach 1998 – 2008.

W rozdziale siódmym przedstawimy dwa warianty modeli wzrostu typu Solowa-Swana: tzw. model podstawowy oraz model uwzględniający saldo środków Unii Europejskiej. Wprowadzenie do modelu podstawowego salda środków UE ma na celu umożliwienie dokonania oceny skuteczności polityki spójności prowadzonej w Polsce przez Unię Europejską w łagodzeniu nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą. W rozdziale tym przeprowadzimy typologię stanów równowagi w poszczególnych wariantach modeli wzrostu typu Solowa-Swana, wyznaczymy wartości PKB na osobę pracującą i kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi oraz ocenimy tempo zbieżności gospodarek regionalnych w Polsce do stabilnych stanów równowagi.

Głównym celem rozdziału jest próba znalezienia odpowiedzi na szereg pytań: czy polityka spójności Unii Europejskiej realizowana w Polsce od 2004 roku sprzyjała konwergencji, czy też dywergencji PKB na osobę pracującą w poszczególnych województwach? Jaką rolę w osiąganiu konwergencji PKB na osobę pracującą w polskich regionach odgrywają fundusze unijne? Czy na dynamikę procesów konwergencji PKB na osobę pracującą może mieć wpływ efektywność technologii stosowanych w gospodarkach regionalnych w Polsce?

Wnioski wynikające z modeli wzrostu posłużą nam do oceny skuteczności polityki spójności UE w łagodzeniu nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą w długim okresie na podstawie modeli z dodatnim i z zerowym saldem środków UE. O występowaniu procesów konwergencji (dywergencji) w stabilnych stanach równowagi z uwzględnieniem i pominięciem salda środków UE będziemy wnioskować na podstawie regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą. Do wyznaczenia regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi posłużymy się nieparametryczną metodą estymacji warunkowej funkcji gęstości dla rozkładu PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą. Na podstawie zaobserwowanych zmian rozkładów sformułujemy wnioski o skali międzyregionalnego zróżnicowania PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą, a w efekcie o skuteczności polityki spójności U E w osiąganiu konwergencji PKB na osobę pracującą.

W zakończeniu rozprawy zamieścimy wnioski wynikające z przeprowadzonych badań, dotyczące przyczyn nierówności regionalnych oraz skuteczności polityki spójności w łagodzeniu tych nierówności. Dokonamy także oceny przydatności metody DEA oraz zastosowanych narzędzi pomocniczych w badaniach procesów konwergencji gospodarczej i efektów polityki spójności.

Rozdział 1

Polityka spójności Unii Europejskiej

1.1. Geneza polityki regionalnej Wspólnoty Europejskiej

Pierwotne zręby polityki na rzecz zwiększania spójności społeczno – gospodarczej Europy, na poziomie ponadnarodowym, zostały już zarysowane w Traktatach Rzymskich z 1957 r. Główną przyczyną zainteresowania się polityką regionalną były nierówności regionalne oraz ich negatywne konsekwencje występujące w sferach: politycznej, gospodarczej, społecznej i kulturowej, które mogły zagrozić jedności projektu europejskiego. W tym także doprowadzić do odrzucenia idei zjednoczonej Europy przez relatywnie biedniejsze kraje. Rozsądek i solidarność sprawiły, że opracowano politykę spójności.

W 1958 r. utworzono dwa pierwsze fundusze strukturalne: Europejski Fundusz Społeczny, służący do finansowania działań na rynku pracy i Europejski Fundusz Orientacji i Gwarancji Rolnej, mający wspierać procesy restrukturyzacji i modernizacji rolnictwa oraz obszarów wiejskich. Cechami charakterystycznymi realizowanej we Wspólnocie Europejskiej polityki regionalnej jest jej ewolucyjność, a także znacznie zmieniające się w czasie: zakres, cele, jak i narzędzia.

Przyjmowanie do Wspólnoty Europejskiej kolejnych państw o różnym poziomie rozwoju powodowało zwiększanie się nierówności regionalnych, które mogły zagrozić idei zjednoczonej Europy. Doprowadziło to do intensyfikacji działań na rzecz zwiększenia spójności, początkowo na obszarze Wspólnot Europejskich, a obecnie Unii Europejskiej. Towarzyszyły temu kolejne reformy. Przy okazji akcesji do Wspólnoty Europejskiej Danii, Irlandii i Wielkiej Brytanii w 1973 r. utworzono Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego, który miał służyć wspieraniu obszarów słabo rozwiniętych. Kolejne rozszerzenia Wspólnoty Europejskiej o Grecję (w 1982 r.) oraz Hiszpanię i Portugalię (w 1986 r.) dodatkowo zwiększyły potrzebę prowadzenia wspólnej polityki regionalnej. W grupie Funduszy Strukturalnych stworzono Finansowy Instrument Wspierania Rybołówstwa, którego utworzenie było konsekwencją przystąpienia do Wspólnoty Europejskiej państw o rozbudowanym, ale zacofanym sektorze rybołówstwa: Grecja, Hiszpania i Portugalia. Państwa te, wraz z Irlandią, zaliczały się do najbiedniejszych krajów Wspólnoty Europejskiej,

dla których w roku 1992 utworzony został Fundusz Spójności, mający wspierać duże inwestycje publiczne – głównie infrastrukturalne – służące ochronie środowiska. Zdecydowano by w przeciwieństwie do pozostałych funduszy strukturalnych Fundusz Spójności miał zasięg krajowy. Akcesja do Unii Europejskiej Austrii, Finlandii i Szwecji w 1995 roku spowodowała, że pomocą w ramach polityki regionalnej objęto rozwój słabo zaludnionych regionów północnej Skandynawii.

Kolejna reforma polityki spójności przeprowadzona została w roku 1999 i wiązała się z przygotowaniem Unii Europejskiej do kolejnego rozszerzenia o dziesięć nowych krajów, w tym także o Polskę.

1.2. Polityka spójności Unii Europejskiej w latach 2000 – 2006

Na szczycie Unii Europejskiej, który odbył się w 1999 roku w Berlinie, wyznaczono trzy cele polityki regionalnej na lata 2000 – 2006, do których kwalifikowane były regiony Unii Europejskiej (UE) o najtrudniejszej sytuacji gospodarczej, będącej głównym kryterium przyznawania pomocy regionalnej w Unii Europejskiej:

1. Cel 1. – regionalny: pomoc regionom słabo rozwiniętym, w których poziom PKB na mieszkańca, liczony za ostatnie trzy lata według parytetu siły nabywczej, był niższy od 75% średniego poziomu w UE. Celem tym zostały także objęte regiony o niskim wskaźniku zatrudnienia, poniżej 8 mieszkańców na kilometr kwadratowy;
2. Cel 2. – regionalny: pomoc kierowana do regionów stojących wobec konieczności dokonania głębokiej restrukturyzacji gospodarczej i społecznej. Pomocą objęte były regiony przechodzące restrukturyzację przemysłu, rybołówstwa, usług oraz obszary rolnicze;
3. Cel 3. – horyzontalny: pomoc skoncentrowana na działaniach ograniczających bezrobocie i prowadzących do poprawy sytuacji na rynku pracy, w szczególności dzięki modernizacji systemów edukacji oraz szkoleń zawodowych.

Wśród celów polityki spójności wydzielono cele regionalne, w ramach których pomoc udzielana była wybranym regionom spełniającym kryteria kwalifikacyjne oraz cele horyzontalne. O środki służące ich realizacji można było się ubiegać na całym terytorium Wspólnoty⁷.

⁷ Rozporządzenie Rady WE nr 1260/1999 z dnia 21 czerwca 1999 roku wprowadzające ogólne przepisy dotyczące funduszy strukturalnych, Dziennik Urzędowy WE nr L 161 z 1999 roku, art.1.

Głównymi instrumentami polityki regionalnej Unii Europejskiej w latach 2000 – 2006 były cztery Fundusze Strukturalne oraz Fundusz Spójności. Fundusze Strukturalne były administrowane przez Komisję Europejską, przy czym ich głównymi beneficjentami nie były państwa, lecz konkretne regiony. Aby uzyskać pomoc z funduszy strukturalnych, konieczne było opracowanie strategii rozwoju regionalnego oraz posiadanie racjonalnie uzasadnionych programów operacyjnych.

W latach 2000 – 2006 istniały następujące fundusze strukturalne:

- Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego,
- Europejski Fundusz Społeczny,
- Europejski Fundusz Orientacji i Gwarancji Rolnej, składający się z dwóch sekcji: Sekcji Gwarancji, z którego finansowano interwencyjne zakupy produktów rolnych oraz dotacje bezpośrednie dla rolników w ramach Wspólnej Polityki Rolnej oraz Sekcji Orientacji, będącej instrumentem polityki strukturalnej;
- Finansowy Instrument Wspierania Rybołówstwa.

Oprócz tego możliwe było uzyskanie wsparcia z Funduszu Spójności.

Tab.1.1 Źródła finansowania celów polityki regionalnej UE w latach 2004 – 2006.

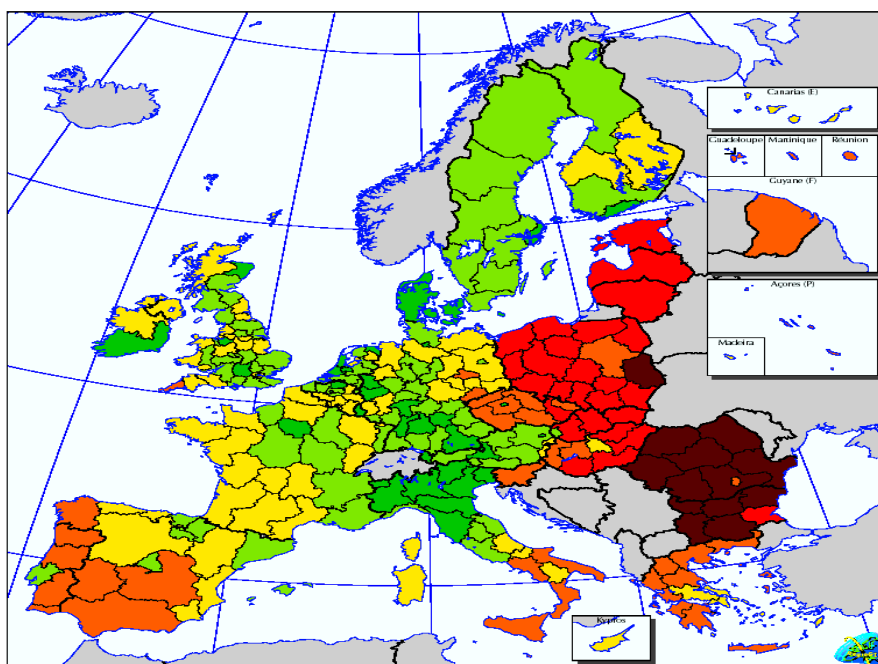
Cel 1.	Cel 2.	Cel 3.
Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego	Europejski Fundusz Społeczny
Europejski Fundusz Społeczny		
Europejski Fundusz Orientacji i Gwarancji Rolnej	Europejski Fundusz Społeczny	
Finansowy Instrument Wspierania Rybołówstwa		

Źródło: opracowanie własne.

Polska, przystępując do Unii Europejskiej w maju 2004 roku, włączyła się do realizacji jednej z ważniejszych wspólnotowych polityk, czyli polityki spójności, mającej na celu promowanie harmonijnego rozwoju całego terytorium UE poprzez działania, prowadzące do zmniejszenia dysproporcji w poziomie rozwoju jej regionów, a tym samym wzmocnienia spójności gospodarczej, społecznej i terytorialnej Unii Europejskiej. Za pośrednictwem polityki spójności oraz przy wsparciu finansowym funduszy strukturalnych i Funduszu Spójności, Polska może odrabiać zaległości rozwojowe oraz przyspieszyć procesy konwergencji z innymi regionami i krajami Unii Europejskiej.

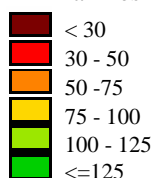
Podstawowym dokumentem służącym do diagnozowania sytuacji społeczno-gospodarczej w Polsce, który określał potrzeby, priorytety i strategię wykorzystania funduszy strukturalnych oraz innych środków będących instrumentami polityki regionalnej UE w latach 2004-2006, był Narodowy Plan Rozwoju (NPR).

Rys.1.1 PKB na mieszkańca w regionach (wg. parytetu siły nabywczej⁸) w 2000r. Wskaźnik UE 27=100.



Legenda:

PKB na mieszkańca w regionach (wg parytetu siły nabywczej) w 2000 r. Wskaźnik UE 27=100.



Źródło: Eurostat.

Polska, wraz z przystąpieniem do Unii Europejskiej, została w całości objęta w latach 2004-2006 Celem 1. polityki regionalnej, którym było wspieranie rozwoju i strukturalnego dostosowania regionów słabo rozwiniętych. Polityka ta realizowana była poprzez współfinansowanie z pomocą funduszy strukturalnych i Funduszu Spójności uzgodnionych z Komisją Europejską krajowych programów i projektów rozwoju regionalnego.

⁸ W teorii parytetu siły nabywczej (*purchasing power parity* – PPP) stwierdza się, że kurs między walutami dwóch krajów jest równy relacji poziomów cen w tych krajach, mierzonych cenami referencyjnych koszyków towarów wyrażonych w pieniądzu. Innymi słowy PPP oznacza, że siła nabywcza każdej waluty jest taka sama w każdym kraju.

Korzystanie z funduszy strukturalnych i Funduszu Spójności oraz inicjatyw wspólnotowych objęte było programowaniem, w ramach którego każde państwo członkowskie było zobowiązane do opracowania odpowiednich dokumentów. Należały do nich: Narodowy Plan Rozwoju, a także przygotowane przy współpracy z Komisją Europejską, Podstawy Wsparcia Wspólnoty oraz Programy Operacyjne. Opracowany w Polsce Narodowy Plan Rozwoju na lata 2004 – 2006 był średniookresowym dokumentem planistycznym, którego celem strategicznym było „rozwijanie konkurencyjnej gospodarki opartej na wiedzy i przedsiębiorczości, zdolnej do długofalowego, harmonijnego rozwoju, zapewniającej wzrost zatrudnienia oraz poprawę spójności społecznej, ekonomicznej i przestrzennej z Unią Europejską na poziomie regionalnym i krajowym”⁹. Tak sformułowany cel strategiczny został uzupełniony celami cząstkowymi, zdefiniowanymi w odpowiedzi na wyzwania globalnej konkurencji oraz wnioski wynikające z analizy mocnych i słabych stron polskiej gospodarki:

- zwiększenie w gospodarce udziału sektorów o wysokiej wartości dodanej,
- ograniczenie zatrudnienia w rolnictwie i jednocześnie podniesienie jego dochodowości,
- wzrost udziału w strukturze produktu krajowego brutto (PKB) gałęzi przemysłu o wysokiej produktywności i wydajności pracy (w tym również budownictwa), a w sytuacjach uzasadnionych interesem ekonomicznym i społecznym, podejmowanie restrukturyzacji przemysłów schyłkowych,
- wzrost zatrudnienia w usługach, w tym w szczególności w usługach rynkowych;
- stworzenie wszystkim regionom i grupom społecznym w Polsce szans udziału w procesach rozwojowych i modernizacyjnych, poprzez przeciwdziałanie dalszemu pogłębianiu się gospodarczych i społecznych różnic przestrzennych.

Jednym z warunków realizacji wyznaczonego celu strategicznego Narodowego Planu Rozwoju oraz celów cząstkowych była koncentracja dostępnych środków finansowych na kilku podstawowych kierunkach rozwoju:

- wspieranie konkurencyjności przedsiębiorstw,
- zwiększanie zasobów ludzkich i zatrudnienia,
- tworzenie warunków dla zwiększania poziomu inwestycji oraz promowanie zrównoważonego rozwoju i spójności przestrzennej,
- przekształcenia strukturalne w rolnictwie i rybołówstwie oraz rozwój obszarów wiejskich,

⁹ Narodowy Plan Rozwoju został zatwierdzony przez Radę Ministrów w dniu 14 stycznia 2003 roku.

- wzmocnienie potencjału rozwojowego regionów i przeciwdziałanie marginalizacji niektórych obszarów.

Zarówno cel strategiczny jak i kierunki rozwoju Narodowego Planu Rozwoju realizowane były poprzez:

- uzgodnione z Komisją Europejską Podstawy Wsparcia Wspólnoty dla Polski¹⁰,
- projekty Funduszu Spójności – równoległe z realizacją sektorowych programów operacyjnych i programu regionalnego realizowane były duże projekty współfinansowane z Funduszu Spójności. Środki pochodzące z tego funduszu nie były przekazywane na działania wykonywane w ramach programów operacyjnych, ale były ze sobą powiązane. Z Funduszu Spójności wsparcie uzyskały dwa sektory gospodarki: transport i środowisko;
- inicjatywy wspólnoty:
INTERREG (współpraca gospodarcza regionów przygranicznych),
EQUAL (promocja równości szans kobiet i mężczyzn).

Tab. 1.2 Podział środków przyznanych Polsce w perspektywie finansowej 2004-2006 na realizację celu 1. polityki regionalnej w rozbiciu na programy operacyjne (w mln EUR i w %).

Programy operacyjne	2004	2005	2006	2004-2006
Zintegrowany Program Operacyjny Rozwoju Regionalnego	693,6	990,9	1283,9	2968,4
	35,9%	35,9%	35,9%	35,9%
SPO Rozwój zasobów ludzkich	343,5	490,7	635,8	1470
	17,8%	17,8%	17,8%	17,8%
SPO Wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw	292,3	417,6	541,1	1251
	15,1%	15,1%	15,1%	15,1%
SPO Restrukturyzacja i modernizacja sektora żywnościowego oraz rozwój obszarów wiejskich	278,6	398,1	516	1192,7
	14,4%	14,4%	14,4%	14,4%
SPO Transport	272,0	388,4	503,2	1163,6
	14,1%	14,1%	14,1%	14,1%
SPO Rybołówstwo i przetwórstwo ryb	47,1	67,4	87,3	201,8
	2,4%	2,4%	2,4%	2,4%
SPO Pomoc techniczna	6,6	9,5	12,2	28,3
	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
Razem	1933,7	2762,6	3579,5	8275,8

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Narodowego Planu Rozwoju*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2003 r.

¹⁰ Były one realizowane za pomocą: pięciu jednofunduszowych sektorowych programów operacyjnych, wielofunduszowego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego i programu operacyjnego pomocy technicznej

Programy operacyjne składały się z priorytetów, działań i poddziałań. Środki uzyskane z Unii Europejskiej, w połączeniu ze środkami narodowymi, zostały wykorzystane do poprawy konkurencyjności gospodarki polskiej, zwiększenia zatrudnienia oraz zmniejszenia nierówności między regionami. Najwięcej środków przeznaczono na cele realizowane w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego ok. 35% środków oraz SPO Rozwój Zasobów Ludzkich 17,8% ogółu środków.

1.3. Polityka spójności Unii Europejskiej w latach 2007 – 2013

W 2004 roku Komisja Europejska przyjęła nowe rozwiązania związane z funkcjonowaniem funduszy strukturalnych i polityką spójności. Celem głównym polityki regionalnej Unii Europejskiej na lata 2007 – 2013 jest „zwiększanie spójności społeczno – gospodarczej powiększonej Wspólnoty dla promowania harmonijnego, równomiernego i trwałego rozwoju Unii Europejskiej”.

Do nowych rozwiązań w zakresie realizacji polityki regionalnej UE w latach 2007 – 2013 należą: silniejsze skorelowanie polityki regionalnej ze strategicznymi priorytetami UE, czyli agend z Lizbony 2000 r. i z Goeteborga 2001 r. - konkurencyjną gospodarką opartą na wiedzy i zrównoważonym rozwoju. Koncentracja polityki regionalnej UE na najbiedniejszych jej regionach. W zakresie finansowania - większa regionalizacja środków.

Komisja Europejska zaproponowała koncentrację polityki spójności w nowym okresie programowania priorytetów na trzech celach:

1. Cel 1. konwergencja;
2. Cel 2. konkurencyjność regionalna i zatrudnienie (regiony nieobjęte celem 1.);
3. Cel 3. europejska współpraca terytorialna.

Priorytetowe znaczenie ma Cel 1. Dotyczy on obszarów o niskim poziomie rozwoju społeczno – gospodarczego, mierzonego poziomem PKB, nieprzekraczającym 75% średniej unijnej na poziomie regionów NUTS II¹¹. Przyspieszenie konwergencji ma być osiągnięte poprzez wspieranie wzrostu gospodarczego, tworzenie nowych miejsc pracy, rozwijanie innowacyjności i społeczeństwa opartego na wiedzy.

¹¹ Nomenklatura Jednostek Terytorialnych dla Celów Statystycznych (NUTS/NTS) *The Nomenclature of Territorial Units for Statistics (NUTS)* – jednolity schemat podziału terytorialnego krajów Unii Europejskiej. W Polsce zastosowana rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 13 lipca 2000 r. w sprawie wprowadzenia Nomenklatury Jednostek Terytorialnych do Celów Statystycznych (NTS) (Dz. U. Nr 58, poz.685 z późn. zm.) NTS/NUTS jest pięciostopniową klasyfikacją hierarchiczną, w której wyróżnia się trzy poziomy regionalne (NUTS I - III) oraz dwa poziomy lokalne (NUTS IV - V). Ze względów praktycznych nomenklatura NUTS oparta jest przede wszystkim na istniejących w danym kraju podziałach administracyjnych. W Polsce odpowiednikiem poziomu NUTS II są województwa powstałe w wyniku reformy administracyjnej w 1998 r.

Cel 2. – konkurencyjność regionalna i zatrudnienie – ukierunkowany jest na wzmacnianiu potencjału konkurencyjności i atrakcyjności regionów, jak również poziomu zatrudnienia. Wiąże się z przyspieszeniem realizacji Strategii Lizbońskiej.

Cel 3. – europejska współpraca terytorialna – transgraniczna i międzynarodowa, wykorzystująca dotychczasowe doświadczenia inicjatywy INTERREG. Działania finansowane z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego obejmują zintegrowane programy, zakładające realizację kluczowych priorytetów Unii Europejskiej, wynikających z ustaleń przyjętych w Lizbonie (2000) i Goeteborgu (2001).

Programy współpracy transgranicznej realizowane są w regionach zlokalizowanych przy granicach wewnętrznych, niektórych zewnętrznych oraz morskich granicach Unii Europejskiej. Ich celem jest promowanie wspólnych rozwiązań, sąsiadujących ze sobą organów władz, w zakresie realizacji projektów zrównoważonego rozwoju gospodarczego miast, wsi i obszarów przybrzeżnych, rozwoju stosunków gospodarczych, wspólnej ochrony środowiska, zwiększania dostępności do sieci transportowo – komunikacyjnych i informatycznych lub rozwoju współpracy w dziedzinie edukacji, kultury i ochrony zdrowia.

Programy współpracy międzyregionalnej mają przede wszystkim wspierać poprawę efektywności polityki regionalnej poprzez promocję sieci współpracy oraz wymiany doświadczeń między regionami na terytorium całej Unii Europejskiej. Mając na uwadze zwiększenie wartości dodanej współpracy międzyregionalnej w zakresie jakości programowania regionalnego i transferu dobrych praktyk, Komisja Europejska włączyła ten komponent do programów operacyjnych celu 1. – konwergencja i celu 2. – konkurencyjność regionalna i zatrudnienie. Istnieje więc możliwość umieszczenia priorytetu współpracy międzyregionalnej w regionalnych programach operacyjnych. W ramach współpracy międzyregionalnej, Komisja Europejska zaproponowała następujące zagadnienia: technologie innowacyjne i badania dynamizujące rozwój regionalny, ochronę środowiska, rozwój obszarów miejskich i ich rewitalizację.

W perspektywie finansowej na lata 2007 – 2013 zmieniły się także zasady finansowania polityki regionalnej. Priorytety polityki spójności mają zostać osiągnięte w drodze realizacji różnorodnych programów, finansowanych ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego, Funduszu Spójności, Europejskiego Banku Inwestycyjnego oraz innych instrumentów wsparcia, w ramach trzech opisanych wyżej celów polityki spójności.

Tab.1.3 Źródła finansowania celów polityki regionalnej UE w latach 2007 – 2013.

Cel 1. Konwergencja	Cel 2. Konkurencyjność regionalna i zatrudnienie	Cel 3. Europejska współpraca terytorialna
Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego	Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego
Europejski Fundusz Społeczny	Europejski Fundusz Społeczny	
Fundusz Spójności		

Źródło: opracowanie własne.

Komisja Europejska przeznaczyła w latach 2007 – 2013 na realizację celów polityki spójności z funduszy strukturalnych 346,5 mld euro, w tym na:

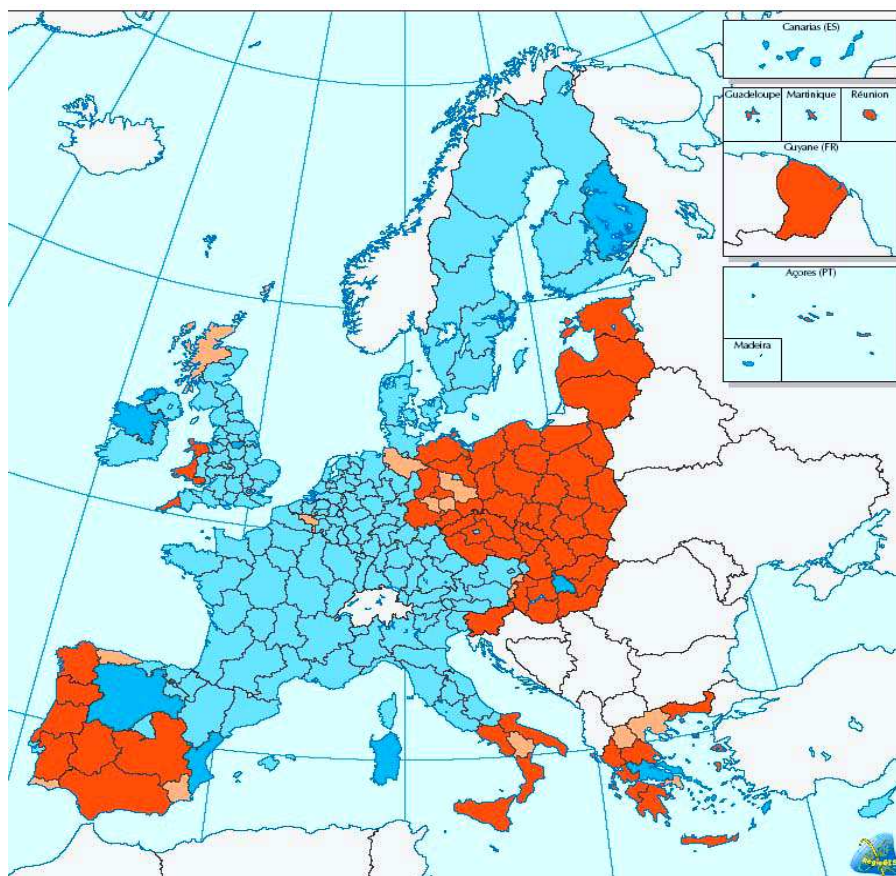
- cel 1. – konwergencja ok. 282,8 mld euro (81% ogólnej kwoty środków);
- cel 2. – konkurencyjność regionalna i zatrudnienie ok. 55 mld euro (16% ogólnej kwoty środków);
- cel 3. – europejska współpraca terytorialna ok. 8,7 mld euro (3% ogólnej kwoty środków).

Środki przeznaczone na realizację polityki spójności zostały tak podzielone, aby osiągnąć znaczącą koncentrację pomocy w ramach celu Konwergencja.

Polska, jako państwo członkowskie Unii Europejskiej jest zaangażowana w realizację polityki spójności, mającej na celu zmniejszenie dysproporcji pomiędzy krajami i regionami Wspólnoty. W perspektywie finansowej 2007 – 2013 wszystkie regiony Polski zostały zakwalifikowane od obszaru celu 1. – „Konwergencja”. Wynika to z faktu, że poziom PKB *p. c.* we wszystkich polskich regionach nie przekracza 75% średniej Unii Europejskiej.

W okresie 2007 – 2013 nasz kraj powinien być największym beneficjentem polityki spójności, mając do dyspozycji 19% środków przeznaczonych na realizację polityki spójności na obszarze całej Unii. Na wdrażanie przedsięwzięć związanych z realizacją polityki spójności Polska będzie dysponować łączną kwotą 67,3 mld euro.

Rys. 1.2 Mapa państw członkowskich i regionów, które zostały objęte celami Konwergencja oraz Konkurencyjność i Zatrudnienie w Regionach w okresie programowania 2007 – 2013.



Legenda:

- Cel Konwergencja – regiony poniżej 75% PKB *p.c.* UE
- Cel Konwergencja – regiony dotknięte efektem statystycznym¹²
- Cel Konkurencyjność i Zatrudnienie w Regionach. Regiony dotknięte efektem statystycznym.
- Cel Konkurencyjność i Zatrudnienie w Regionach

Źródło: www.europa.eu.int.

¹² Dotyczy to regionów, w których PKB *p.c.* jest wyższy niż 75% PKB *p.c.* w UE-25, ale niższy od średniego poziomu PKB *p.c.* dla wcześniejszej UE-15.

W nowym okresie programowania system wdrażania funduszy unijnych określa Narodowa Strategia Spójności. Jest ona dokumentem tworzonym przez każdy kraj członkowski Unii Europejskiej, a następnie zatwierdzanym przez Komisję Europejską. Określa ona krajowe priorytety, na które przeznaczane są zarówno środki unijne, jak i krajowe w latach 2007 – 2013, a także system wdrażania funduszy unijnych: Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Funduszu Spójności w ramach budżetu wspólnoty na lata 2007 – 2013. Narodowa Strategia Spójności stanowi podstawę przygotowania poszczególnych programów operacyjnych polityki spójności.

Celem strategicznym Narodowej Strategii Spójności jest „tworzenie warunków dla wzrostu konkurencyjności gospodarki opartej na wiedzy i przedsiębiorczości, zapewniającej wzrost zatrudnienia oraz wzrost spójności społecznej, gospodarczej i przestrzennej” Dla tak określonego celu strategicznego sformułowano następujące cele szczegółowe:

- poprawa jakości funkcjonowania instytucji publicznych oraz rozbudowa mechanizmów partnerstwa;
- poprawa jakości kapitału ludzkiego i zwiększenie spójności społecznej;
- budowa i modernizacja infrastruktury technicznej i społecznej, mającej podstawowe znaczenie dla wzrostu konkurencyjności Polski;
- podniesienie konkurencyjności i innowacyjności przedsiębiorstw, w tym szczególnie sektora wytwórczego o wysokiej wartości dodanej oraz rozwój sektora usług;
- wzrost konkurencyjności polskich regionów i przeciwdziałanie ich marginalizacji społecznej, gospodarczej i przestrzennej;
- wyrównywanie szans rozwojowych i wspomaganie zmian strukturalnych na obszarach wiejskich.

Działania podejmowane w ramach Narodowej Strategii Spójności w pełni odpowiadają nowym celom unijnej polityki spójności. Przyznana Polsce pula środków wspólnotowych, podobnie jak w innych krajach członkowskich, w przeważającej części będzie wspierała przedsięwzięcia w ramach celu 1. „Konwergencja” 66,5 mld euro, co stanowi 98,8% ogółu środków. Ze względu na objęcie całego obszaru kraju interwencją w ramach celu 1, cel 2 nie będzie w Polsce realizowany. Natomiast na działania podejmowane w ramach celu 3 „Europejska Współpraca Terytorialna” przeznaczono ok. 731 mln euro.

Tab.1.4 Podział środków przyznanych Polsce w perspektywie finansowej 2007 – 2013 na realizację celu 1. polityki regionalnej w rozbiciu na programy operacyjne (w mln. EUR w cenach bieżących).

Program Operacyjny	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2007-2013
16 Regionalnych Programów Operacyjnych	Cel Konwergencja							
	2 320,9	2 375,2	2 429,2	2 397,5	2 352,8	2 309,4	2 370,6	16 555,6
dolnośląskiego	170,1	174,0	178,0	175,7	172,4	169,2	173,7	1 213,1
kujawsko-pomorskiego	133,3	136,4	139,5	137,7	135,1	132,7	136,2	951,0
lubelskiego	162,0	165,8	169,6	167,4	164,3	161,2	165,5	1 155,9
lubuskiego	61,6	63,0	64,4	63,6	62,4	61,3	62,9	439,2
łódzkiego	141,1	144,4	147,7	145,7	143,0	140,4	144,1	1 006,4
małopolskiego	180,9	185,1	189,3	186,9	183,4	180,0	184,8	1 290,3
mazowieckiego	256,8	262,8	268,7	265,2	260,3	255,5	262,3	1 831,5
opolskiego	59,9	61,3	62,7	61,9	60,7	59,6	61,2	427,1
podkarpackiego	159,3	163,0	166,7	164,6	161,5	158,5	162,7	1 136,3
podlaskiego	89,2	91,3	93,4	92,1	90,4	88,7	91,1	636,2
pomorskiego	124,1	127,0	129,9	128,2	125,8	123,5	126,7	885,1
śląskiego	240,1	245,8	251,3	248,1	243,4	239,0	245,3	1 713,0
świętokrzyskiego	101,7	104,1	106,5	105,1	103,1	101,2	103,9	725,8
warmińsko-mazurskiego	145,3	148,7	152,1	150,1	147,3	144,6	148,4	1 036,5
wielkopolskiego	178,4	182,6	186,8	184,3	180,9	177,5	182,3	1 272,8
zachodniopomorskiego	117,1	119,9	122,6	121,0	118,7	116,5	119,6	835,4
PO Rozwój Polski Wschodniej	318,8	326,2	333,6	329,3	323,1	317,2	325,6	2 273,8
PO Infrastruktura i Środowisko	2 803,2	3 213,5	3 638,3	3 934,3	4 347,7	4 757,9	5 218,8	27 913,7
PO Innowacyjna Gospodarka	1 157,2	1 184,3	1 211,2	1 195,4	1 173,1	1 151,5	1 182,0	8 254,9
PO Pomoc Techniczna	72,4	74,1	75,8	74,8	73,4	72,1	74,0	516,7
PO Kapitał Ludzki	1 360,8	1 392,7	1 424,3	1 405,8	1 379,5	1 354,1	1 390,0	9 707,2
Rezerwa wykonania					266,3	532,5	532,5	1 331,3
Cel Konwergencja	8 033,4	8 566,0	9 112,5	9 337,1	9 915,9	10 494,7	11 093,4	66 553,2
PO Europejska Współpraca Terytorialna	Cel Europejska współpraca terytorialna							
	96,2	98,5	101,2	104,2	107,4	110,3	113,3	731,1
NSRO	8 129,6	8 664,5	9 213,7	9 441,4	10 023,4	10 605,0	11 206,7	67 284,2

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Narodowych Strategicznych Ram Odniesienia*, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2007 r.

Cele Narodowej Strategii Spójności będą realizowane za pomocą programów operacyjnych, współfinansowanych z następujących funduszy strukturalnych:

- Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko – EFRR¹³ i EFS¹⁴;
- Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka – EFRR;
- Program Operacyjny Kapitał Ludzki – EFS;
- 16 Regionalnych Programów Operacyjnych – EFRR;
- Program Operacyjny Rozwój Polski Wschodniej – EFRR;
- Program Operacyjny Pomoc Techniczna – EFRR;
- Programy Operacyjne Europejskiej Współpracy Terytorialnej – EFRR.

Wymienione programy operacyjne są zarządzane na poziomie państwa, a w przypadku RPO ich zarządzanie odbywa się na poziomie 16 województw. Przy czym zostały one tak skonstruowane, by wzajemnie uzupełniały podejmowane działania. Każdy z tych programów, ze względu na swoją specyfikę oraz charakter, będzie się przyczyniał do realizacji celów szczegółowych. Natomiast odbywać się to będzie w różnym stopniu i zakresie. Będą się one łącznie przyczyniać do realizacji celu strategicznego oraz celów szczegółowych.

Regionalne Programy Operacyjne, tworzone odrębnie dla każdego z województw, są współfinansowane z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Budżet wszystkich 16 RPO wyniesie ok. 16,5 mld euro (uwzględniając tylko środki z EFRR). W ramach RPO, unijne pieniądze są przeznaczane na wiele typów inwestycji z zakresu edukacji, ochrony zdrowia, infrastruktury drogowej i ochrony środowiska, społeczeństwa informacyjnego, kultury, turystyki, sportu oraz na inwestycje wspierające wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw.

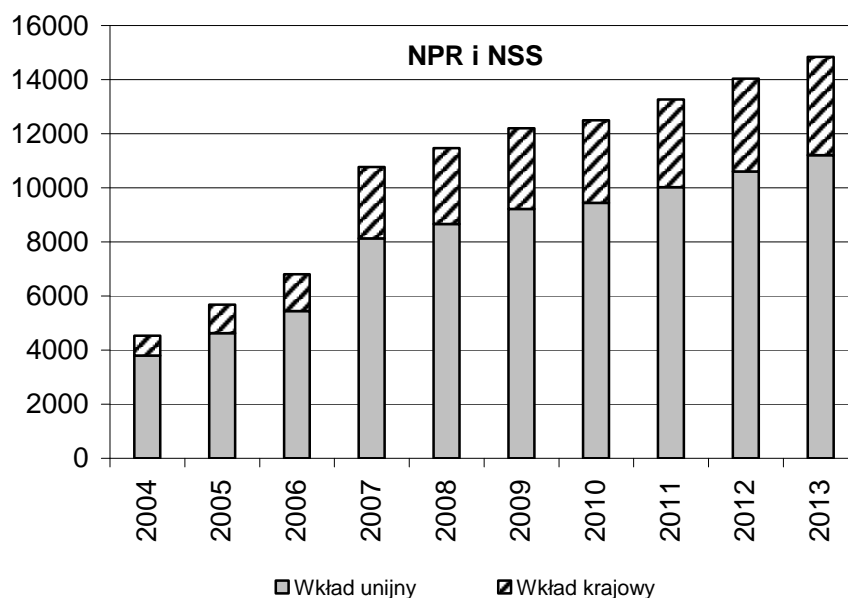
1.4. Regionalne rozkłady środków Unii Europejskiej

Akcesja Polski do struktur Unii Europejskiej przyniosła ze sobą szereg konsekwencji gospodarczych, wynikających z napływu funduszy unijnych w ramach polityki spójności. Sposób ich oddziaływania na gospodarki województw w Polsce jest zdeterminowany przede wszystkim przez: wielkość tych środków (w relacji do PKB) i ich rozkład w czasie oraz sposób wykorzystania tych środków.

¹³ Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego.

¹⁴ Europejski Fundusz Społeczny.

Rys. 1.3 Wielkość środków przeznaczonych na realizację celów polityki regionalnej UE w latach 2004 – 2013 w podziale na finansowanie wspólnotowe i współfinansowanie polskie wyrażone w mln euro.



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Ministerstwa Rozwoju Regionalnego.

Według prognoz Ministerstwa Rozwoju Regionalnego (MRR) największy strumień funduszy unijnych w ramach perspektywy 2007-2013 przypadać będzie na okres 2010-2013. W latach 2007-2008 wykorzystywane były jednocześnie środki z perspektyw 2004-2006 oraz 2007-2013. Wydatki z funduszy unijnych będą współfinansowane przez rząd Polski. Rozkład udziałów funduszy strukturalnych z wyodrębnieniem części współfinansowanej przez Polskę przedstawia wykres 1.3.

Po ogólnym przedstawieniu wielkości dochodów otrzymanych z budżetu UE w latach 2004 – 2006 i 2007 – 2013 przystąpimy teraz do analizy regionalnego podziału tych środków. Do oceny wpływu funduszy unijnych na gospodarki województw w Polsce wykorzystano dane pochodzące z MRR na okres 2004 – 2013, obejmujące więc dwie perspektywy finansowe (2004-2006 i 2007-2013). Dane MRR opisują spodziewaną wielkość wydatków w mln euro, w podziale na plan wydatkowania (NPR oraz NSRO) oraz źródło finansowania (Polska lub Unia Europejska).

1.4.1. Transfery z budżetu Unii Europejskiej i saldo rozliczeń

Przynależność do Unii Europejskiej ma dla Polski bardzo wymierne skutki finansowe. Z jednej strony stajemy się, w większym zakresie niż przed akcesją, adresatem unijnych funduszy. Z drugiej zaś strony Polska musi, tak jak wszystkie państwa członkowskie, zasilać budżet Wspólnoty. Początkowo, działalność wspólnot europejskich finansowana była niemal wyłącznie ze składek członkowskich, z czasem sytuacja ta uległa zmianie. Bezpośrednie wpłaty państw nadal stanowią ważną część budżetu, ale oprócz niego Unia posiada tzw. zasoby własne. Państwa członkowskie wnoszą następujące wpłaty:

1. opłaty rolne i cukrowe (75 % od wartości opłat rolnych i cukrowych pobranych przez państwa członkowskie);
2. cła (75 % pobranych przez państwa członkowskie opłat celnych);
3. wpłaty oparte na przychodach z tytułu VAT.
4. bezpośrednie wpłaty członkowskie liczone jako część Dochodu Narodowego Brutto (DNB). Wysokość wpłat z tytułu DNB jest obliczana dla każdego roku oddzielnie. Najpierw ustalona zostaje jednakowa stawka dla wszystkich krajów członkowskich, która stanowi określony procent DNB. Jej wysokość uzależniona jest od wielkości dochodów, jakie mogą być uzyskane z pozostałych źródeł, czyli kwota wydatków, która nie zostanie pokryta przez dochody z tradycyjnych zasobów własnych, środków z podatku VAT i pozostałych dochodów własnych, a jest pokrywana z wpłat państw członkowskich.

Tab. 1.5 Składki członkowskie Polski z tytułu wpłat do budżetu UE w latach 2004-2008 w mln zł¹⁵.

Rok	2004	2005	2006	2007	2008
Składka członkowska	4 616	8 328	8 934	9 728	11 907

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Ministerstwa Finansów.

W tabeli 1.6 podano hipotetyczne wartości środków wpłacanych przez poszczególne województwa do budżetu UE. W celu ich ustalenia przyjęto założenie, że udział województw

¹⁵ W odniesieniu do danych wyrażanych w euro przyjęto jednolity kurs wymiany: kurs 1 EURO = 3,5 złotego.

w składce, jaką Polska przekazuje do budżetu UE, odpowiada udziałowi PKB danego województwa w PKB Polski.

Tab. 1.6 Hipotetyczny podział środków wpłacanych przez Polskę do budżetu UE i przez poszczególne województwa w latach 2004-2008 w mln złotych oraz w %.

Lata	POL	DOL	KUJ	LUL	LUS	LOD	MAL	MAZ	OPL
2004	4616,4	357,9	224,3	184,1	109,5	289,5	337,5	950,9	109,8
	100%	7,8%	4,9%	4,0%	2,4%	6,3%	7,3%	20,6%	2,4%
2005	8327,8	654,6	395,3	326,6	199,5	519,9	610,4	1788,4	190,6
	100%	7,9%	4,7%	3,9%	2,4%	6,2%	7,3%	21,5%	2,3%
2006	8933,6	722,4	423,2	343,9	210,2	552,0	664,7	1934,4	196,2
	100%	8,1%	4,7%	3,8%	2,4%	6,2%	7,4%	21,7%	2,2%
2007	9727,5	798,6	457,7	374,4	228,0	599,3	717,0	2119,1	219,5
	100%	8,2%	4,7%	3,8%	2,3%	6,2%	7,4%	21,8%	2,3%
2008	11907,4	946,8	564,6	456,9	278,0	735,3	877,6	2604,7	261,1
	100%	8,0%	4,7%	3,8%	2,3%	6,2%	7,4%	21,9%	2,2%
Lata	POL	PKR	PDL	POM	SLA	SWI	WRM	WIE	ZAC
2004	4616,4	177,7	109,0	259,7	642,5	121,0	113,5	438,6	191,0
	100%	3,8%	2,4%	5,6%	13,9%	2,6%	2,5%	9,5%	4,1%
2005	8327,8	317,5	194,9	473,0	1109,7	210,9	202,0	789,6	344,8
	100%	3,8%	2,3%	5,7%	13,3%	2,5%	2,4%	9,5%	4,1%
2006	8933,6	336,3	205,6	508,4	1160,7	227,9	252,6	833,7	361,3
	100%	3,8%	2,3%	5,7%	13,0%	2,6%	2,8%	9,3%	4,0%
2007	9727,5	361,1	225,7	555,4	1260,2	250,3	270,6	903,2	387,5
	100%	3,7%	2,3%	5,7%	13,0%	2,6%	2,8%	9,3%	4,0%
2008	11907,4	446,3	276,1	681,0	1552,1	304,3	312,5	1126,2	484,0
	100%	3,7%	2,3%	5,7%	13,0%	2,6%	2,6%	9,5%	4,1%

Źródło: obliczenia własne.

Skutki finansowe członkostwa w UE są często oceniane przez pryzmat wyniku netto w rozliczeniach z budżetem unijnym. Przepływy finansowe między UE a państwami członkowskimi mierzone są na podstawie porównania wpłat danego państwa do unijnego budżetu z transferami tego budżetu na rzecz danego kraju. Wyznaczone w ten sposób saldo, nie oddaje w pełni korzyści i kosztów wynikających z członkostwa. Jest jednak miarą finansowych skutków przynależności do struktur UE.

Tab. 1.7 Saldo środków UE dla Polski i poszczególnych województw w latach 2004-2008 w mln zł i w %.

Województwo	2004	2005	2006	2007	2008
DOL	877,6	850,3	1048	1025,3	997,1
	10,1%	10,8%	10,3%	5,5%	5,4%
KUJ	439,2	412,8	527,5	1090,2	1085,2
	5,1%	5,2%	5,2%	5,8%	5,9%
LUL	412,9	400,6	511,6	1358,4	1390
	4,8%	5,1%	5,1%	7,3%	7,5%
LUS	301,3	300,7	378,3	477,7	474,1
	3,5%	3,8%	3,7%	2,6%	2,6%
LOD	546,9	498,9	646,6	914,4	878
	6,3%	6,3%	6,4%	4,9%	4,8%
MAL	432,4	327,4	438,5	1297,5	1269,5
	5,0%	4,2%	4,3%	6,9%	6,9%
MAZ	1149,2	769,7	1075,1	2738	2571,9
	13,2%	9,8%	10,6%	14,6%	14,0%
OPL	221,1	212,5	277,9	341	336,3
	2,5%	2,7%	2,7%	1,8%	1,8%
PKR	379,4	361	461,9	1588	1631,1
	4,4%	4,6%	4,6%	8,5%	8,9%
PDL	261,8	256,8	325,8	1026,3	1058,3
	3,0%	3,3%	3,2%	5,5%	5,7%
POM	603,2	578,2	728,3	1066,4	1047,6
	6,9%	7,3%	7,2%	5,7%	5,7%
SLA	1071,9	978,5	1296	1351,8	1231,8
	12,3%	12,4%	12,8%	7,2%	6,7%
SWI	263,1	256,9	322,5	1138,2	1175,6
	3,0%	3,3%	3,2%	6,1%	6,4%
WRM	390,3	411,7	469,4	1345,5	1410
	4,5%	5,2%	4,6%	7,2%	7,7%
WIE	663,8	553,3	746,1	957,7	857,1
	7,6%	7,0%	7,4%	5,1%	4,7%
ZAC	672	706,4	875,4	1009,5	1004,9
	7,7%	9,0%	8,6%	5,4%	5,5%
POL	8686,1	7875,7	10128,9	18725,9	18418,5
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Źródło: obliczenia własne.

W tabeli 1.7 zestawiono wartości salda środków UE dla Polski i dla wszystkich województw w latach 2004-2008. W niniejszej pracy przyjęliśmy podział środków unijnych pomiędzy poszczególne województwa przedstawiony przez Ministerstwo Rozwoju Regionalnego¹⁶. Zauważmy, że w analizowanych latach Polska była beneficjentem netto budżetu UE. Przyjęty sposób ustalania udziału poszczególnych województw w środkach przekazywanych do budżetu Unii Europejskiej i otrzymywanych z niej na realizację polityki spójności i konwergencji prowadzi do tego, że wszystkie województwa odnotowały przyrost dodatniego salda środków UE. Przy czym, w perspektywie finansowej na lata 2007 – 2013, województwa biedniejsze korzystają z tej formy finansowania wzrostu gospodarczego w stopniu wyższym, niż województwa bogatsze.

Środki finansowe pochodzące z funduszy unijnych, w ramach realizowanych programów regionalnych, jak i krajowych zostaną, ostatecznie zainwestowane w poszczególnych województwach. Dlatego w tabeli 1.7 przedstawiono salda transferów do poszczególnych województw, obejmujące wszystkie programy operacyjne realizowane w ramach NPR na lata 2004 – 2006 i NSS na lata 2007 – 2013. Do symulacji wpływu środków z funduszy unijnych na gospodarki regionalne województw w Polsce wykorzystano podział środków unijnych na poszczególne województwa opracowany przez Ministerstwo Rozwoju Regionalnego. Dane opisują salda środków dla poszczególnych województw obliczone na podstawie szacunkowych wielkości wydatków środków unijnych w podziale na województwa i hipotetyczne wartości środków wpłacanych przez poszczególne województwa do budżetu UE. W celu ich ustalenia przyjęto założenie, że udział województw w składce jaką Polska przekazuje do budżetu UE odpowiada udziałowi PKB danego województwa w PKB Polski.

W tabeli 1.8 podano udziały sald środków UE w PKB Polski i poszczególnych województw w latach 2004-2008. Zestawienie tych danych pozwala ocenić wagę tych środków na tle potencjału wzrostu gospodarczego naszego kraju i analizowanych województw.

Na podstawie tabeli 1.8 należy zauważyć zmianę regionalnego rozkładu środków unijnych wydatkowanych w ramach NPR i NSS. W perspektywie finansowej na lata 2007 – 2013 znacznie większa część środków została przeznaczona dla województw: lubelskiego, podkarpackiego, podlaskiego, świętokrzyskiego i warmińsko-mazurskiego.

¹⁶ Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Departament Koordynacji Programów Regionalnych, „*Bilans Otwarcia Programów Operacyjnych Realizowanych w latach 2007 – 2013 r.*”, Przegląd Regionalny nr 1, Warszawa 2008 r. oraz „*Doświadczenia i szanse regionów*”, Przegląd Regionalny nr 2, Warszawa 2008 r.

Tab. 1.8 Relacje między saldem środków UE i PKB oddzielnie dla każdego województwa w latach 2004-2008, wyrażone w procentach.

Województwo	2004	2005	2006	2007	2008
DOL	1,23	1,11	1,22	1,06	1,04
KUJ	0,98	0,89	1,05	1,97	1,91
LUL	1,13	1,04	1,25	3,00	3,02
LUS	1,38	1,28	1,52	1,73	1,69
LOD	0,95	0,82	0,99	1,26	1,18
MAL	0,64	0,46	0,56	1,50	1,44
MAZ	0,61	0,37	0,47	1,07	0,98
OPL	1,01	0,95	1,19	1,28	1,28
PKR	1,07	0,97	1,16	3,64	3,63
PDL	1,20	1,12	1,34	3,76	3,80
POM	1,16	1,04	1,21	1,59	1,53
SLA	0,84	0,75	0,94	0,89	0,79
SWI	1,09	1,04	1,19	3,76	3,83
WRM	1,73	1,73	1,57	4,11	4,48
WIE	0,76	0,60	0,75	0,88	0,75
ZAC	1,76	1,74	2,04	2,15	2,06

Źródło: opracowanie własne.

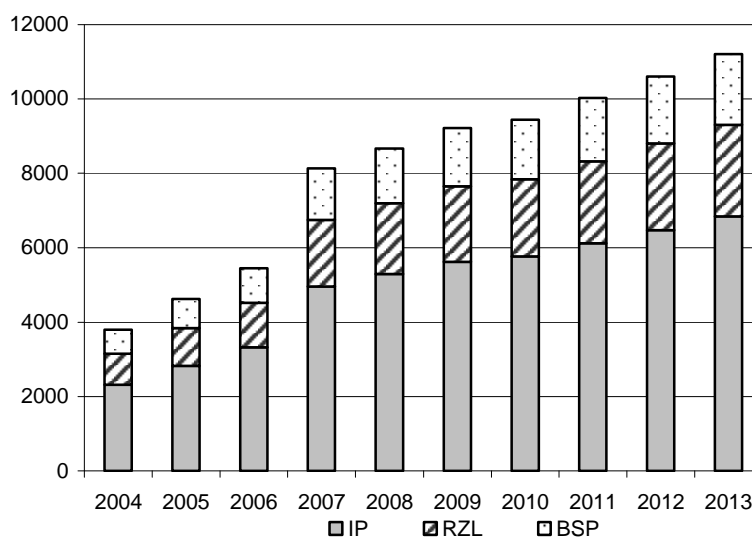
Podsumowując, z powyższych danych wynika wniosek, że jakkolwiek trudno niedoceniać znaczenia środków unijnych dla wzrostu gospodarczego Polski i poszczególnych jej województw, w szczególności dla województw najbiedniejszych, to jednak zasadnicze znaczenie ma potencjał wzrostu istniejący w gospodarce naszego kraju i w poszczególnych jej województwach.

1.4.2. Podział funduszy unijnych według głównych obszarów interwencji

Siła oddziaływania środków unijnych na gospodarkę zależy od sposobu ich wykorzystywania. Według szacunkowych danych Ministerstwa Rozwoju Regionalnego większość, tzn. ok. 61 % środków przeznaczonych na realizację NPR i NSRO będzie wydatkowana na infrastrukturę, ok. 22% na poprawę jakości kapitału ludzkiego, a pozostała część ok. 17% na bezpośrednie wsparcie dla sektora produkcyjnego. Rozkład wydatków w podziale na trzy kategorie ekonomiczne - bezpośrednie wsparcie dla sektora produkcyjnego,

poprawę jakości zasobów ludzkich oraz infrastrukturę podstawową w kolejnych latach przedstawia wykres 1.4.

Rys. 1.4 Fundusze unijne w podziale na główne obszary interwencji¹⁷ w mln euro.



Źródło: opracowanie własne na podstawie szacunkowych danych MRR.

W niniejszej pracy założono, że fundusze unijne mają wpływ na procesy wzrostu gospodarczego w województwach w Polsce poprzez:

- bezpośrednie wsparcie sektora produkcyjnego, które ma na celu promowanie działalności inwestycyjnej i innowacyjnej sektora prywatnego. Obejmuje ono pomoc materialną i niematerialną, udzielaną przy zakładaniu przedsiębiorstw, tworzeniu otoczenia biznesu oraz działania na rzecz dyfuzji najnowszych technologii. Z ekonomicznego punktu widzenia wsparcie dla przedsiębiorstw zachęca przedsiębiorców do inwestowania i akumulacji kapitału prywatnego. Pośrednio indykuje to wzrost popytu na pracę i zatrudnienia, produktu i wynagrodzeń oraz spadek bezrobocia;
- inwestycje w szeroko rozumianą infrastrukturę publiczną m.in.: komunikacyjną, a także komunalną, środowiskową, kulturalną itp. Wzrost inwestycji w infrastrukturę zwiększa stopniowo zasób kapitału publicznego wykorzystywanego w produkcji przez sektor prywatny, a w konsekwencji zwiększa jego produktywność. Zachęca to firmy do zwiększania inwestycji prywatnych, co z kolei prowadzi do wzrostu produkcji i popytu na pracę, a w konsekwencji

¹⁷ IP - infrastruktura podstawowa, RZL - rozwój zasobów ludzkich, BSP - bezpośrednie wsparcie sektora produkcyjnego.

powoduje spadek bezrobocia i wzrost zatrudnienia. Inwestycje w infrastrukturę publiczną prowadzą do stopniowej akumulacji publicznego kapitału rzeczowego;

- wydatki na poprawę jakości zasobów ludzkich, które obejmują wydatki na edukację osób aktywnych i biernych zawodowo oraz wydatki na badania naukowe. Oddziałują one na produkcję i zatrudnienie poprzez poprawę jakości kapitału ludzkiego. Należy zauważyć, że w odróżnieniu od kapitału rzeczowego, kapitał ludzki akumuluje się stopniowo. Wyraźne zmiany w jego zasobie zachodzą w dłuższym okresie. Jest on pozyskiwany zarówno w procesie edukacji, jak i przez praktykę w trakcie pracy zawodowej. Wskutek czego, całkowity zasób kapitału ludzkiego w gospodarce zależy jedynie w części od publicznych i niepublicznych wydatków na jego akumulację, pozostając w znacznym stopniu pod wpływem procesów zachodzących w samych gospodarstwach domowych i w przedsiębiorstwach. Ma to znaczenie dla oceny oddziaływania środków wydatkowanych na poprawę jakości zasobu kapitału ludzkiego, szczególnie w ramach interesujących nas perspektyw finansowych. Powoduje to, że wpływ środków unijnych wydatkowanych w ramach NPR i NSS na poprawę jakości kapitału ludzkiego na gospodarki regionalne będzie rozłożony w czasie.

1.5. Podsumowanie

Rozdział pierwszy poświęcono głównie przesłankom rozwoju regionalnego w warunkach integracji gospodarczej Polski z Unią Europejską. Stanowią one tło dla rozważań prowadzonych w dalszej części pracy, w której podjęto próbę oceny procesów wzrostu gospodarczego i konwergencji w polskich województwach oraz wpływu, jaki na ich przebieg miało wykorzystywanie przez Polskę środków unijnych w ramach realizacji Narodowego Planu Rozwoju 2004 – 2006 oraz Narodowych Strategicznych Ram Odniesienia 2007 – 2013. Celem tak sformułowanej problematyki integracji gospodarczej i społecznej jest uwzględnienie w dalszych celach badawczych zarówno efektów procesów integracji europejskiej, jak i skuteczności polityki spójności prowadzonej przez Unię Europejską w Polsce, dla łagodzenia nierówności regionalnych. Przedstawiona w tym rozdziale charakterystyka celów i instrumentów polityki regionalnej Unii Europejskiej jest fundamentalną wiedzą, niezbędną dla prowadzenia dalszych rozważań podjętych w pracy. Dzięki niej możemy lepiej zrozumieć, w jaki sposób polityka regionalna UE może sprostać wyzwaniom integracyjnym.

W ramach perspektywy 2004-2006 Polska otrzymała łącznie ponad 12,8 mld euro z budżetu Wspólnoty, co stanowiło bardzo ważny bodziec dla rozwoju gospodarczego i

społecznego kraju oraz wsparcie w procesie niwelowania zapóźnień rozwojowych wobec innych członków UE¹⁸. W okresie programowania 2007-2013 realizowanych jest 16 Regionalnych Programów Operacyjnych (RPO), za których przygotowanie i zarządzanie odpowiedzialne są samorzady województw. W ramach RPO realizowane jest nowe podejście do polityki regionalnej, którego zasadniczą przesłanką jest decentralizacja programowania rozwoju regionów, wynikająca z dążenia do zwiększenia stopnia efektywności prowadzonych działań rozwojowych oraz wzmocnienia zaangażowania społeczności lokalnych. W tym okresie Polska jest i pozostanie największym beneficjentem unijnej polityki spójności mając do dyspozycji blisko 20% środków przeznaczonych na realizację jej celów w państwach członkowskich UE. Taka skala środków to ogromna szansa na nadrobienie dystansu cywilizacyjnego poprzez: poprawę infrastruktury i środowiska, inwestycje w kapitał rzeczowy i ludzki. Wszystko to powinno stanowić bardzo silny impuls rozwojowy dla polskich regionów.

Przedstawione regionalne rozkłady środków unijnych są jedynie szacunkową informacją o terytorialnej alokacji środków unijnych. Stanowi ona projekcję stanu, którego możemy oczekiwać po zamknięciu okresu programowania na lata 2007-2013. Trzeba jednak pamiętać, że będą zachodziły zmiany i należy je na bieżąco uwzględniać. Można się przede wszystkim spodziewać, że województwa wykażą się zróżnicowaną aktywnością w pozyskiwaniu środków na realizację swoich przedsięwzięć.

Przedstawione w tym rozdziale dane statystyczne posłużą nam w rozdziale 7 niniejszej pracy do przeprowadzenia oceny skuteczności oddziaływania funduszy unijnych na procesy konwergencji gospodarczej regionów w Polsce. Sposób oddziaływania środków z funduszy unijnych na regionalne gospodarki opisany zostanie jako prawdopodobny ich wpływ na procesy akumulacji kapitału rzeczowego w regionalnych gospodarkach.

¹⁸ Analiza porównawcza gospodarki Polski z gospodarkami innych krajów członkowskich UE nie będzie przedmiotem niniejszej pracy.

Rozdział 2

Regionalne dysproporcje rozwojowe w Polsce w latach 1998 – 2008

Wprowadzenie

Unia Europejska, która zajmuje powierzchnię ok. 4 mln km² i swoim zasięgiem obejmuje 27 krajów, cechuje się nierównomiernym rozwojem społeczno – gospodarczym. Najważniejszymi przejawami nierówności jest zarówno zróżnicowanie poziomów rozwoju pomiędzy krajami członkowskimi, jak i wewnątrz poszczególnych krajów członkowskich. Skutki tych nierówności są ważne z punktu widzenia polityki gospodarczej realizowanej w Unii Europejskiej, ponieważ zakłócają harmonijne funkcjonowanie jednolitego rynku i mogą stanowić źródła napięć pomiędzy krajami członkowskimi¹⁹.

Regionalne dysproporcje rozwojowe mają najczęściej charakter strukturalny. Wynikają one m. in. z dominacji rolnictwa w strukturze gospodarki, ze słabo rozwiniętej infrastruktury, z niskich kwalifikacji zawodowych ludności, peryferyjnego położenia niektórych regionów, a także z warunków klimatycznych. Ważną przyczyną dysproporcji rozwojowych poszczególnych regionów jest efektywność technologii stosowanych w gospodarkach tych regionów, postęp technologiczny, jakość oraz zasoby kapitału rzeczowego i ludzkiego. Nie bez znaczenia dla problemów strukturalnych wcześniej zamożnych regionów staje się niekiedy degradacja, będąca następstwem upadku schyłkowych gałęzi gospodarki np. przemysłu stocznioowego, włókienniczego, hutnictwa lub górnictwa węglowego. Na zmniejszenie różnic w poziomie oraz w potencjale rozwoju poszczególnych regionów ukierunkowana jest polityka gospodarcza władz publicznych wszystkich szczebli, a przede wszystkim polityka regionalna Unii Europejskiej. Największymi beneficjentami tej polityki są przede wszystkim słabo rozwinięte regiony państw członkowskich. Źródłami finansowania i jednocześnie głównymi instrumentami ograniczania dysproporcji rozwojowych są wyodrębnione z budżetu unijnego fundusze strukturalne i Fundusz Spójności.

¹⁹ W Unii Europejskiej i w Unii Gospodarczej i Walutowej polityka gospodarcza ma charakter zdecentralizowany i pozostaje w gestii państw członkowskich. Jakkolwiek podejmowane są liczne przedsięwzięcia mające na cel jej koordynację poprzez określenie głównych jej kierunków, to jednak ich efekty oceniane są jako niedostateczne, szczególnie wobec kryzysów finansowych lub gospodarczych. Zob. Bourrinet J., Vigneron P. (2010).

Porównując wskaźniki rozwoju gospodarczego w układzie regionalnym²⁰ w Polsce należy nadmienić, że poszczególne regiony znacznie różnią się między sobą. Jednym ze sposobów analizy szans rozwojowych regionów jest ocena ich konkurencyjności. Rzetelne rozpoznanie zjawisk, które decydują o stopniu konkurencyjności regionów jest podstawowym warunkiem formułowania realnych celów polityki regionalnej. Badania takie są przedmiotem wielu prac i analiz dokonywanych przez organy administracji państwowej, samorządowej oraz liczne ośrodki i instytuty naukowe. Konkurencyjność regionów, a w efekcie ich potencjał rozwojowy są zdeterminowane przez wiele czynników. Wyodrębnienie i zbadanie całego ich wachlarza jest fundamentem sprawnej polityki gospodarczej, wspierającej procesy wzrostu gospodarczego i zwiększania dobrobytu społeczeństwa, a ogólniej rozwoju społeczno – gospodarczego.

Celem niniejszego rozdziału jest przedstawienie kierunków zmian w zakresie dysproporcji gospodarczych i społecznych występujących w Polsce na szczeblu regionalnym oraz ocena ich wpływu na spójność gospodarczą i społeczną pomiędzy regionami w Polsce. Główny nacisk położono na zakres zmian, jakie dokonały się wraz z przystąpieniem Polski do struktur Unii Europejskiej w zakresie nierówności regionalnych wyrażonych w poziomie PKB na mieszkańca, tendencjach rozwoju demograficznego i aktywności zawodowej. Dobór danych statystycznych został podporządkowany specyfice modeli ekonomicznych, które będą stosowane w kolejnych rozdziałach pracy do oceny istniejących i przewidywanych nierówności regionalnych w Polsce. W kolejnych rozdziałach podejmiemy także próbę oceny skuteczności polityki spójności Unii Europejskiej, która za pośrednictwem funduszy strukturalnych i Funduszu Spójności jest obecnie realizowana w Polsce w celu łagodzenia nierówności regionalnych w Polsce. Warto w tym miejscu zauważyć, że Unia Europejska realizuje strategię rozwoju między innymi, poprzez stymulowanie i umacnianie lokalnego potencjału, poprzez inwestycje w zwiększanie i poprawę jakości kapitału ludzkiego, w szeroko rozumianą infrastrukturę związaną z ochroną środowiska, w transport, telekomunikację, energetykę oraz w lokalną przedsiębiorczość i innowacyjność.

2.1. Rozwój regionów w procesie integracji gospodarczej Polski z Unią Europejską

Rolą polityki regionalnej, jako części składowej polityki gospodarczej prowadzonej przez władze publiczne, jest stymulowanie rozwoju gospodarczego i społecznego w regionach. Z perspektywy polityki regionalnej Unii Europejskiej oraz z pozycji państwa

²⁰ W całej pracy region utożsamiany jest z województwem.

chodzi o ograniczanie międzyregionalnych dysproporcji rozwojowych, a także - a może przede wszystkim - oddziaływanie na poprawę zdolności konkurencyjnych i zwiększanie potencjału słabszych gospodarek regionalnych. Polityka regionalna Unii Europejskiej, głównie za sprawą interwencji z funduszy strukturalnych, bywa także nazywana polityką strukturalną. Polityka strukturalna wydaje się być szerszym pojęciem, gdyż jej celem jest tworzenie warunków dla szeroko rozumianych przemian i modernizacji struktury gospodarczej, pozwalających na osiągnięcie, utrzymanie lub zwiększanie konkurencyjności poszczególnych regionów. W warunkach integracji europejskiej, unijna polityka regionalna jest ściśle powiązana z celami polityki strukturalnej. Dlatego pojęcia te są często używane zamiennie.

Strukturalny charakter polityki regionalnej jest następstwem stymulowania pro wzrostowych przemian, polegających na modernizacji struktur gospodarczych słabo rozwiniętych regionów. Z kolei spójnościowy charakter tej polityki polega na oddziaływaniu na zmniejszanie skali różnic między poziomami i potencjałami rozwoju poszczególnych regionów. Celem tak zdefiniowanej polityki jest osiągnięcie większej społecznej i gospodarczej kohezji pomiędzy regionami w danym państwie i w całej Unii Europejskiej. Pojęcie spójności gospodarczej odnosi się zasadniczo do stopnia zróżnicowania poziomu PKB na mieszkańca. Spójność społeczna oceniana jest m.in. za pomocą skali różnic poziomu stopy bezrobocia. Natomiast spójność przestrzenną określa się przy pomocy dostępu do obszarów peryferyjnych. Spójność regionu jest zatem ujmowana w trzech wzajemnie uzupełniających wymiarach – ekonomicznym, społecznym i przestrzennym. W debacie publicznej oraz w literaturze naukowej pojęcie spójności wykorzystywane jest często w dwóch różnych kontekstach: tradycyjnym – utożsamiającym spójność z procesem konwergencji, a więc zmniejszania różnic w poziomie rozwoju gospodarczego lub bardziej nowoczesnym – utożsamiającym spójność z funkcjonalnym i harmonijnym rozwojem regionów lub poszczególnych ich części. Beneficjentami polityki regionalnej są przede wszystkim opóźnione gospodarczo regiony państw Unii Europejskiej, zaś środki na realizację jej celów pochodzą z wyodrębnionych w ramach unijnego budżetu funduszy strukturalnych.

Polityka regionalna Unii Europejskiej ma wielkie znaczenie dla przyszłego rozwoju regionów i konwergencji Polski z Unią Europejską. Jednak właściwa polityka wewnętrzna – na szczeblu krajowym i regionalnym wydaje się być najważniejszą determinantą szybkiego rozwoju. Dlatego też środki strukturalne Unii Europejskiej powinny być traktowane jako niezwykle ważny dodatkowy impuls dla wzrostu i rozwoju gospodarczego.

2.2. Rozwój a konkurencyjność

Rozwój regionalny należy rozumieć jako proces społeczno – gospodarczy, polegający na transformacji czynników i zasobów regionalnych w dobra i usługi, służący poprawie różnych aspektów poziomu i jakości życia społeczeństwa. Główną składową rozwoju gospodarczego, a zarazem jego warunkiem jest wzrost gospodarczy. Pod tym pojęciem będziemy rozumieć proces tworzenia i powiększania rzeczywistych rozmiarów społecznego produktu wskutek ilościowego zwiększenia wykorzystywanych czynników produkcji oraz poprawy ich produktywności. Procesowi temu towarzyszą zmiany struktury PKB i całej gospodarki. Wzrost gospodarczy wraz towarzyszącymi mu zmianami w strukturze gospodarczej określamy łącznie mianem rozwoju społeczno – gospodarczego²¹.

Powyższe rozważania prowadzą do wyróżnienia dwóch pojęć: wzrostu i rozwoju gospodarczego, które mogą dotyczyć gospodarki kraju, lub regionu. Definiując rozwój gospodarczy podkreśla się, że jest on pojęciem szerszym od wzrostu gospodarczego i oznacza poprawę różnych aspektów życia społeczeństwa, z których pewne mają charakter niemierzalny²². Wzrost gospodarczy, należy postrzegać, jako kategorię ekonomiczną opisywaną za pomocą zmiennej ilościowej. Natomiast rozwój gospodarczy opisywany jest zarówno przy pomocy zmiennych ilościowych, jak i jakościowych. Uwzględniając wzajemne powiązania pomiędzy wzrostem a rozwojem należy przyjąć, że wzrost gospodarczy jest podstawowym warunkiem wystąpienia rozwoju gospodarczego, którego efekty determinują poziom i warunki życia mieszkańców danego kraju lub regionu.

Z pojęciem wzrostu i rozwoju gospodarczego wiąże się pojęcie konkurencyjności – rozumianej najczęściej jako zdolność do konkurowania, a więc osiągania i utrzymywania przewag konkurencyjnych oraz długookresowego, efektywnego wzrostu gospodarczego, a w konsekwencji zdolność do rozwoju społeczno – gospodarczego. Dawniej pojęcie konkurencyjności odnosiło się na ogół do podmiotów gospodarczych. Współcześnie konkurencyjność rozumiana jest także jako cecha układów terytorialnych w tym państwach, regionów i gospodarek ugrupowań integracyjnych.

Według Komisji Europejskiej konkurencyjność regionu oznacza zdolność do całościowego i efektywnego wykorzystania posiadanych zasobów pracy, kapitału (przede wszystkim rzeczowego i ludzkiego) oraz technologii, tworzących endogeniczny potencjał rozwojowy. Zgodnie z definicją OECD, konkurencyjność oznacza zdolność przedsiębiorstw,

²¹ Winiarski B. (2002).

²² Czerny M. (2005).

sektorów, regionów, krajów a także zintegrowanych obszarów ponadnarodowych do wytwarzania względnie wysokich przychodów z czynników produkcji (pracy, kapitału i technologii), a także relatywnie wysokiego poziomu zatrudnienia w warunkach trwałej konkurencji międzynarodowej²³.

Dla potrzeb niniejszej pracy szczególnie istotna jest konkurencyjność terytorialna, którą można zdefiniować jako długookresową zdolność regionu do kreowania efektywnych struktur gospodarczych, a więc takich, które przynoszą coraz większą wartość dodaną i stwarzają możliwości coraz skuteczniejszego wykorzystania szans rozwojowych regionu. Zauważmy jednak, że ową konkurencyjność regionalną można różnie interpretować: jako postulat dawania pierwszeństwa regionom, które już osiągnęły wysoki poziom konkurencyjności, rezygnując *de facto* z wprowadzania korekt do istniejącego układu regionalnego, pogodzenie się z występowaniem dysproporcji, a w konsekwencji może nawet pogłębianiem się nierówności, prowadzących do trwałej marginalizacji w procesach rozwoju części terytorium państwa wraz z jego ludnością, dla której jedyną alternatywą może być emigracja na inne, lepiej rozwinięte obszary. Zgodnie z drugą interpretacją nie powinno się pozostawiać poza procesami wzrostu regionów słabiej rozwiniętych gospodarczo. Taka interpretacja może być pojmowana jako przejaw idei solidarności. Co jest zgodne z założeniami polityki spójności Unii Europejskiej, której działaniem objęte zostało całe terytorium Polski.

Rozwój kraju lub regionu oznacza zatem poprawę sytuacji gospodarczej i związany z tym postęp społeczny na terytorium danego kraju lub regionu. Aby gospodarka mogła się rozwijać, powinien maleć w niej udział mało wydajnych, nieprzynoszących odpowiednio wysokich dochodów rodzajów działalności i zwiększać się udział wysoko specjalistycznych usług i nowoczesnych branż przemysłowych²⁴. Tylko wówczas gospodarka będzie konkurencyjna. Wynikiem rozwoju gospodarczego jest rozwój społeczny. Termin ten, pomimo już dość bogatej literatury światowej, nie ma jednoznacznej i powszechnie akceptowanej definicji. Najczęściej rozumie się pod tym pojęciem powszechny dostęp do oświaty, opieki zdrowotnej, rekreacji, zdobyczy kultury i ogólnie wzrost poziomu i jakości życia społeczeństwa.

Fundamentalnym wyzwaniem polityki regionalnej w Polsce na początku XXI wieku jest efektywne wykorzystanie potencjału rozwojowego regionów w celu zapewnienia

²³ The World Competitiveness Report 1994, UN Publications, New York 1994, s. 18 oraz The World Competitiveness Report 1995, UN Publications, New York 1995, s. 19.

²⁴ Ibidem, s. 33.

trwałego i zrównoważonego rozwoju, zwiększania konkurencyjności gospodarek regionalnych i spójności społeczno – gospodarczej, ale także sprostanie wyzwaniom globalnym, takim jak starzenie się społeczeństwa, integracja europejska, czy wreszcie kryzys finansowy i gospodarczy, z jakim zmagają się obecnie cała gospodarka światowa. Realizacja tych celów wymaga tworzenia warunków dla właściwego wykorzystania zasobów własnych regionów, nazywanych czynnikami endogenicznymi i wykorzystania zasobów zewnętrznych, w tym funduszy strukturalnych Unii Europejskiej oraz ich ukierunkowanie na realizację działań o największym potencjale wzrostu gospodarczego.

W kontekście powyższych rozważań nasuwają się wnioski sugerujące, że długookresową zdolność regionu do rozwoju determinują przede wszystkim:

- zróżnicowanie i elastyczność regionalnej struktury gospodarczej, która zależy m.in. od specjalizacji sektorowej, udziału w wymianie międzynarodowej, wydajności pracy, stopy zatrudnienia oraz struktury wiekowej populacji;
- akumulacja kapitału rzeczowego i ludzkiego;
- generowanie i dyfuzja postępu technicznego.

Współcześnie zdolność konkurencyjną przedsiębiorstw, regionów lub krajów coraz mocniej kreują czynniki niematerialne, do których należą przede wszystkim wiedza i umiejętności, *know how*, struktury organizacyjne, a także kapitał społeczny.

2.3. Współczesne determinanty rozwoju regionalnego

Wybór czynników determinujących rozwój regionalny i metody ich klasyfikacji różnią się w zależności od przyjętej koncepcji teoretycznej rozwoju regionalnego i wzrostu gospodarczego. Przedmiotem naszego szczególnego zainteresowania w tej pracy będzie wzrost gospodarczy jako mierzalna kategoria ekonomiczna i zarazem jedna z ważniejszych determinant rozwoju gospodarczego. W klasycznym ujęciu do czynników wzrostu zalicza się: pracę, ziemię oraz kapitał. Jednak w miarę rozwoju technologicznego gospodarek rynkowych i struktur demokratycznych, w poszczególnych krajach i w skali światowej, zaczęto dostrzegać nowe źródła wzrostu gospodarczego i rozwoju. W świetle neoklasycznych modeli wzrostu, rozmiary produkcji regionu i możliwości jego rozwoju zależą od dostępności i zasobów czynników produkcji, przede wszystkim kapitału rzeczowego i pracy oraz postępu technologicznego. Technologia jako czynnik wzrostu i rozwoju gospodarczego umożliwia wytwarzanie określonych rozmiarów produkcji przy użyciu danych nakładów czynników produkcji. W miarę rozwoju gospodarczego postęp technologiczny staje się coraz

ważniejszym czynnikiem wzrostu gospodarczego. Zwiększa on zarówno wydajność pracy, jak i produktywność kapitału rzeczowego. W literaturze przedmiotu istnieje wiele definicji postępu technologicznego. Postęp technologiczny można zdefiniować jako stosowanie nowej wiedzy technicznej i organizacyjnej w procesach produkcyjnych. W warunkach postępującej globalizacji i integracji europejskiej istotnym źródłem pozyskiwania i dyfuzji technologii jest kapitał zagraniczny. Ważne jest jednak pełne ukształtowanie zdolności do absorpcji technologii i wiedzy, które mogą być tą drogą pozyskane. Bowiem transfer technologii nie jest procesem prostym. Konieczne są znaczne wysiłki, aby zasymilować, niekiedy ulepszyć lub zmodyfikować istniejącą technologię. Warunkiem koniecznym asymilacji zagranicznej technologii jest również istnienie w kraju biorców komplementarnych aktywów w szczególności zdolności administracyjnych, organizacyjnych oraz odpowiedniej jakości kapitału ludzkiego. Przykładem tego typu badań są modele dyfuzji technologii Nelsona-Phelpsa i Benhabiba-Spiegela, w których wielkość efektu dyfuzji technologii z kraju lidera technologicznego do kraju biorcy zależy od zasobu kapitału ludzkiego w tym kraju²⁵. Pierwszy z modeli przewiduje konwergencję technologii. Natomiast w drugim pojawia się możliwość dywergencji w krajach o niższym zasobie kapitału ludzkiego, który współcześnie uważany jest za jedną z głównych determinant wzrostu i rozwoju gospodarczego²⁶.

W teoriach popytowych wzrostu gospodarczego, odwołujących się do założeń ekonomii keynesowskiej, podkreśla się słuszność stosowania interwencjonizmu władz jako jednego z czynników rozwoju oraz uwzględnia się większą liczbę czynników wzrostu i rozwoju gospodarczego m.in. popyt wewnętrzny, eksport, innowacje techniczne i organizacyjne oraz korzyści skali.

Konkurencyjność gospodarki może być rozumiana jest jako zdolność do rozwoju oraz dostosowywania struktur ekonomicznych gospodarek regionalnych do zmieniającej się struktury gospodarki światowej. Ewolucja gospodarki światowej, polegająca na przechodzeniu od wytwarzania dóbr o niskim stopniu przetworzenia, do dóbr o wysokiej wartości dodanej, implikuje przemiany na rynku pracy. Szeroko rozumiany kapitał ludzki stanowi współcześnie podstawę wzrostu innowacyjności każdej gospodarki, a tym samym determinuje wzrost gospodarczy. Wzrost roli i znaczenia kapitału ludzkiego jako czynnika determinującego tempo wzrostu gospodarczego oraz konkurencyjność poszczególnych gospodarek wynika z faktu, iż zmienia się paradygmat roli poszczególnych czynników wytwórczych w procesie gospodarowania. Znaczenie czynników ziemi, pracy i kapitału

²⁵ Zob. Cichy K., Malaga K. (2007).

²⁶ Ten sposób rozumowania można przenieść na poziom regionalny dla określonego kraju, a więc i Polski.

rzeczowego ustępuje coraz bardziej miejsca wiedzy technologicznej i innowacyjności, co oznacza, że tradycyjne gałęzie przemysłu oparte na surowcach i materiałach, zastępowane są przez sektory oparte na wiedzy i informacji. Jakkolwiek badania nad kapitałem ludzkim mają długą tradycję, to nadal nie prowadzą do jednoznacznych wniosków²⁷. W literaturze przedmiotu wyróżnia się różne podejścia do tego pojęcia. Cechą specyficzną kapitału ludzkiego jest to, że jest on atrybutem pojedynczego człowieka, ponieważ jest ucieleśniony w każdym z nas. Jest rodzajem kapitału, gdyż stanowi źródło przyszłej satysfakcji, przyszłych dochodów lub obu tych efektów łącznie. Kapitał ludzki może być interpretowany w wąskim lub szerokim zakresie. Wąska interpretacja oznacza efekty inwestycji w oświatę lub kształcenia dostępnego w gospodarce zasobu pracy. W szerokim ujęciu jest on definiowany jako efekt inwestycji nie tylko w oświatę i wykształcenie, lecz również innych inwestycji oddziaływujących na poprawę cech jakościowych zasobów ludzkich, tj. inwestycji w zdrowie, ochronę środowiska, w kulturę, które umożliwiają osiągnięcie osobistego, społecznego i materialnego dobrobytu²⁸. Takie podejście do pojęcia kapitału ludzkiego powoduje, że wśród czynników wzrostu gospodarczego znajdują się także czynniki decydujące o dobrobycie społecznym i jakości życia.

W kontekście polityki spójności Unii Europejskiej rozwój kapitału ludzkiego jest realizowany obecnie w Polsce m. in. za pośrednictwem Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. Celem tego programu jest umożliwienie pełnego wykorzystania zasobów ludzkich poprzez wzrost zatrudnienia i potencjału adaptacyjnego przedsiębiorstw i ich pracowników, podniesienie poziomu wykształcenia społeczeństwa, zmniejszenie obszarów wykluczenia społecznego, czy wreszcie poprzez pomoc w budowie sprawnej i skutecznej administracji publicznej wszystkich szczebli. Warto zauważyć, że w bezpośrednim związku z kapitałem ludzkim pozostaje kapitał społeczny, obejmujący zasoby umiejętności, informacji, kultury, wiedzy i kreatywności jednostek. Kapitał społeczny nie jest prostą sumą zasobów kapitału jednostek ludzkich, ale jest także tworzony poprzez instytucje i ich zdolność do współdziałania.

Rozwój kapitału ludzkiego i społecznego poprzez wzrost zatrudnienia, budowę społeczeństwa opartego na wiedzy, są czynnikami oddziałującymi na rozwój społeczno – gospodarczy regionów oraz wzrost ich konkurencyjności, wpisujący się jednocześnie w realizację Narodowej Strategii Spójności. Działania wspierające rozwój zasobów ludzkich i

²⁷ Pracą, w której przedstawiono szeroki przegląd modeli z kapitałem ludzkim oraz wyniki badań własnych, będącą swoistą syntezą tego typu badań, jest monografia: Cichy K. *Kapitał ludzki i postęp techniczny jako determinanty wzrostu gospodarczego*, Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa 2008.

²⁸ OECD, (2001).

społecznych, ukierunkowane na podnoszenie konkurencyjności gospodarek regionalnych dla zapewnienia lepszego efektu wsparcia ze strony Unii Europejskiej, powinny być realizowane równoległe do wsparcia infrastrukturalnego, technologicznego oraz restrukturyzacyjnego.

Wzrost konkurencyjności w skali przedsiębiorstw i regionów, będący wynikiem wprowadzania zmian technologicznych i organizacyjnych, przyczynia się do zwiększenia wydajności pracy, m. in. poprzez przesunięcia zasobów pracy do bardziej efektywnych sektorów gospodarki. Celem polityki spójności jest ułatwienie przeprowadzenia powyższych procesów przede wszystkim poprzez właściwe oddziaływanie na jakość kapitału ludzkiego. Rozwój zasobów ludzkich jest więc istotnym elementem polityki spójności, który w kontekście podnoszenia konkurencyjności gospodarek regionalnych powinien koncentrować się na możliwie najbardziej efektywnym wykorzystaniu zasobów pracy, zwiększaniu mobilności i adaptacyjności pracowników oraz budowie społeczeństwa opartego na wiedzy poprzez podnoszenie poziomu wykształcenia i kwalifikacji.

Stosunkowo nowym kierunkiem badań nad wzrostem i rozwojem gospodarczym są prace nad związkami między kapitałem społecznym a wzrostem gospodarczym. Pojęcie kapitału społecznego, pomimo coraz bogatszej literatury, nie jest ciągle jednoznacznie zdefiniowane. W różnych pracach można spotkać różny sposób jego rozumienia²⁹. Badania nad kapitałem społecznym są prowadzone od połowy lat osiemdziesiątych XX wieku³⁰. Kapitał społeczny utożsamiany jest często przez badaczy z cechami organizacji społecznej, niekiedy z pewnymi i zarazem często nieformalnymi zasadami i normami obowiązującymi w danym społeczeństwie, które służą współpracy, wzajemnym korzyściom i tworzą potencjał rozwiązywania problemów społecznych i gospodarczych. Istota kapitału społecznego oraz jego wieloznaczność stanowią największą słabość tego pojęcia. Wiąże się to z konstrukcją miar kapitału społecznego, gdyż zasady czy normy nie mają na ogół charakteru mierzalnego. Dlatego niekiedy próbuje się wykorzystywać zmienne obserwowalne, które mogą być użyte jako przybliżone miary kapitału społecznego. Dopiero od początku lat dziewięćdziesiątych do ekonometrycznych modeli wzrostu są wprowadzane zmienne, które opisują pośrednio ten rodzaj kapitału.

We współczesnej ekonomii regionalnej często łączy się kilka różnych teorii rozwoju i wzrostu gospodarczego. Duży nacisk kładzie się na akumulację kapitału ludzkiego, a także na

²⁹ Putnam R., Leonardi R., Nanetti R. (1993), F. Fukuyama, (1997).

³⁰ Za sprawą m. in.: R. Putnama, J. Colemana, P. Bourdieu (zob. Sirianni C., Friedland L., *Social Capital and Civic Innovation: Learning and Capacity Building from the 1960s to the 1990s*, referat na konferencję American Sociological Association Annual Meetings, August 20, Washington D.C. 1995, <http://www.cpn.org/crm/contemporary/innovation.html>.

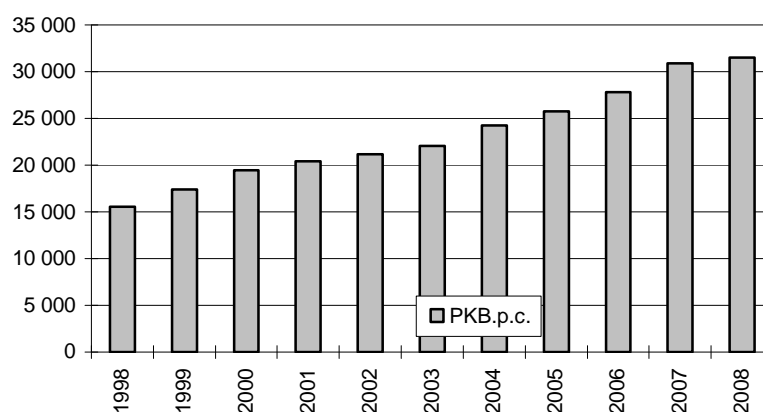
łączone traktowanie kilku czynników wpływających na rozwój. Istotne znaczenie, szczególnie w kontekście polityki spójności Unii Europejskiej ma endogeniczna koncepcja rozwoju regionalnego, w myśl której ważnymi determinantami rozwoju są endogeniczne zasoby rzeczowe i społeczne danego regionu. Nie bez znaczenia dla rozwoju endogenicznego pozostaje lokalna infrastruktura materialna i społeczna, która zwiększa lokalny potencjał rozwoju.

Zestaw najważniejszych czynników rozwoju zmienia się nie tylko w zależności od przyjętej koncepcji teoretycznej rozwoju i wzrostu gospodarczego, lecz również w zależności od etapu rozwoju społeczno – gospodarczego regionu czy kraju. Badania nad źródłami wzrostu i rozwoju gospodarczego sięgają XVIII w., kiedy to Adam Smith zwrócił uwagę na zróżnicowanie przyczyn i źródeł bogactwa narodów. Na przestrzeni stuleci nastąpiły w tym względzie głębokie przemiany. Począwszy od uznawania zasobów naturalnych za główne źródło rozwoju, przez kapitał, technologię i wiedzę, do najnowszych koncepcji upatrujących źródeł rozwoju w czynnikach instytucjonalnych i kulturowych.

2.3.1 Wzrost gospodarczy

Na rys. 2.1a przedstawiono dane statystyczne o PKB *per capita* (*p.c.*) w Polsce w latach 1998 – 2008, a na rys. 2.1b dane statystyczne o PKB *p.c.* w poszczególnych województwach w Polsce. Na prawej osi rzędnych podano wielkość PKB *p.c.*, a na lewej osi rzędnych przedstawiono procentową relację PKB *p.c.* w danym województwie w stosunku do PKB *p.c.* w kraju.

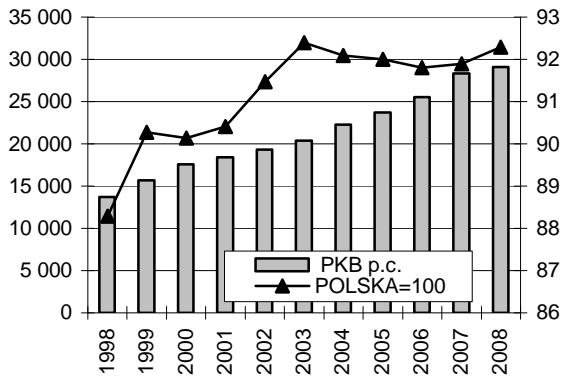
Rys. 2.1a Zmiany PKB *p.c.* w Polsce w latach 1998 – 2008.



Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

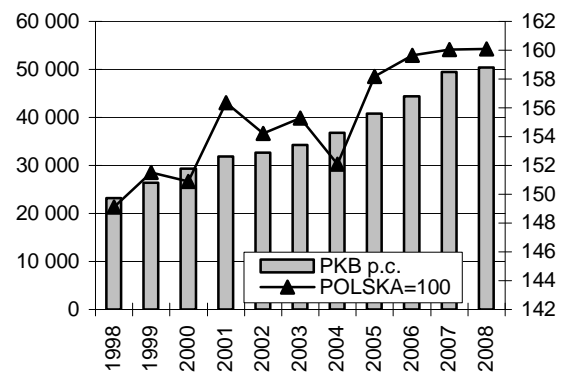
Rys. 2.1b Zmiany PKB p.c w województwach w latach 1998 – 2008.

Łódzkie



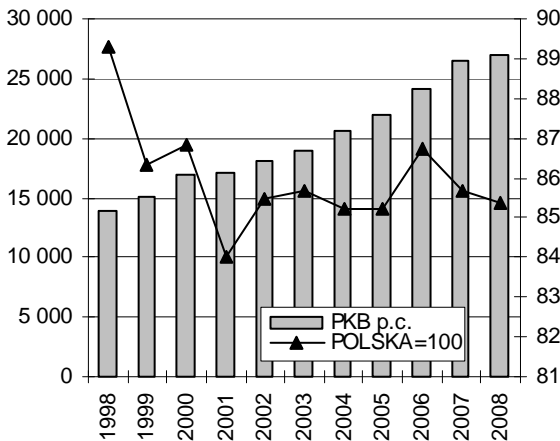
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Mazowieckie



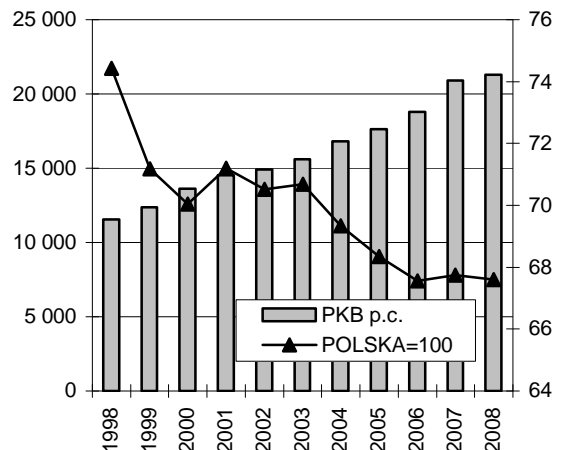
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Małopolskie



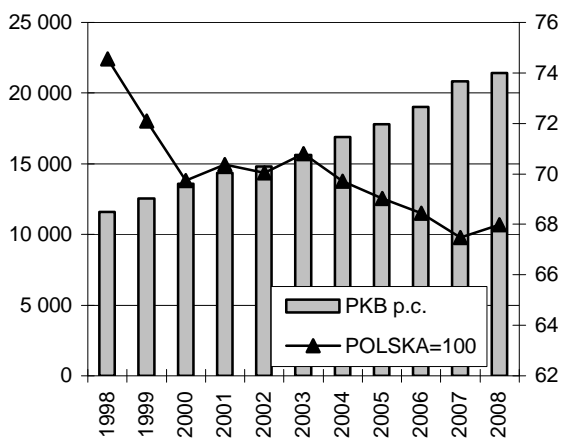
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Lubelskie



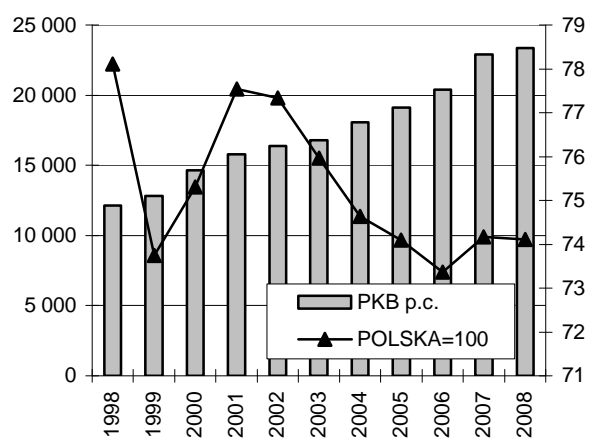
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Podkarpackie



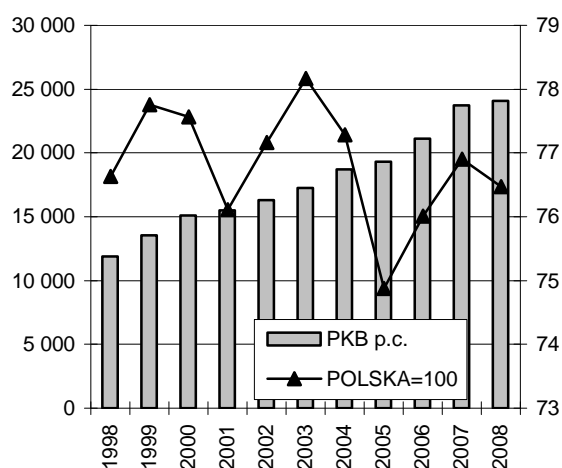
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Podlaskie



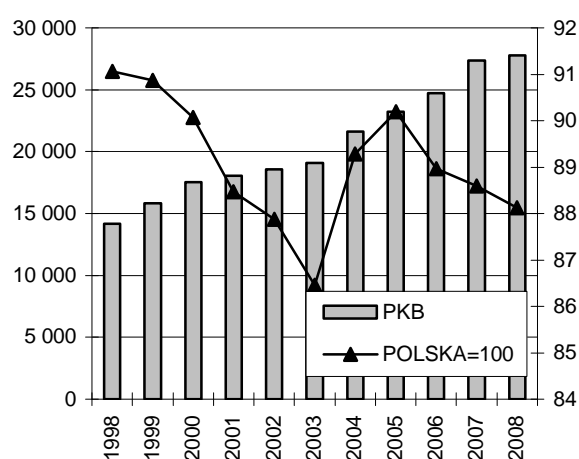
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Świętokrzyskie



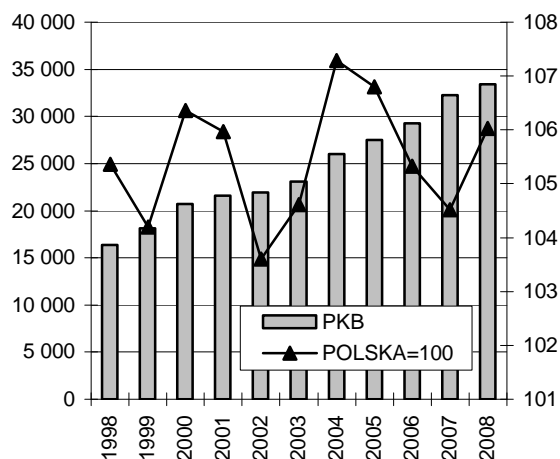
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Lubuskie



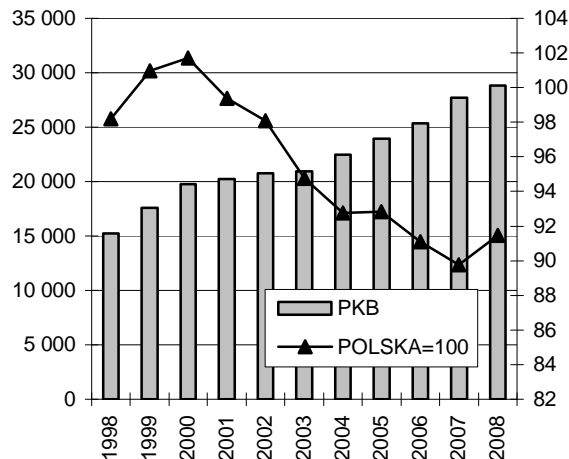
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Wielkopolskie



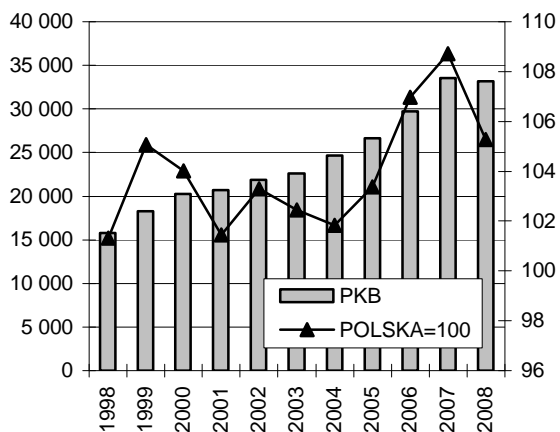
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Zachodniopomorskie



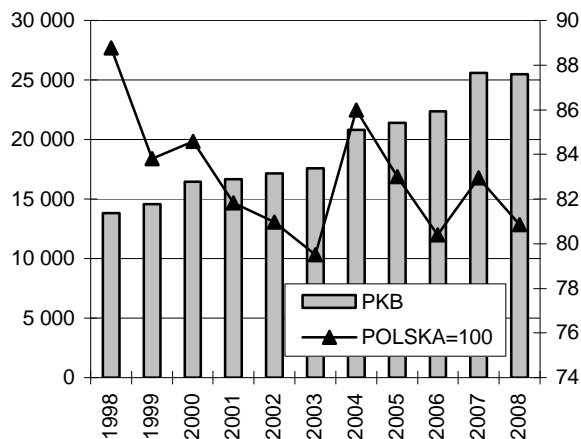
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Dolnośląskie



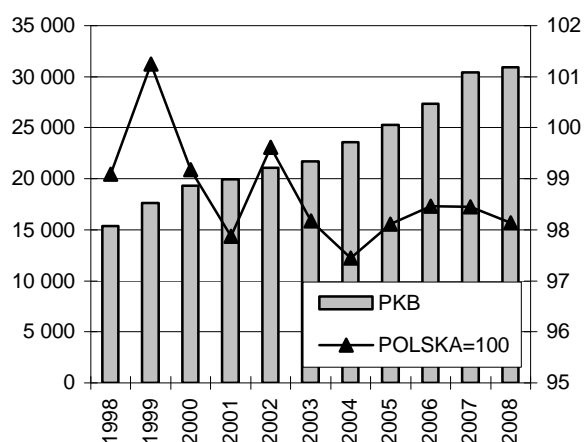
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Opolskie



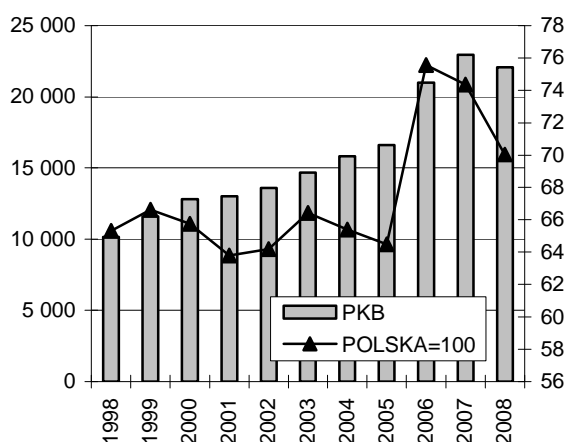
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Pomorskie



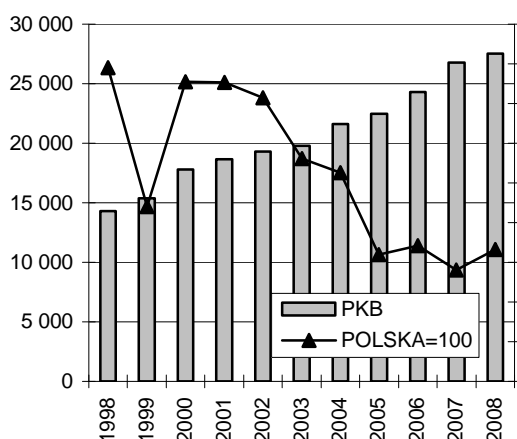
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Warmińsko-mazurskie



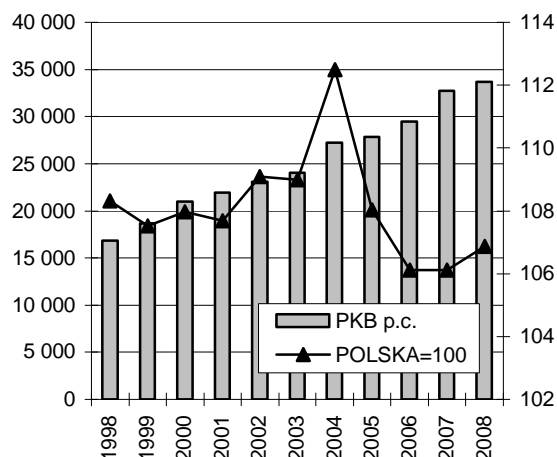
Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Kujawsko-pomorskie



Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Śląskie



Źródło: opracowane na podstawie danych GUS.

Poziom wzrostu gospodarczego mierzonego PKB *p.c.* charakteryzował się w całym badanym okresie znacznym zróżnicowaniem przestrzennym: najwyższą wartość tego wskaźnika osiągnęło województwo mazowieckie. Dla przykładu w roku 2004 było to 36.8 tys. zł na osobę, co stanowiło 152% średniej wartości PKB *p.c.* w kraju³¹. Z kolei najniższy poziom PKB *p.c.* osiągnęło w 2004 roku województwo lubelskie 16.7 tys. zł oraz województwo podkarpackie 16,8 tys. zł, co stanowiło zaledwie ok. 69% średniej krajowej. Wysokim poziomem PKB *p.c.* charakteryzowały się województwa śląskie i wielkopolskie. Obszar o najniższym poziomie PKB na mieszkańca tworzą województwa: lubelskie, podkarpackie, podlaskie, warmińsko-mazurskie i świętokrzyskie, w których wskaźnik PKB

³¹ Jest to w pewnym stopniu spowodowane tzw. efektem województwa stołecznego, będącym wynikiem lokowania w Warszawie i bliskich okolicach zarządów przedsiębiorstw. W następstwie, czego rezultaty działalności przedsiębiorstw w innych częściach kraju są przypisywane do województwa mazowieckiego.

kształtował się w całym okresie poniżej 80% średniej krajowej. Pomimo, że wszystkie województwa odnotowały wzrost gospodarczy, to jego skala była bardzo zróżnicowana. Liderem i to bardzo wyraźnym pod względem PKB *p.c.* było województwo mazowieckie następnie wielkopolskie oraz śląskie, a także dolnośląskie. Z kolei znacznie niższe od przeciętnych wartości PKB *p.c.* miały najuboższe województwa tj. lubelskie, podkarpackie, opolskie i zachodniopomorskie.

Zróżnicowana dynamika wzrostu gospodarczego sprawiła, że nastąpiły zmiany pod względem PKB *p.c.* w poszczególnych województwach w odniesieniu do średniej wartości PKB *p.c.* w kraju³². W przypadku województwa mazowieckiego, dolnośląskiego, łódzkiego, wielkopolskiego relacja ta wzrosła, zaś w przypadku pozostałych województw spadła, co może świadczyć o niebezpiecznym zjawisku ich marginalizacji i zmniejszaniu wewnętrznej spójności gospodarczej.

Wysokie, w odniesieniu do niektórych województw i pogłębiające się dysproporcje wynikają w znacznej mierze z rosnących różnic pomiędzy obszarami miejskimi przede wszystkim Warszawą, Poznaniem, Wrocławiem, Krakowem i Gdańskiem, a obszarami w znacznej mierze wiejskimi. Najbardziej dynamicznie rozwijające się województwa, powyżej średniej krajowej, 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, co w dużym stopniu wpłynęło na skalę zróżnicowań regionalnych w poziomie PKB *p.c.* w Polsce.

2.3.2. Przemiany strukturalne

Różnice regionalne w poziomie PKB *p.c.* są efektem wielkości zasobów czynników wzrostu gospodarczego dostępnych w poszczególnych województwach oraz łącznych zmian efektywności czynników produkcji. W województwach o niskim poziomie PKB na mieszkańca na ogół zarówno poziom efektywności czynników, jak i wielkość, a niekiedy także jakość zasobów tych czynników są dużo niższe niż w regionach o wyższym poziomie PKB. Dla osiągnięcia wyższego poziomu rozwoju gospodarczego oba wskaźniki powinny wzrosnąć.

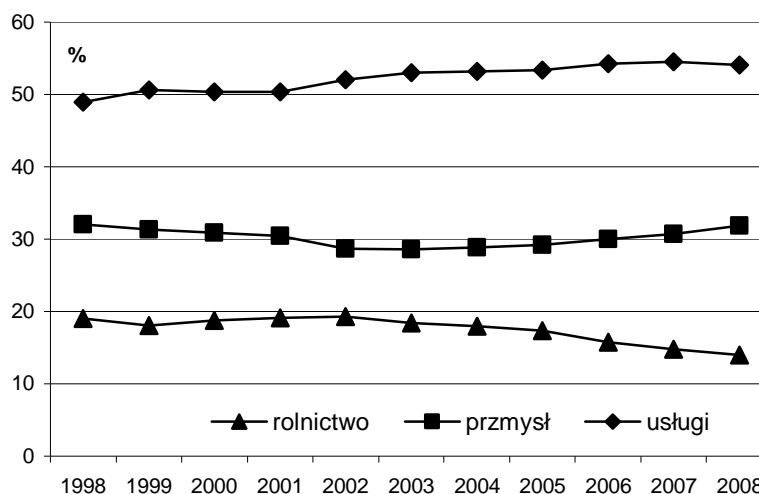
Nierównomierny rozwój gospodarczy, będący przyczyną międzyregionalnego zróżnicowania PKB i PKB *p.c.* ma często podłoże strukturalne, ściśle związane z przemianami struktur zatrudnienia w regionalnych gospodarkach. W miarę zwiększania się udziału usług w

³² Tabele z wartościami PKB i PKB na osobę pracującą w województwach znajdują się w rozdziale 5 tab. 5.1a.

gospodarce następuje wzrost PKB, zaś relatywnie niższe PKB *p.c.* mają regiony, w których istotne znaczenie ma rolnictwo oraz przemysł. Zjawisko to opisuje znana z teorii ekonomii „hipoteza Chenery’ego”, zgodnie z którą istnieje zależność między proporcjami udziału poszczególnych sektorów w gospodarce, a dochodami w przeliczeniu na mieszkańca, wyrażająca się wzrostem dochodu narodowego na mieszkańca wraz ze wzrostem udziału usług w strukturze zatrudnienia, kosztem rolnictwa i przemysłu³³. Im bardziej dany region lub kraj jest rozwinięty, tym większy jest udział usług w PKB. Wraz z rozwojem gospodarczym relatywny udział sektorów o niskiej wartości dodanej (przede wszystkim rolnictwa) powinien maleć, jak to miało miejsce w przeszłości w obszarach Unii Europejskiej o wyższym poziomie rozwoju niż Polska³⁴.

Przepływ siły roboczej z sektorów charakteryzujących się niską wydajnością pracy, przede wszystkim rolnictwa, do pozostałych sektorów stanowi jeden z istotnych czynników wpływających na dynamikę przeciętnej wydajności pracy oraz na tempo wzrostu gospodarczego. O ile w krajach rozwiniętych podstawą dynamicznego rozwoju gospodarczego jest szybki postęp technologiczny, prowadzący do efektywniejszego wykorzystania pracy, jak i kapitału rzeczowego, to w krajach nadrabiających dystans, takich jak Polska, ważną rolę odgrywa także modernizacja struktury gospodarki, prowadząca do właściwej alokacji siły roboczej, rozumianej jako jej zatrudnienie w najbardziej wydajnych sektorach.

Rys. 2.2 Struktura zatrudnienia w Polsce w latach 1998 – 2008 wyrażona w %.



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS. Badanie Aktywności Ekonomicznej Ludności (dane średnioroczne).

³³ Chenery H.B. (1960).

³⁴ Winiarski B. (2002).

Proces przesunięć międzysektorowych w Polsce zachodzi w wolnym tempie. Dla przykładu w latach od 1998 – 2008 udział pracujących w rolnictwie spadł z 18,7 proc. do 14 proc. Niskie tempo modernizacji struktury sektorowej polskiej gospodarki wynika m.in. ze względnej atrakcyjności pracy w rolnictwie. Czynnikiem sprzyjającym pozostawaniu w rolnictwie w ostatnich latach jest system dopłat bezpośrednich do produkcji rolnej, który zapewnia dodatkowy dochód osobom pracującym w rolnictwie.

Dla niewielu państw w Unii Europejskiej rolnictwo ma tak duże znaczenie jak dla Polski. W 2005 roku w sektorze rolnym wytworzono 4,8 proc. wartości dodanej brutto w polskiej gospodarce. Tymczasem nawet państwa o tradycyjnie silnej pozycji rolnictwa, np. Francja, charakteryzują się niższą wartością tego wskaźnika, a średnia dla całej Unii Europejskiej (bez Bułgarii i Rumunii) wynosi zaledwie 1,9 proc.

2.3.3. Ludność

Poziom PKB *p.c.* w kraju i w regionach jest m. in. uzależniony od wielu czynników. Jednym z nich jest wartość wytworzona przez każdą pracującą osobę – poziom wydajności. Drugim czynnikiem jest odsetek pracującej ludności. Zatem do wzrostu PKB *p.c.* przyczynia się wzrost wydajności pracy lub liczby pracujących. Obydwa czynniki są ważne. Pomimo, iż z punktu widzenia konkurencyjności gospodarek, źródłem wzrostu PKB na mieszkańca jest często wzrost wydajności pracy osiągnany w drodze redukcji zatrudnienia. Wzrost zatrudnienia może, w co najmniej równym stopniu przyczynić się do wzrostu gospodarek o niskim poziomie PKB *p.c.* Ponadto niski poziom zatrudnienia oraz duża liczba osób bezrobotnych mają negatywny wpływ na spójność społeczną. W kontekście realizowanej polityki spójności istotnym wyzwaniem jest połączenie wysokiej wydajności pracy z wysokim poziomem zatrudnienia.

Wielkość zasobu ludności jest podstawową zmienną wyrażającą potencjał siły roboczej. W tabeli 2.1 przedstawiono regionalne rozkłady liczby ludności w Polsce i w poszczególnych województwach w latach 1998 – 2008³⁵ w tys. osób i w procentach. Rozpatrując dane statystyczne zawarte w tabeli 2.1 należy wskazać na duże zróżnicowanie liczby ludności w poszczególnych województwach. Województwami o największej liczbie ludności są: mazowieckie, śląskie i wielkopolskie. Z kolei do województw o liczbie ludności

³⁵ Wybór horyzontu czasowego został podyktowany chęcią zilustrowania przemian, jakie zachodziły w regionalnych gospodarkach od momentu akcesji Polski do struktur Unii Europejskiej.

niższej niż przeciętna należą: lubuskie, opolskie, podlaskie, świętokrzyskie i warmińsko – mazurskie.

Tab. 2.1 Regionalne rozkłady liczby ludności w Polsce i w województwach³⁶ w latach 1998 – 2008 w tys. osób oraz w %.

Polska i województwa	1998	2001	2004	2008
	Lata			
POL	38 667,0	38 242,2	38 173,8	38 135,9
	100%	100%	100%	100%
LOD	2 663,6	2 617,3	2 587,7	2 548,9
	6,9%	6,8%	6,8%	6,7%
MAZ	5 066,6	5 121,7	5 146,0	5 204,5
	13,1%	13,4%	13,5%	13,6%
MAL	3 215,9	3 236,3	3 260,2	3 287,1
	8,3%	8,5%	8,5%	8,6%
SLA	4 882,4	4 741,8	4 700,8	4 645,7
	12,6%	12,4%	12,3%	12,2%
LUL	2 239,5	2 201,7	2 185,2	2 161,8
	5,8%	5,8%	5,7%	5,7%
PKR	2 122,2	2 104,1	2 098,0	2 099,5
	5,5%	5,5%	5,5%	5,5%
PDL	1 223,8	1 209,4	1 202,4	1 191,5
	3,2%	3,2%	3,1%	3,1%
SWI	1 326,2	1 299,4	1 288,7	1 272,8
	3,4%	3,4%	3,4%	3,3%
LUS	1 022,5	1 009,0	1 009,2	1 009,0
	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
WIE	3 351,4	3 350,4	3 365,3	3 397,6
	8,7%	8,8%	8,8%	8,9%
ZAC	1 731,8	1 698,4	1 694,9	1 693,0
	4,5%	4,4%	4,4%	4,4%
DOL	2 982,1	2 909,6	2 893,1	2 877,1
	7,7%	7,6%	7,6%	7,5%
OPL	1 089,6	1 066,4	1 051,5	1 033,0
	2,8%	2,8%	2,8%	2,7%
KUJ	2 100,1	2 069,7	2 068,3	2 067,9
	5,4%	5,4%	5,4%	5,4%
POM	2 185,7	2 178,3	2 194,0	2 219,5
	5,7%	5,7%	5,7%	5,8%
WRM	1 463,5	1 428,5	1 428,7	1 427,1
	3,8%	3,7%	3,7%	3,7%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

³⁶ Oznaczenia: DOL – dolnośląskie, KUJ – kujawsko-pomorskiej, 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, POL – Polska.

Zauważmy, że jakkolwiek w Polsce wystąpił w badanym okresie spadek liczby ludności, to w niektórych województwach miał miejsce niewielki jej wzrost. Niemniej jednak skala tego zjawiska była na tyle mała, że nie wpłynęła w istotnym stopniu na rozkład liczby ludności w poszczególnych latach. Tendencję wzrostową liczby ludności zaobserwowano w województwach: mazowieckim, małopolskim, wielkopolskim i pomorskim. Z kolei do grupy województw, w których miał miejsce spadek liczby ludności zaliczymy: łódzkie, śląskie, lubelskie, podlaskie i dolnośląskie³⁷.

2.3.4. Rynek pracy

Dysproporcje regionalne w zakresie zatrudnienia i bezrobocia są od dawna kluczowym przedmiotem zainteresowania polityki regionalnej Unii Europejskiej, nie tylko z powodu wpływu niskich stóp zatrudnienia w niektórych częściach UE na realizację celów strategii lizbońskiej, ale co istotniejsze, ze względu na ich implikacje dla spójności społecznej.

W tabeli 2.2 przedstawiono wskaźniki zatrudnienia wyrażone jako udział osób pracujących w ogólnej liczbie ludności w wieku 15 lat i więcej. Najwyższy poziom tego wskaźnika odnotowano w województwie mazowieckim, podlaskim, łódzkim i małopolskim. Z kolei najniższy w województwach: zachodnio-pomorskim, warmińsko-mazurskim, kujawskim i śląskim.

We wszystkich województwach wystąpił w rozpatrywanym okresie wzrost wskaźnika zatrudnienia. Najwięcej, bo o 13,1 pkt. proc. wskaźnik ten wzrósł w województwie świętokrzyskim, w województwie lubuskim o 11,2 pkt. proc., w województwie dolnośląskim o 11,1 pkt. proc. Najniższy wzrost miał miejsce w województwie lubelskim o 5,9 pkt. proc., kujawsko-pomorskim o 6,6 pkt. proc., podlaskim o 6,8 pkt. proc. i opolskim o 6,9 pkt. proc.

Pomimo wzrostu wartości wskaźników zatrudnienia we wszystkich województwach w Polsce nadal zauważalne jest znaczne ich zróżnicowanie pomiędzy regionami. Trudno zatem mówić o postępującej konwergencji wartości wskaźnika zatrudnienia. Niemniej jednak pozytywnie należy ocenić wzrost jego wartości³⁸.

³⁷ Zob. tab.2.1.

³⁸ Dane statystyczne o licznie osób pracujących w poszczególnych województwach w Polsce znajdują się w rozdziale 5 tabela 5.1a.

Tab. 2.2 Wskaźniki zatrudnienia osób w wieku produkcyjnym w % w latach 1998 – 2008.

Polska i województwa	1998	2001	2004	2008
	Lata			
POL	64,6	58,2	56,1	64,9
LOD	65,9	58,1	57,6	67,0
MAZ	68,4	64,1	61,9	70,5
MAL	66,2	63,3	59,2	66,7
SLA	61,7	53,1	52,4	61,4
LUL	68,1	62,2	58,6	64,5
PKR	64,9	58,9	55,9	63,8
PDL	68,2	62,8	61,1	67,9
SWI	65,2	57,2	53,4	66,5
LUS	62,6	52,5	51,6	62,8
WIE	65,2	59,2	57,9	65,9
ZAC	61,0	54,1	52,1	59,6
DOL	61,4	53,1	51,0	62,1
OPL	65,1	58,1	56,0	62,9
KUJ	63,5	57,2	54,8	61,4
POM	62,3	58,1	54,1	64,6
WRM	60,0	53,3	52,6	61,3

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, Badanie Aktywności Ekonomicznej Ludności³⁹ (dane średnioroczne).

Głęboka niestabilność rynku pracy dotyka polskie społeczeństwo od początku okresu transformacji gospodarczej. O ile w 1990 r. w Polsce było 1,1 mln zarejestrowanych bezrobotnych, to w kolejnych latach liczba ta wykazywała początkowo tendencję wzrostową: 2,3 mln w 1999 r., 3,2 mln w 2003 r., a następnie spadkową, osiągając 3 mln w 2004 r. i 1,7

³⁹ Podstawą metodologii BAEL są definicje dotyczące ludności aktywnej zawodowo, pracujących i bezrobotnych, zalecane do stosowania przez Międzynarodową Organizację Pracy i Eurostat. Przedmiotem badania jest sytuacja w zakresie aktywności ekonomicznej ludności, tzn. fakt wykonywania pracy, pozostawania bezrobotnym lub biernym zawodowo w badanym tygodniu. **Ludność aktywna zawodowo** obejmuje wszystkie osoby w wieku 15 lat i więcej uznane za pracujące lub bezrobotne. **Ludność bierna zawodowo** są to wszystkie osoby w wieku 15 lat i więcej, które nie zostały zaklasyfikowane jako pracujące lub bezrobotne, tzn. osoby, które w badanym tygodniu: nie pracowały, nie miały pracy i jej nie poszukiwały, nie pracowały, poszukiwały pracy, ale nie były zdolne (gotowe) do jej podjęcia w ciągu dwóch tygodni następujących po tygodniu badanym, nie pracowały i nie poszukiwały pracy, ponieważ miały pracę załatwioną i oczekiwały na jej rozpoczęcie w okresie: dłuższym niż trzy miesiące, do 3 miesięcy, ale nie były gotowe tej pracy podjąć.

mln w 2007 r. Wydaje się, że pogorszenie koniunktury gospodarczej we wszystkich krajach Unii Europejskiej, a także poza nią, związane z międzynarodowym kryzysem finansowym i gospodarczym, który rozpoczął się w 2008 roku, nie będzie sprzyjać dalszej poprawie sytuacji na rynku pracy.

Analiza bezrobocia w regionach Polski wskazuje na znaczne zróżnicowanie pomiędzy nimi i postępującą polaryzację regionów: od dynamicznie rozwijających się województw wielkopolskiego, mazowieckiego, śląskiego do stopniowej degradacji innych województw, zwłaszcza popegerowskich, często z dziedzicznym już bezrobociem długotrwałym.

Tab. 2.3 Stopa bezrobocia rejestrowanego w % w układzie województw w latach 1998 – 2008.

Polska i województwa	1998	2001	2004	2008
	Lata			
POL	10,6	18,2	19,0	9,5
LOD	10,8	19,8	18,8	9,2
MAZ	9,0	14,6	14,6	7,3
MAL	8,2	13,0	17,2	7,5
SLA	9,7	19,7	19,3	6,9
LUL	7,8	14,7	16,7	11,2
PKR	10,3	18,0	16,7	13,0
PDL	10,3	16,0	15,6	9,7
SWI	12,7	18,0	20,6	13,7
LUS	12,2	24,3	23,2	12,5
WIE	8,2	17,7	18,2	6,4
ZAC	15,8	22,4	23,8	13,3
DOL	13,6	23,7	24,9	10,0
OPL	10,6	18,1	17,8	9,8
KUJ	11,9	20,0	22,1	13,3
POM	11,3	18,5	20,2	8,4
WRM	16,3	23,5	22,3	16,8

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS. Badanie Aktywności Ekonomicznej Ludności (dane średnioroczne).

Przedstawione w tabeli 2.3 dane dotyczące stopy bezrobocia w układzie województw wykazują do roku 2004 tendencję wzrostową. Niepokojące są relatywnie wysokie stopy bezrobocia utrzymujące się w województwach: warmińsko-mazurskim, świętokrzyskim, zachodniopomorskim, podkarpackim i kujawsko-pomorskim.

Wydaje się, że jest to spowodowane dość ograniczoną chłonnością rynków pracy tych województw, w części wynikającą z niedopasowania podaży siły roboczej do popytu na pracę na lokalnych rynkach, lub niewystarczającą infrastrukturą komunikacyjną, utrudniającą mobilność ludności poszukującej pracy w rejonach poza swoim miejscem zamieszkania.

Należy zauważyć, że okres objęty analizą nie uwzględnia pogorszenia koniunktury gospodarczej, z którym od 2008 r. zмага się cała światowa gospodarka. Najprawdopodobniej wpływ pogorszenia koniunktury gospodarczej będzie widoczny na rynkach pracy dopiero z pewnym opóźnieniem, gdyż stopa bezrobocia jest wskaźnikiem na ogół podążającym z pewnym opóźnieniem za zmianami koniunktury.

2.3.5. Nakłady inwestycyjne na środki trwałe

Wartość środków trwałych w gospodarce zależy w dużym stopniu od dynamiki nakładów inwestycyjnych w kapitał rzeczowy. Mają one na celu stworzenie nowych środków trwałych lub ulepszenie istniejącego majątku trwałego, stając się istotną determinantą wzrostu gospodarczego.

W tabeli 2.4 przedstawiono nakłady inwestycyjne na środki trwałe w analizowanym okresie w tys. zł oraz w % w Polsce w układzie województw.

Dzięki inwestycjom w kapitał rzeczowy wzrasta wartość środków trwałych. Zasoby kapitału rzeczowego zwiększają się tak długo, jak długo inwestycje brutto w kapitał rzeczowy są większe niż jego deprecjacja.

Biorąc pod uwagę udziały nakładów inwestycyjnych na środki trwałe w województwach, w łącznych nakładach inwestycyjnych na środki trwałe w Polsce, można zauważyć bardzo silną ich koncentrację w województwach mazowieckim, śląskim, wielkopolskim, dolnośląskim i łódzkim oraz bardzo niską w województwach opolskim, podlaskim i lubuskim.

W 2008 roku wartość nakładów inwestycyjnych w gospodarce narodowej wyniosła 217 259,7 tys. zł. Niemal 22% ogółu nakładów inwestycyjnych poniesionych w roku 2008 przypada na województwo mazowieckie. W stosunku do roku 2004 udział tego województwa w ogólnej wielkości nakładów poniesionych w gospodarce narodowej nie uległ istotnej zmianie (nieznacznie się zmniejszył).

Tab. 2.4 Regionalne rozkłady nakładów inwestycyjnych w kapitał rzeczowy w Polsce i województwach w latach 1998 – 2008 w tys. zł oraz w %.

Polska i województwa	1998	2001	2004	2008
	Lata			
POL	125 954,4	121 362,9	120 466,7	217 259,7
	100%	100%	100%	100%
LOD	6 670,2	6 769,9	7 266,2	14 777,7
	5,3%	5,6%	6,0%	6,8%
MAZ	34 589,4	37 588,9	27 285,8	47 314,5
	27,5%	31,0%	22,7%	21,8%
MAL	8 515,3	7 922,5	9 185,8	16 101,3
	6,8%	6,5%	7,6%	7,4%
SLA	16 200,0	12 573,1	14 357,5	27 349,8
	12,9%	10,4%	11,9%	12,6%
LUL	3 983,1	3 728,9	4 042,5	7 628,7
	3,2%	3,1%	3,4%	3,5%
PKR	4 242,4	3 685,6	4 918,2	7 883,1
	3,4%	3,0%	4,1%	3,6%
PDL	2 328,8	2 016,4	2 793,0	4 822,7
	1,8%	1,7%	2,3%	2,2%
SWI	2 918,5	2 288,2	2 999,6	5 583,4
	2,3%	1,9%	2,5%	2,6%
LUS	2 979,4	2 582,8	2 752,8	4 420,0
	2,4%	2,1%	2,3%	2,0%
WIE	11 242,7	11 528,7	12 774,9	20 139,3
	8,9%	9,5%	10,6%	9,3%
ZAC	4 492,9	4 272,1	4 922,5	9 022,9
	3,6%	3,5%	4,1%	4,2%
DOL	10 742,9	11 012,0	10 415,1	18 470,3
	8,5%	9,1%	8,6%	8,5%
OPL	2 879,1	2 217,2	2 330,4	3 909,3
	2,3%	1,8%	1,9%	1,8%
KUJ	4 703,3	4 746,8	4 660,3	9 954,0
	3,7%	3,9%	3,9%	4,6%
POM	6 913,6	5 931,7	6 669,8	13 977,9
	5,5%	4,9%	5,5%	6,4%
WRM	2 552,7	2 498,2	3 092,4	5 904,7
	2,0%	2,1%	2,6%	2,7%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

2.3.6. Kapitał rzeczowy

Kolejnym czynnikiem decydującym o potencjale rozwojowym województw jest kapitał rzeczowy, rozumiany jako wartość brutto środków trwałych. Środki trwałe, ich

wartość, stan techniczny i nowoczesność należą do podstawowych czynników warunkujących rozwój województw i kraju.

Tab. 2.5 Regionalne rozkłady wartości środków trwałych w Polsce i w województwach w latach 1998 – 2008, w tys. zł oraz w %.

Polska i województwa	1998	2001	2004	2008
	Lata			
POL	1244797	1523153,8	1747888,7	2227406,1
	100%	100%	100%	100%
LOD	76182,1	91162,5	103909,9	133524,3
	6,1%	6,0%	5,9%	6,0%
MAZ	235397,4	325354,9	378207,3	477820,5
	18,9%	21,4%	21,6%	21,5%
MAL	98296,3	108726,6	125498,9	160457,7
	7,9%	7,1%	7,2%	7,2%
SLA	161082,6	192068,0	210244,0	268711,0
	12,9%	12,6%	12,0%	12,1%
LUL	62173,5	71066,1	79388,6	99212,7
	5,0%	4,7%	4,5%	4,5%
PKR	51882,1	61694,2	74035,9	97132,8
	4,2%	4,1%	4,2%	4,4%
PDL	35741,9	41318,5	48034,9	59876,6
	2,9%	2,7%	2,7%	2,7%
SWI	37172,4	43519,3	49460,4	59153,9
	3,0%	2,9%	2,8%	2,7%
LUS	30064,4	34384,3	40836,0	54709,3
	2,4%	2,3%	2,3%	2,5%
WIE	103582,3	126857,2	153880,9	200267,7
	8,3%	8,3%	8,8%	9,0%
ZAC	57789,1	68806,6	76848,0	93466,8
	4,6%	4,5%	4,4%	4,2%
DOL	91539,7	112385,0	133714,6	179798,3
	7,4%	7,4%	7,7%	8,1%
OPL	39941,3	45383,0	49479,9	59139,7
	3,2%	3,0%	2,8%	2,7%
KUJ	55649,7	66547,3	76545,6	93852,8
	4,5%	4,4%	4,4%	4,2%
POM	67033,5	86257,5	93743,9	122736,1
	5,4%	5,7%	5,4%	5,5%
WRM	41268,7	47622,7	54059,6	67546,1
	3,3%	3,1%	3,1%	3,0%

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS.

Wartość brutto środków trwałych w gospodarce narodowej w całym badanym okresie wykazywała tendencję wzrostową i według stanu na koniec 2008 roku w cenach bieżących

wyniosła 2 227 406,1 mld zł. Do regionów o wysokim udziale wartości środków trwałych brutto w wartości środków trwałych brutto w Polsce należą: mazowieckie, śląskie, wielkopolskie i dolnośląskie. Natomiast znacznie niższy udział od przeciętnego zaobserwowano w województwach: lubuskim, podlaskim, świętokrzyskim, opolskim oraz warmińsko-mazurskim. Łącznie w latach 2004 – 2008 wartość brutto środków trwałych w gospodarce narodowej zwiększyła się o 27%. Najwięcej, bo o 34% wzrosła wartość środków trwałych w województwie dolnośląskim, następnie podkarpackim 31%, wielkopolskim i pomorskim o 30%. Z kolei najmniej, o 19% wzrosła wartość środków trwałych w województwie świętokrzyskim i opolskim⁴⁰.

2.3.7. Kapitał ludzki

Wzrost konkurencyjności przedsiębiorstw i regionów, będący wynikiem wprowadzania zmian technologicznych i organizacyjnych przyczynia się do zwiększenia wydajności pracy, m. in. poprzez przesunięcia zasobów pracy do bardziej efektywnych sektorów gospodarki. Celem polityki spójności jest ułatwienie przeprowadzenia powyższych procesów przede wszystkim poprzez właściwe oddziaływanie na jakość kapitału ludzkiego. Rozwój kapitału ludzkiego rozumiany jako zwiększanie jego jakości i zasobów jest istotnym elementem polityki spójności.

Współcześnie kapitał ludzki staje się jednym z podstawowych czynników wzrostu i rozwoju gospodarczego. Pomimo że, badania wpływu kapitału ludzkiego na produktywność gospodarek są coraz bardziej powszechne, to ciągle brak jest jednak w literaturze przedmiotu definicji, która w sposób jednoznaczny pozwalałaby określić pojęcie kapitału ludzkiego. Czasami jest on utożsamiany przez badaczy z posiadanymi przez jednostkę umiejętnościami. Innym razem definiowany jest jako zasób kapitału, jaki stanowią ludzie wraz z ich wiedzą, umiejętnościami i zdrowiem⁴¹.

Istota tego rodzaju kapitału powoduje, że często pojawiają się duże trudności przy szacowaniu jego zasobów, bowiem kapitał ludzki jest fizycznie nieobserwowalny. Podejmując próbę szacowania wielkości jego zasobów zmuszeni jesteśmy posługiwać się miernikami, które ten kapitał opisują w sposób pośredni. Bowiem trudno jest skwantyfikować

⁴⁰ Informacje o wzroście wartości środków trwałych w cenach, które nie uwzględniają inflacji, mają mniejsze znaczenie niż ich regionalna struktura

⁴¹ OECD, (2001).

umiejętności, doświadczenia zdobyte podczas praktyki zawodowej, a także zdrowie czy energię witalną.

Jedną z często spotykanych w literaturze metod pomiaru kapitału ludzkiego są mierniki oparte na wykształceniu⁴². Ciekawym sposobem szacowania zasobu kapitału ludzkiego są wskaźniki średniej liczby lat spędzonych w szkole⁴³. Zgodnie, z którymi poziom wykształcenia jest najważniejszą determinantą określającą zasób kapitału ludzkiego, a w konsekwencji zdolności danego kraju i regionu do kreowania innowacji lub adaptacji nowych technologii. W metodzie tej pomija się wpływ takich czynników jak np. doświadczenie zawodowe, co stanowi pewną jej wadę.

Konkurencyjność regionalnych gospodarek, a co za tym idzie ich efektywność w osiąganiu i utrzymaniu wysokich stóp wzrostu gospodarczego i zatrudnienia, w coraz większym stopniu zależy od zasobów wiedzy i umiejętności siły roboczej. Ważną częścią strategii spójności jest podnoszenie poziomu edukacji osób w wieku produkcyjnym i sprawianie, by kształcenie przez całe życie stało się rzeczywistością. Jest to tak samo ważne dla gospodarek poszczególnych województw, jak i dla całego kraju oraz dla UE jako całości, ponieważ zrównoważony rozwój gospodarczy, który jest zasadniczy dla osiągnięcia długotrwałego wzrostu gospodarczego, zależy od konkurencyjności każdego województwa, a co za tym idzie, od jego zasobów ludzkich.

W części empirycznej niniejszej pracy szczególną wagę przywiązano do modeli, w których jako nakłady przyjęto pracę i kapitał rzeczowy, a jako wynik PKB, więc przedstawiona w tym podpunkcie problematyka kapitału ludzkiego, sposobów jego pomiarów i wpływu na procesy wzrostu gospodarczego nie będzie w dalszych rozdziałach pracy podejmowana.

2.4. Podsumowanie

Przedstawione i omówione w tym rozdziale dane statystyczne tworzą pewien obraz nierówności regionalnych w Polsce w układzie województw. Zasadniczym celem rozdziału było przeprowadzenie analizy nierówności regionalnych w Polsce na podstawie zmiennych, które zostaną wykorzystane w kolejnych rozdziałach pracy jako czynniki i wyniki, opisujące procesy wzrostu gospodarczego.

⁴² Kossmann L. (2003).

⁴³ Barro R.J. (2001).

Przedmiotem wnioskowania w tym rozdziale o nierównościach występujących między województwami w Polsce były regionalne rozkłady PKB *p.c.*, wskaźnika zatrudnienia, stopy bezrobocia, nakładów inwestycyjnych na środki trwałe i kapitału rzeczowego. W latach 1998 – 2008 w Polsce można mówić o relatywnej stabilności rozkładów nierówności regionalnych z punktu widzenia analizowanych zmiennych. Należy jednak zwrócić szczególną uwagę na zbyt duże dysproporcje przestrzenne pomiędzy województwami pod kątem rozkładów zasobów czynników wzrostu gospodarczego oraz efektów tego wzrostu mierzonego na pomocą PKB *p.c.* W szczególności zauważalny jest wyraźny podział kraju na lepiej wyposażony w zasoby czynników wzrostu gospodarczego i charakteryzujący się wyższym PKB *p.c.* zachód i znacznie uboższe województwa Polski wschodniej. Wśród czynników powodujących występowanie regionalnego zróżnicowania w poziomie rozwoju gospodarczego wyróżnić można czynniki natury zarówno przyrodniczej (rozmieszczenie zasobów naturalnych), jak i historycznej. Na aktualnej mapie Polski zauważalne są jeszcze konsekwencje rozbiorów w postaci różnic poziomu zagospodarowania, zwłaszcza w dziedzinie infrastruktury. Różnice w warunkach środowiska geograficznego a także zróżnicowane czynniki rozwoju geograficznego i społecznego powodują, że poszczególne regiony wykazują różną dynamikę rozwoju. W rezultacie wyróżniamy regiony silniej i słabiej rozwinięte, wykazujące wyższą i niższą dynamikę rozwoju oraz różny poziom życia ludności.

Rozdział 3

Metoda DEA w badaniu efektywności technologicznej gospodarek regionalnych

Wprowadzenie

Jednym z ważniejszych zadań polskich decydentów, w okresie zachodzących procesów globalizacji i integracji gospodarczej jest poszukiwanie optymalnych metod dochodzenia regionów zacofanych do poziomu konkurencyjności regionów najlepiej rozwiniętych w Europie. W obliczu tych wyzwań pojawia się pytanie czy regiony zacofane, na podstawie doświadczeń regionów wyżej rozwiniętych, mogą przejść tę drogę szybciej i z mniejszymi kosztami społecznymi, często pomimo faktu, że różnią się pod względem zasobów oraz jakości kapitału rzeczowego i ludzkiego, a także szeroko rozumianej infrastruktury.

Warunkiem zwiększenia pozycji konkurencyjnej Polski i jej województw w Europie i na świecie jest efektywne wykorzystanie lokalnych zasobów i przyciągnięcie zasobów zewnętrznych, a także ich ukierunkowanie na realizację działań o najwyższym potencjale wzrostu. Prowadzi to do pojęcia efektywności ekonomicznej. Poszukując definicji efektywności dostatecznie szerokiej i uprawnionej dla rozważań zarówno na poziomie mikroekonomicznym, jak i na poziomie makroekonomicznym, przytoczymy kilka wybranych definicji często spotykanych w literaturze. Efektywność działania to: „umiejętność minimalizowania zużycia zasobów przy osiągnięciu celów”⁴⁴, lub „efektywność to najbardziej skuteczne zastosowanie zasobów społeczeństwa w procesie zaspokajania potrzeb ludzi”⁴⁵, gdyż jak to zauważył w 1913 r. F. Neuhausen „naród który najekonomiczniej rozporządzi swoimi zasobami i siłami oraz zastosuje je z najlepszym współczynnikiem wydajności, podniesie swój dobrobyt i wyprzedzi inne narody”.

Podstawą zwiększania efektywności działań jest właściwy wybór celów, których realizacja będzie prowadzić do uzyskania wartościowych dla społeczeństwa wyników. Niemniej ważny pozostaje pomiar działań, dzięki któremu można ocenić jakość zarządzania,

⁴⁴ Stoner J.A.F., Frejman R.E., Gilbert D.G. (2001).

⁴⁵ Samuelson P.A. (2004).

rozumianą jako właściwie wykorzystane zasoby w tych obszarach, w których najlepiej przyczynią się one do wzrostu bogactwa całego narodu.

3.1. Metody badania efektywności gospodarczej

W literaturze poświęconej badaniu efektywności gospodarczej wyróżnia się metody klasyczne, parametryczne oraz nieparametryczne.

Metody klasyczne polegają najczęściej na badaniu efektywności za pomocą wskaźników finansowych. Metody klasyczne są bardzo często stosowane, a ich podstawową zaletą jest ich prostota. Analiza polega na ustaleniu efektywności działania poprzez porównywanie wartości wskaźników finansowych. Najważniejsza i zarazem przesądzająca o wynikach badania, jest odpowiednia interpretacja wskaźników finansowych. Przykładem tego typu badań może być analiza rentowności, płynności, itd⁴⁶.

Metody parametryczne opierają się na modelach ekonometrycznych i wprowadzają do oceny efektywności znaną z teorii ekonomii funkcję produkcji, określającą zależność między nakładami i wynikami w odniesieniu do technologicznie efektywnych procesów produkcji. Parametry funkcji produkcji są estymowane lub kalibrowane na podstawie obserwacji statystycznych. Wartości funkcji produkcji⁴⁷ wyznaczone są na podstawie normatywnego modelu efektywności, a odchylenia od nich wynikają z błędów losowych lub nieefektywności badanego obiektu. Wskaźnikiem efektywności może być np. reszta modelu lub iloraz empirycznej wartości wyniku i jego wartości uzyskanej na podstawie modelu.

Wadą normatywnych modeli ekonometrycznych jest uśrednianie danych podczas szacowania ich parametrów, w wyniku czego wartości empiryczne odchylają się od wartości wynikających z modelu. W efekcie krzywa regresji wyznaczona na podstawie wartości modelowych nie może stanowić granicy efektywności, gdyż nie obejmuje wszystkich obserwacji. Inną wersją normatywnego modelu ekonometrycznego, którego wykres wyznacza granicę efektywności jest tzw. model przesunięty. Krzywa regresji zostaje przesunięta tak, aby model ograniczał od góry wszystkie obserwacje empiryczne. Przesunięcie modelu polega tylko na zmianie wartości wyrazu wolnego, co powoduje przesunięcie linii regresji. Zaś nachylenie krzywej pozostaje bez zmian. Do grupy takich metod zaliczamy: *Stochastic*

⁴⁶Bednarski L. (2002).

⁴⁷Wartości funkcji produkcji to zbiór efektywnych procesów produkcji. Zob. Panek E. (2001).

*Frontier Approach (SFA), Trick Frontier Approach (TFA), Corrected Ordinary Least Squares (COLS)*⁴⁸.

Metody nieparametryczne sprowadzają się do badania efektywności na podstawie modeli, w których nie wymaga się wcześniejszego ustalenia zależności funkcyjnej pomiędzy nakładami i wynikami. Za pomocą metod programowania matematycznego i na podstawie obserwacji empirycznych ustala się kształt granicy efektywności. Wartość wskaźnika efektywności ustala się na podstawie położenia badanego obiektu względem granicy efektywności. Przykładem tego typu metod są metody wykorzystujące programowanie liniowe. Należy do nich metoda *Data Envelopment Analysis (DEA)*.

3.2. Pojęcie efektywności w metodzie DEA

Idea efektywności w metodzie DEA nawiązuje do definicji pojęcia efektywności technicznej zaproponowanej przez Debreu (1951) i Farrellą (1957). Autorzy, badając różnicę pomiędzy autentycznym poziomem produkcji danego przedsiębiorstwa, a granicą jego możliwości produkcyjnych, zaproponowali pojęcie efektywności technicznej danego obiektu, rozumiane jako relacja między produktywnością badanego obiektu oraz produktywnością obiektu najbardziej efektywnego. Tak zdefiniowana efektywność opisuje relację nakładów do wyników badanego obiektu względem obiektu najbardziej efektywnego, w ramach istniejących ograniczeń technologicznych.

Sposób obliczania efektywności w metodzie DEA wywodzi się z koncepcji efektywności sformułowanej przez Debreu (1951) i Farrellą (1957), zgodnie z którą efektywność jest definiowana jako iloraz pojedynczego wyniku i pojedynczego nakładu:

$$(3.1) \quad e = \frac{Y}{X},$$

gdzie:

Y – wielkość wyniku,

X – wielkość nakładu,

e – wskaźnik efektywności.

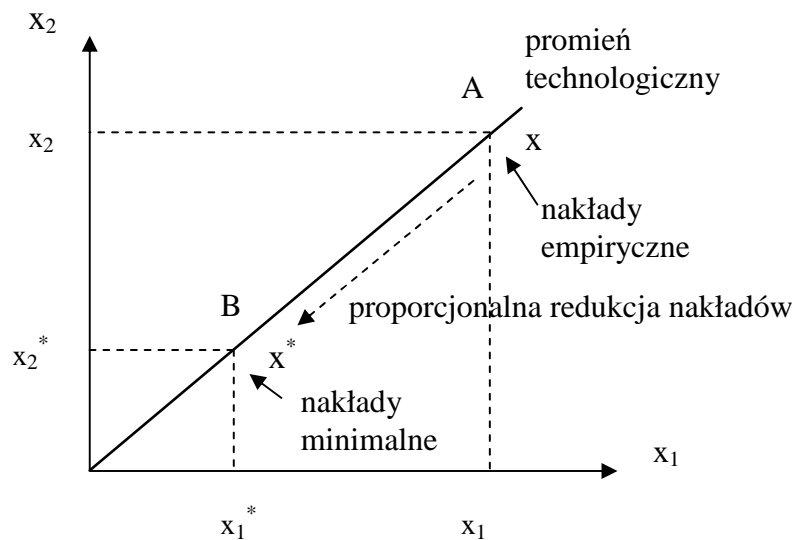
Autorzy metody DEA odnieśli powyższą zależność do sytuacji wielowymiarowej, w której możemy dysponować więcej niż jednym nakładem i więcej niż jednym wynikiem

⁴⁸Zob. Domagała A. (2009).

Miara efektywności według Farrella-Debreu

Efektywność według Farrella-Debreu należy do klasy efektywności radialnych – opartych na liniowym promieniu technologicznym – utożsamianym z prostą, łączącą początek układu współrzędnych z punktem poddawającym analizie. Na tym promieniu leżą różne kombinacje nakładów niezbędnych do uzyskania określonych wyników. Przedstawiona na rys.3.1 ilustracja efektywności jest rodzajem efektywności zorientowanej na nakłady⁴⁹.

Rys. 3.1 Ilustracja efektywności w sensie Farrella-Debreu.



Źródło: opracowane na podstawie Guzik B. (2009).

Na rys. 3.1. przedstawiono nakłady x_1 , x_2 zużywane w celu wytworzenia wyniku y . Punkt A znajduje się w obszarze możliwości produkcyjnych, więc z nakładów x_1 oraz x_2 obiekt znajdujący się w punkcie A może otrzymać wynik y . Punkt B oznacza obiekt efektywny. Obiekt ten potrafi wytworzyć rezultat y przy mniejszym zużyciu obu nakładów, niż obiekt A. W obiektach A i B nakłady wykorzystuje się w takich samych proporcjach, ponieważ ich technologie leżą na liniowym promieniu technologicznym. Przedmiotem badania jest technologia obiektu znajdującego się w punkcie A.

⁴⁹ Efektywność zorientowaną na wyniki można przedstawić w analogiczny sposób. W tym celu należy założyć, że nie zmienia się poziom nakładów

Określenie efektywności technologii w sensie Farrella-Debreu polega na wyznaczeniu współczynnika θ określającego maksymalne i proporcjonalne zmniejszenie nakładów x_1 i x_2 do poziomu, przy którym nadal możliwe będzie otrzymanie określonego wyniku y .

Algebraiczny sposób obliczania efektywności zapiszemy w następujący sposób. Przyjmijmy oznaczenia:

$T = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$ - oznacza technologię ze zbioru technologii dopuszczalnych.

$T^* = \begin{bmatrix} x^* \\ y^* \end{bmatrix}$ - oznacza dopuszczalną technologię, za pomocą której możliwe jest uzyskanie

wyniku $y^* \geq y$ przy możliwie najmniejszych nakładach i zarazem proporcjonalnych do nakładów x :

$$(3.2) \quad x^* \leq \theta x,$$

gdzie:

$$0 \leq \theta \leq 1.$$

Współczynnik efektywności θ należy interpretować jako wielokrotność o jaką obiekt A powinien zmniejszyć swoje aktualne nakłady, aby uzyskać efektywność obiektu B⁵⁰.

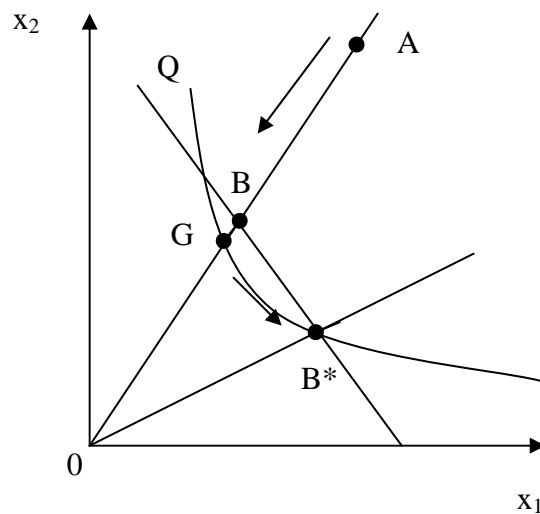
Cechą charakterystyczną radialnej miary efektywności, w modelu ukierunkowanym na nakłady, jest proporcjonalna redukcja wszystkich nakładów. Oznacza to pełną komplementarność nakładów oraz brak ich substytucji. Ponadto należy podkreślić, że powyższa miara efektywności odnosi się jedynie do „czystej” efektywności technicznej, czyli wskazuje czy badany obiekt znajduje się na krzywej możliwości produkcyjnych, czy nie. Nie mierzy natomiast efektywności alokacyjnej, czyli nie przesądza, czy obiekt znajdujący się na granicy możliwości produkcyjnych stosuje nakłady we właściwych proporcjach. „Czysta efektywność” jest niekiedy nazywana w literaturze „słabą” efektywnością.

⁵⁰ Zob. rys. 3.1.

Efektywność alokacyjna

Kryterium efektywności alokacyjnej, zwanej po prostu efektywnością ekonomiczną, sprowadza się do wyboru takiej kombinacji czynników produkcji, przy której koszt wytworzenia jednostki produktu jest minimalny⁵¹.

Rys. 3. 2 Ilustracja efektywności alokacyjnej.



Źródło: opracowane na podstawie: Canter U., Kruger J., Hanusach H.(2007).

Na rys. 3.2. przedstawiono izokwantę produkcji Q – krzywą łączącą ze sobą wszystkie możliwe kombinacje nakładów x_1 i x_2 , dających taki sam wynik produkcji. Obiekt A, aby poprawić efektywność swojej technologii, powinien zredukować proporcjonalnie nakłady wzdłuż promienia technologicznego do punktu B, tj. punktu jego przecięcia się z izokwantą produkcji Q_1 . W punkcie B obiekt jest efektywny technicznie natomiast nie jest efektywny alokacyjnie, ponieważ ten sam poziom wyniku można osiągnąć przy innej kombinacji nakładów x_1 oraz x_2 .

Wielkość nieefektywności alokacyjnej (AE) wyznaczymy porównując długości odcinków⁵²:

⁵¹ Milewski R. (2002).

⁵² $d(OG)$, $d(OB)$ – oznaczają długości odcinków. Zob. rys. 3.2.

$$(3.3) \quad AE = \frac{d(0G)}{d(0B)} \geq 0.$$

Wielkość efektywności technicznej (TE) wynosi:

$$(3.4) \quad TE = \frac{d(0B)}{d(0A)}.$$

Wielkość ogólnej efektywności (OE) dla obiektu znajdującego się w punkcie A obliczymy według formuły:

$$(3.5) \quad OE = \frac{d(0G)}{d(0A)} \leq 1,$$

Efektywność ogólną możemy zapisać jako iloczyn efektywności technicznej i alokacyjnej:

$$(3.6) \quad OE = TE * AE = \frac{d(0B)}{d(0A)} * \frac{d(0G)}{d(0B)} = \frac{d(0G)}{d(0A)}.$$

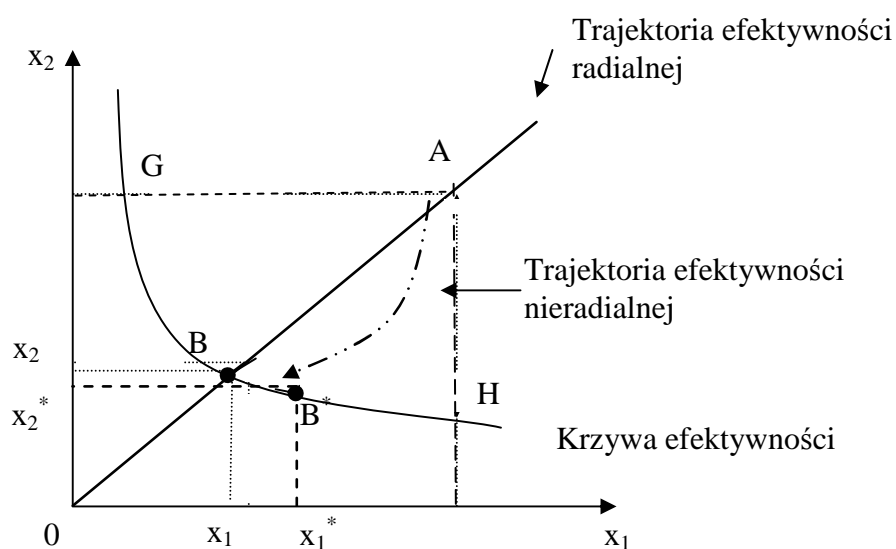
Miara efektywności według Russella

Miara efektywności w sensie Farrella-Debreu zakłada istnienie jednego wspólnego wskaźnika efektywności dla wszystkich nakładów lub dla wszystkich wyników. Naturalnym jest przypuszczenie, że poszczególne nakłady, lub wyniki mogą charakteryzować się zróżnicowaną efektywnością. Inna może być efektywność np. zatrudnienia, a inna majątku produkcyjnego. W przypadku tzw. kanonicznej efektywności Farrella-Debreu, danemu poziomowi efektywności odpowiada tylko jedna kombinacja nakładów należąca do promienia technologicznego. Natomiast w przypadku efektywności w sensie Russella osiągnięcie danego poziomu efektywności nie wymusza proporcjonalnej redukcji wszystkich nakładów obiektu nieefektywnego⁵³. Możliwe jest osiągnięcie danego poziomu efektywności przy różnej kombinacji nakładów.

⁵³ W modelu ukierunkowanym na nakłady.

Efektywność w sensie Russella jest efektywnością nieradialną. Różni się ona od radialnej miary Farrella-Debreu tym, że w przypadku rozwiązania zadania DEA ukierunkowanego na nakłady, redukcja wszystkich nakładów nie musi być proporcjonalna. Oznacza to, że trajektorie dochodzenia do docelowej efektywności mogą odbiegać od promienia technologicznego (zob. rys.3.3). Dlatego właśnie efektywność Russella została nazwana efektywnością nieradialną.

Rys. 3.3 Ilustracja miary efektywności według Russella.



Źródło: opracowane na podstawie Guzik B. (2009).

Miara efektywności Russella pozwala na znalezienie wartości współczynników efektywności dla poszczególnych nakładów, które wskazują wielkość niezbędnej redukcji każdego z nakładów w celu uzyskania 100% efektywności rozpatrywanego obiektu.

Ogólnym wskaźnikiem efektywności Russella jest średnia z efektywności poszczególnych nakładów, co oznacza, że ten sam poziom efektywności może być osiągnięty przy różnych kompensujących się efektywnościach cząstkowych. Na rysunku 3.3 jest to fragment krzywej efektywności GH . Fragment ten obejmuje możliwe redukcje obu nakładów, w wyniku których rozpatrywany obiekt znajdzie się na krzywej efektywności.

3.3. Idea metody DEA

Metoda DEA została zaproponowana w 1978 roku przez: A. Charnesa, W. Coopera i A. Rhodesa, którzy zastosowali programowanie matematyczne do estymacji miar efektywności technologicznej i stworzyli pierwszy model znany w literaturze jako model CCR⁵⁴.

W metodzie DEA efektywność wyrażana jest za pomocą współczynników efektywności o postaci:

$$(3.7) \quad e = \frac{\sum_{r=1}^N \mu_r y_r}{\sum_{n=1}^M v_n x_n}$$

gdzie:

$n = 1, \dots, N$ – nakłady,

$r = 1, \dots, R$ – wyniki,

μ_r – waga r -tego wyniku,

v_n – waga n -tego nakładu,

x_n – wielkość n -tego nakład,

y_r – wielkość r -tego wyniku,

e – wskaźnik efektywności.

Metoda DEA, jako metoda nieparametryczna, nie wymaga znajomości zależności funkcyjnej pomiędzy nakładami i wynikami. Krzywa efektywności⁵⁵ estymowana jest na podstawie danych empirycznych o wielkościach nakładów i wyników. Wagi dla każdego obiektu wyznaczone są za pomocą zadania maksymalizującego jego efektywność. Metoda ta jest polecana wszędzie tam, gdzie utrudnione jest wyznaczenie zależności funkcyjnej pomiędzy nakładami i wynikami.

Metoda ta pozwala analizować dowolne obiekty opisane cechami ilościowymi. Za jej pomocą można także badać obiekty opisane cechami jakościowymi, np. stopień zadowolenia klientów. Ponadto metoda *Data Envelopment Analysis* przypisuje wszystkim obiektom pewną efektywność, pozwalając na ich porównywanie i wyznaczanie obiektów wzorcowych. W

⁵⁴ Nazwa pochodzi od pierwszych liter nazwisk autorów tego modelu.

⁵⁵ Określana w literaturze jako *best practice frontier*.

rezultacie tak otrzymane wyniki stwarzają podstawy do zastosowania strategicznych technik zarządzania, dając konkretne wytyczne jak poprawić efektywność badanego obiektu poprzez redukcję nakładów lub wzrost wyników⁵⁶.

Obiekty najbardziej efektywne tworzą granicę efektywności technologicznej, a ich efektywność e wynosi 100%, natomiast jednostki leżące poniżej granicy efektywności są nieefektywne, a ich nieefektywność wynosi $1 - e$. Pomiar efektywności jest zatem dokonywany bez konieczności uśredniania danych.

Rozwiązanie zastosowane w metodzie DEA nazywane „*best practice frontier*”, pozwala określić najlepsze działania w badanej grupie obiektów. Z tego powodu efektywność w rozumieniu tej metody jest efektywnością względną, pozwalającą na porównania, dokonywane jedynie między obiektami należącymi do badanego zbioru obiektów. Przedmiotem analizy jest efektywność z jaką dany obiekt, zwany jednostką decyzyjną (*Decision Making Unit*),⁵⁷ przekształca posiadane nakłady w wyniki.

$$(3.8) \quad [x_{nj}] \xrightarrow{e_j} [y_{rj}]$$

gdzie:

e_j – efektywność j -tego obiektu,

x_{nj} – wielkość n -tego nakładu w j -tym obiekcie,

y_{rj} – wielkość r -tego wyniku w j -tym obiekcie.

Analiza badanego zbioru obiektów wymaga sformułowania i rozwiązania nie jednego, ale tylu zadań programowania liniowego, ile jest obiektów w badanej grupie (po jednym dla każdego obiektu), w których postuluje się znalezienie optymalnego sposobu przekształcania nakładów w wyniki, a więc znalezienie technologii optymalnej. Optymalna technologia to taka, która minimalizując nakłady do poziomu niewyższego od nakładów poniesionych przez badany obiekt. Pozwala ona uzyskać wyniki niegorsze od wyników, jakie uzyskał badany obiekt. Technologia optymalna w modelu DEA jest kombinacją empirycznych technologii poszczególnych obiektów objętych badaniem.

⁵⁶ Mielnik M., Ławrynowicz M. (2002).

⁵⁷ Pierwotnie metoda DEA została opracowana do badania efektywności jednostek „podejmujących decyzje”, mogących decydować o poziomie wykorzystywanych przez siebie nakładów oraz osiągniętych rezultatów. Obecnie metoda ta jest stosowana także do badania obiektów innego typu w tym również w sferze makroekonomii.

Przykład graficzny ilustrujący ideę metody DEA zorientowanej na nakłady

Tabela 3.1 zawiera wielkości dwóch nakładów zużytych w celu wytworzenia danego rezultatu w 7 hipotetycznych obiektach.

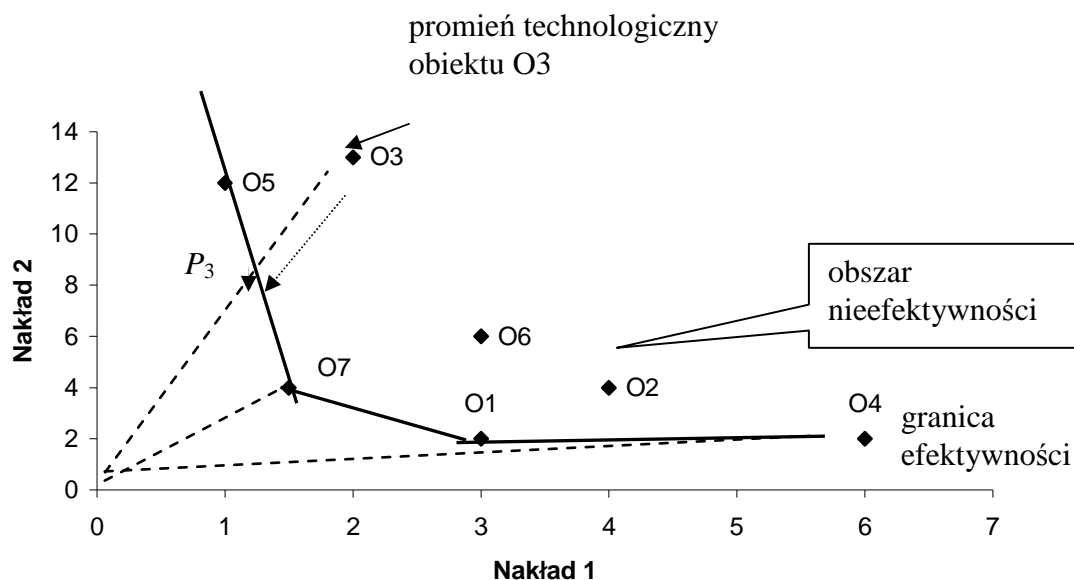
Tab. 3.1 Przykładowe wielkości nakładów w hipotetycznych obiektach.

Obiekt	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7
Nakład 1	3	4	2	6	1	3	1,5
Nakład 2	2	4	13	2	12	6	4
Wynik	1	1	1	1	1	1	1

Źródło: opracowanie własne.

Przyjęcie dwóch nakładów pozwala zilustrować rozważania w sposób graficzny. W przypadku większej liczby nakładów i wyników interpretacja jest analogiczna, ale dotyczy przestrzeni $m \times s$ – wymiarowej (gdzie: m – liczba nakładów, s – liczba rezultatów), a przedstawienie ilustracji graficznej granicy efektywności technologicznej nie jest możliwe na płaszczyźnie.

Rys. 3.4 Ilustracja metody DEA.



Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 3.4 przedstawiono punkty odpowiadające kombinacjom nakładów ponoszonych w badanych obiektach, tworzące zbiór możliwości produkcyjnych oraz empiryczną granicę efektywności wyznaczoną dla obiektów najbardziej efektywnych.

Zbiór możliwości produkcyjnych w metodzie DEA jest zbiorem ograniczonym od dołu przez najlepsze technologie, które wyznaczają granicę możliwości produkcyjnych – zwaną granicą efektywności technologicznej. Zatem każda technologia gorsza od najlepszej będzie zawierała się w zbiorze rozwiązań dopuszczalnych. Dodatkowo zakłada się, że wielkości nakładów są większe lub równe zero, przy czym dla każdego obiektu istnieje przynajmniej jeden nakład i jeden wynik większy od zera.

Warto zauważyć, że cechą charakterystyczną granicy efektywności jest to, że dla dowolnego z rozpatrywanych obiektów każda współrzędna wektora nakładów jest nie mniejsza od odpowiadającej jej współrzędnej granicy efektywności, zatem:

$$(3.9) \quad X_{nj} \geq GE(X_j) \quad \text{dla } n = 1, \dots, N; (j = 1, \dots, J),$$

gdzie:

$GE(X_j)$ – granica efektywności,

X_{nj} – wielkość n -tego nakładu w j -tym obiekcie.

Granica efektywności została wyznaczona w oparciu o obiekty najlepsze w badanej grupie. Efektywność obiektów nieefektywnych określana jest na podstawie ich odległości od granicy efektywności. Wielkość nieefektywności jest jednocześnie informacją o wielkości koniecznej redukcji nakładów, w wyniku której badany obiekt uzyska 100% efektywność

Sposób obliczania efektywności jest następujący. Niech P_j oznacza punkt przecięcia się promienia technologicznego obiektu j -tego z granicą efektywności, wtedy efektywność obiektu j -tego zapiszemy jako iloraz:

$$(3.10) \quad \theta_j = \frac{d(0, P_j)}{d(0, O_j)}.$$

Obiekty O1, O4, O5, O7 są efektywne, ponieważ zgodnie z powyższą formułą ich efektywność wynosi:

$$(3.11) \quad \theta_7 = \frac{d(0, P_7)}{d(0, O_7)} = 1.$$

Natomiast obiekty O2, O3, O6 są nieefektywne, a ich nieefektywność wynosi odpowiednio:

- dla obiektu O2

$$(3.12) \quad \theta_2 = \frac{d(0, P_2)}{d(0, O_2)} = 0,643 = 64,3\%,$$

- dla obiektu O3

$$(3.12) \quad \theta_3 = \frac{d(0, P_3)}{d(0, O_3)} = 0,6222 = 62,2\%,$$

- dla obiektu O6

$$(3.14) \quad \theta_6 = \frac{d(0, P_6)}{d(0, O_6)} = 0,6 = 60\%.$$

Aby obiekt O3 znalazł się na granicy efektywności powinien zredukować swoje nakłady wynoszące odpowiednio x_{13} i x_{23} proporcjonalnie wzdłuż promienia technologicznego (zob. rys. 3.4) o 37,8% (wskaźnika θ_3).

Punkt P_3 znajdujący się na krzywej efektywności (zob. rys. 3.4.) jest wzorcem technologicznym dla obiektu O3. Zauważmy, że jest on punktem „wirtualnym”, gdyż w zbiorze badanych obiektów nie ma obiektu o takiej kombinacji nakładów. Oznacza to, że technologia optymalna dla obiektu O3 jest kombinacją empirycznych technologii obiektów wzorcowych. Dla obiektu O3 wzorcami technologicznymi są obiekty O5 i O7. Owa „wirtualna” technologia optymalna jest ważoną sumą technologii obiektów wzorcowych. Udział technologii empirycznej j -tego obiektu w technologii optymalnej określa nieujemny współczynnik λ_{oj} ($1 \leq j \leq J$). Współczynniki te stanowią wagi technologii obiektów w technologii optymalnej. Technologia optymalną dla o -tego obiektu jest:

$$(3.15) \quad T_o^* = \begin{bmatrix} x^* \\ y^* \end{bmatrix} = \sum_{j=1}^J \lambda_{oj} t_j,$$

gdzie:

t_j – technologia empiryczna j -tego obiektu,

λ_{oj} – współczynniki kombinacji technologii optymalnej są wagami określającymi wielkość udziału j -tego obiektu w technologii optymalnej dla o -tego obiektu.

Ustalając wagi λ_{oj} postuluje się aby technologia T_o^* , przy nakładach nie większych od nakładów o -tego obiektu, dawała wyniki nie mniejsze od wyników obiektu o -tego, takie że:

$$(3.16) \quad x^* \leq x_o, \quad y^* \geq y_o$$

Nawiązując do powyższego przykładu, nakłady obiektu O3 w punkcie P_3 wyznaczmy według formuły będącej kombinacją technologii obiektów O5 i O7.

$$(3.17) \quad \theta_3 x_{13} = \lambda_5 x_{15} + \lambda_7 x_{17}$$

$$(3.18) \quad \theta_3 x_{23} = \lambda_5 x_{25} + \lambda_7 x_{27}$$

Warto także przeanalizować obiekt O4 (rys. 3.4), dla którego współczynnik efektywności $\theta_4 = \frac{d(0, P_4)}{d(0, O_4)} = 1$. Obiekt ten znajduje się na granicy efektywności, gdyż zużywa minimalną wartość nakładu x_2 . Jest zatem efektywny w sensie efektywności Farrella. Charakteryzuje się więc „słabą” efektywnością. Natomiast nie jest efektywny w sensie metody DEA, ponieważ w rozwiązaniu optymalnym dla obiektu O4 pojawia się dodatni luz⁵⁸ nakładu x_1 , równy 3 jednostki. Oznacza to, że w badanej grupie jest taki obiekt (tutaj O1), który do wytworzenia tego samego wyniku zużywa o 3 jednostki mniej nakładu x_1 . Wzorcem technologicznym dla obiektu O4 jest obiekt O1. Przesunięcie wzdłuż granicy do punktu, w którym znajduje się obiekt O1 spowoduje, że obiekt O4 będzie efektywny także w sensie metody DEA.

3.4. Wybrane zalety i wady metody DEA

Powszechność stosowania tej metody wynika z następujących powodów:

- w metodzie tej nie ma potrzeby precyzyjnego określania zależności funkcyjnej między nakładami i rezultatami, co np. umożliwi uniknięcia dość kłopotliwego pytania o analityczną postać funkcji produkcji;
- możliwość analizowania działalności jednostek gospodarczych charakteryzujących się wielością nakładów i wyników;
- łatwość zastosowania tej metody w przypadku jednostek, których nie można scharakteryzować przy pomocy miar efektywności opartych na współczynnikach finansowych;
- niewielkie wymagania co do ilości informacji;
- nakłady i wyniki nie muszą być wyrażone w jednostkach pieniężnych i mogą być wyrażone we właściwych dla nich jednostkach naturalnych⁵⁹.

Wadami tej metody są:

- wrażliwość na nietypowe dane w obiektach uznanych za wzorcowe,
- estymacja miar nie ma charakteru statystycznego, przez co nie można określić właściwości statystycznych uzyskanych wyników;

⁵⁸ Nadwyżki nakładów lub niedobory wyników. W terminologii prognozowania matematycznego luzy opisywane są za pomocą zmiennych swobodnych..

⁵⁹ Micek M. (2007).

- niekiedy wadą może być także względny charakter efektywności⁶⁰. Efektywność ustalana jest na tle innych obiektów. Może się więc zdarzyć, że obiekt o przeciętnej efektywności zostanie uznany za obiekt wzorcowy, ponieważ pozostałe obiekty są jeszcze mniej efektywne.

3.5. Przegląd wybranych modeli DEA

W tej części pracy dokonamy przeglądu wybranych modeli DEA. Rozpocznimy go od modelu CCR, który jest punktem wyjścia dla wszystkich pozostałych modeli. Bowiem do chwili obecnej model ten doczekał się wielu modyfikacji i ciekawych zastosowań w bardzo różnych dziedzinach.

3.5.1. Model CCR

Model CCR zaproponowany przez trzech amerykańskich naukowców A. Charnesa, W. Coopera i A. Rhodesa jest modelem podstawowym, historycznie najstarszym, z 1978 roku.

Punktem wyjścia dla zaproponowanej przez autorów metody pomiaru efektywności obiektu, jest formuła:

$$(3.19) \quad \max \theta_o = \frac{\sum_{r=1}^N \mu_r y_r}{\sum_{n=1}^M v_n x_n},$$

gdzie:

θ_o – współczynnik efektywności o -tego obiektu, określający maksymalny iloraz sumy ważonych wyników i sumy ważonych nakładów

Autorzy wprowadzili dodatkowe warunki ograniczające, by możliwe było znalezienie rozwiązania, dla którego dla każdego obiektu iloraz „syntetycznego wyniku” i „syntetycznego nakładu” jest mniejszy lub równy jeden oraz dodatkowe założenie o nieujemności współczynników wagowych, ze względu na jego postać (nieliniowy model z ułamkowo – liniową funkcją celu) i związane z tym trudność estymacji. Autorzy stosując metodę transformacji Charnesa – Coopera przekształcili tak sformułowane zadanie do postaci liniowej, by dało się go rozwiązać za pomocą metod programowania liniowego. Powyższe

⁶⁰ Guzik B. (2009).

zadanie w postaci liniowej nazywane niekiedy modelem mnożnikowym (ang. *multiplier model*) ma postać:

$$(3.20) \quad \sum_{r=1}^R \mu_{ro} y_{ro} \rightarrow \max,$$

przy ograniczeniach:

$$(3.21) \quad \sum_{r=1}^R \mu_{ro} y_{rj} - \sum_{n=1}^N v_{no} x_{nj} \leq 0 \quad \text{dla } j = 1, \dots, J;$$

$$(3.22) \quad \sum_{n=1}^N v_{no} x_{no} \leq 1;$$

$$(3.23) \quad \mu_{ro}, v_{no} \geq 0 \quad \text{dla } r = 1, \dots, R; n = 1, \dots, N,$$

gdzie:

x_{nj} – wielkość n -tego nakładu w j -tym obiekcie,

y_{rj} – wielkość r -tego wyniku w j -tym obiekcie,

v_{no} – wycena jednostki n -tego nakładu w o -tym obiekcie,

μ_{ro} – wycena jednostki r -tego rezultatu w o -tym obiekcie.

Wyceny jednostkowe nazywane są wagami nakładów i rezultatów. Zadanie polega na znalezieniu takich wycen jednostkowych nakładów v_n i jednostkowych rezultatów μ_r , ażeby zmaksymalizować wycenę wszystkich rezultatów o -tego obiektu.

Przedstawiony model jest określany w literaturze przedmiotu jako ukierunkowany na nakłady model CCR (ang. *input-oriented CCR model*), którego postać dualną⁶¹ można zapisać następująco:

$$(3.24) \quad \theta_o \rightarrow \min$$

przy ograniczeniach:

$$(3.25) \quad \sum_{j=1}^J x_{nj} \lambda_{oj} \leq \theta_o x_{no} \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(3.26) \quad \sum_{j=1}^J y_{rj} \lambda_{oj} \geq y_{ro} \quad \text{dla } r = 1, \dots, R,$$

$$(3.27) \quad \theta_o, \lambda_{o1}, \lambda_{o2}, \dots, \lambda_{oJ} \geq 0.$$

gdzie:

θ_o – współczynnik efektywności o -tego obiektu,

$\lambda_{o1}, \dots, \lambda_{oJ}$ – współczynniki kombinacji technologii wspólnej zorientowanej na o -ty obiekt.

⁶¹ Często nazywany jest modelem w postaci *obwiedniowej* (*envelopment model*). To, której wersji zadania użyjemy zależy od potrzeb interpretacyjnych. Model mnożnikowy pozwala oszacować jednostkowe wyceny nakładów i wyników badanego obiektu na tle całego zbioru obiektów.

Rozwiązanie zadania (3.24)-(3.27) polega na znalezieniu wartości współczynnika θ_o , która umożliwi takie maksymalne zmniejszenia nakładów, przy którym nadal będzie możliwe osiągnięcie danego poziomu wyników. Analiza badanego zbioru obiektów wymaga sformułowania i rozwiązania po jednym zadaniu DEA dla każdego obiektu, w którym postuluje się znalezienie optymalnego sposobu przekształcania nakładów obiektu w wyniki, a więc znalezienia optymalnej technologii produkcji. Optymalna technologia to taka, która minimalizuje nakłady do poziomu nieprzekraczającego rzeczywistych nakładów, przy których możliwe jest uzyskanie wyników, niegorszych od rzeczywistych – o czym przesądzają warunki ograniczające.

Uzyskany z rozwiązania powyższego modelu współczynnik θ_o jest współczynnikiem efektywności technologicznej w sensie Farrella. Wskazuje on o ile badany obiekt powinien proporcjonalnie⁶² zredukować nakłady, aby stać się obiektem efektywnym. Efektywność w sensie Farrella to tak zwana *śłaba efektywność*, która nie uwzględnia pomiaru efektywności alokacyjnej. J. M. Farrell był świadomy tego ograniczenia, podejmował próby jego przewyżczenia, ale ostatecznie nie zaproponował odpowiedniej formuły matematycznej. Zrobili to dopiero Charnes, Cooper i Rhodes (1978). Zaproponowana przez nich formuła mierzy zarówno efektywność techniczną jak i efektywność alokacyjną. Pozwalając tym samym na określenie ogólnej efektywności, zwanej także efektywnością w sensie DEA.

Jeżeli w optymalnym rozwiązaniu zadania programowania liniowego w postaci standardowej (w którym warunki ograniczające dla nakładów i rezultatów są nierównościami) powstają różnice między lewą i prawą stroną odpowiednich warunków, to nazywać je będziemy luzami nakładów lub wyników, takimi że:

$$(3.28) \quad s_{or}^+ = \sum_{j=1}^J \lambda_{oj} y_{rj} - y_{ro} ,$$

oznacza nadwyżkę wyników technologii wspólnej ponad wynik obiektu o -tego i nazywana jest luzem r -tego wyniku w obiekcie o -tym;

$$(3.29) \quad s_{on}^- = \theta_n x_{no} - \sum_{j=1}^J \lambda_{oj} x_{nj} ,$$

oznacza niedobór nakładów technologii wspólnej w stosunku do tej części $\theta_o x_{on}$ nakładów o -tego obiektu, która odpowiada za jego efektywności i nazywana jest luzem n -tego nakładu.

Aby wyeliminować tę niedogodność, często rozpatruje się model DEA w postaci kanonicznej. Kanoniczne zadanie CCR ukierunkowane na nakłady jest formułowane w ten

⁶² Ponieważ w modelu CCR zastosowano efektywność radialną.

sposób, że nierówności w warunkach dla nakładów i rezultatów zastąpione są przez równania, co osiąga się poprzez wprowadzenie luzów. Luzy są wprowadzone do funkcji celu z nieujemnymi wagami⁶³.

Zadanie to zapisuje się w następującej postaci:

$$(3.30) \quad \theta_o - \varepsilon \left(\sum_{n=1}^N s_{on}^- + \sum_{r=1}^R s_{or}^+ \right) \rightarrow \min$$

przy ograniczeniach:

$$(3.31) \quad \sum_{j=1}^J x_{nj} \lambda_{oj} + s_{on}^- = \theta_o x_{no} \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(3.32) \quad \sum_{j=1}^J y_{rj} \lambda_{oj} - s_{or}^+ = y_{ro} \quad \text{dla } r = 1, \dots, R,$$

$$(3.33) \quad \lambda_{jo}, s_{or}^+, s_{on}^- \geq 0$$

gdzie: ε - nieskończenie mała liczba, która w pierwotnym sformułowaniu zadania programowania liniowego stanowiła dolne ograniczenie dla wag, aby zapobiec przyjmowaniu przez nie zerowych wartości.

W praktyce takie zadanie rozwiązuje się w dwóch etapach⁶⁴. W pierwszym wyznacza się minimalną wartość wskaźnika θ_o dla o -tego obiektu, rozwiązując standardowe zadanie CCR. W drugim etapie poszukuje się wag intensywności λ_{oj} , które maksymalizują sumę luzów przy stałej wartości θ_o obliczonej w kroku pierwszym.

Omówiony model ma postać:

$$(3.34) \quad \sum_{n=1}^N s_{on}^- + \sum_{r=1}^R s_{or}^+ \rightarrow \max$$

przy ograniczeniach:

$$(3.35) \quad \sum_{j=1}^J x_{nj} \lambda_{nj} + s_{on}^- = x_{no} \theta_o \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(3.36) \quad \sum_{j=1}^J y_{rj} \lambda_{oj} - s_{or}^+ = y_{ro} \quad \text{dla } n = 1, \dots, R,$$

$$(3.37) \quad \lambda_{jo}, s_{or}^+, s_{on}^- \geq 0.$$

⁶³ Wagami są nieskończenie małe liczby dodatnie ε .

⁶⁴ Guzik B. (2009).

Podsumowując, badany obiekt jest w pełni efektywny w sensie DEA, jeśli:

- znajduje się na granicy efektywności, jego współczynnik efektywności $\theta = 1$ (100%), a więc jest efektywny technicznie w sensie Farrella,
- jest efektywny alokacyjnie – używa właściwych proporcji nakładów i wyników wtedy, gdy luzu nakładów i rezultatów są zerowe.

Model CCR ukierunkowany na wyniki

Standardowy model CCR ukierunkowany na wyniki zapisujemy w postaci:

$$(3.38) \quad \varphi_o \rightarrow \max ,$$

przy ograniczeniach:

$$(3.39) \quad \sum_{j=1}^J x_{nj} \lambda_{oj} \leq x_{oj} \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(3.40) \quad \sum_{j=1}^J y_{rj} \lambda_{oj} \geq y_{ro} \varphi_o \quad \text{dla } r = 1, \dots, R,$$

$$(3.41) \quad \varphi_o, \lambda_{o1}, \dots, \lambda_{oJ} \geq 0 ,$$

$$(3.42) \quad \varphi_o \geq 1 .$$

Rozwiązanie powyższego zadania polega na znalezieniu maksymalnej wartości mnożnika φ_o poziomu wyników badanego obiektu, który jednocześnie stanowi informację o ile dany obiekt powinien zwiększyć swoje wyniki przy niezmiennym poziomie nakładów.

W podobny sposób można zapisać postać kanoniczną modelu CCR ukierunkowanego na wyniki:

$$(3.43) \quad \varphi_o + \varepsilon \left(\sum_{n=1}^N s_{on}^- + \sum_{r=1}^R s_{or}^+ \right) \rightarrow \max$$

przy ograniczeniach:

$$(3.44) \quad \sum_{j=1}^J x_{nj} \lambda_{oj} - s_{on}^- = x_{no} \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(3.45) \quad \sum_{j=1}^J y_{rj} \lambda_{oj} - s_{or}^+ = y_{ro} \varphi_o \quad \text{dla } r = 1, \dots, R,$$

$$(3.46) \quad \varphi_o \geq 1,$$

$$(3.47) \quad \varphi_o, \lambda_{o1}, \dots, \lambda_{oj}, s_{o1}^+, \dots, s_{oR}^+, s_{o1}^-, \dots, s_{oN}^- \geq 0.$$

Rozwiązanie zadania polega na znalezieniu takich wartości zmiennych decyzyjnych: $\varphi_o, \lambda_{ij}, s_{or}^+, s_{on}^-$, przy których wartość funkcji celu będzie maksymalna.

3.5.2. Model BCC

Od czasu powstania metody DEA, do chwili obecnej, opracowane zostały różne modyfikacje tej metody. W pierwszym modelu CCR założono stałe efekty skali – model CRS⁶⁵. W roku 1984 Banker, Charnes i Cooper⁶⁶ zaproponowali rozwinięcie modelu CCR do modelu przy założeniu zmiennych efektów skali – model VRS⁶⁷. Model ten w literaturze został nazwany od nazwisk autorów modelem BCC. Model BCC podobnie jak CCR może być ukierunkowany na nakłady lub na wyniki. Modyfikacja modelu CCR polega na dodaniu dodatkowego warunku ograniczającego, zgodnie z którym suma współczynników kombinacji wspólnej technologii jest równa 1 (warunek 3.56). Model BCC ukierunkowany na nakłady można zapisać w następującej postaci:

$$(3.48) \quad \theta_o \rightarrow \min$$

przy ograniczeniach:

$$(3.49) \quad \sum_{j=1}^J x_{nj} \lambda_{oj} \leq \theta x_{no} \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(3.50) \quad \sum_{j=1}^J y_{rj} \lambda_{oj} \geq y_{ro} \quad \text{dla } r = 1, \dots, R,$$

$$(3.51) \quad \sum_{j=1}^J \lambda_{oj} = 1 \quad \text{dla } j = 1, \dots, J,$$

$$(3.52) \quad \lambda_{o1}, \lambda_{o2}, \dots, \lambda_{oJ} \geq 0.$$

Zadanie programowania liniowego BCC w postaci kanonicznej, ukierunkowane na nakłady formułowane jest w ten sposób, że nierówności w warunkach dla nakładów i wyników zastąpione są równaniami.

⁶⁵ CRS – *constant return to scale* (stałe korzyści skali).

⁶⁶ Banker R., Charnes D.A., Cooper W.W. (1984).

⁶⁷ VRS – *variable returns to scale* (zmiennie korzyści skali).

$$(3.53) \quad \theta_o \rightarrow \min$$

przy ograniczeniach:

$$(3.54) \quad \sum_{j=1}^J x_{nj} \lambda_{oj} + s_{no}^- = \theta x_{no} \quad \text{dla } n=1, \dots, N,$$

$$(3.55) \quad \sum_{j=1}^J y_{rj} \lambda_{oj} - s_{ro}^+ = y_{ro} \quad \text{dla } r=1, \dots, R,$$

$$(3.56) \quad \sum_{j=1}^J \lambda_{oj} = 1 \quad \text{dla } j=1, \dots, J,$$

$$(3.57) \quad s_{ro}^+, s_{no}^-, \lambda_{o1}, \lambda_{o2}, \dots, \lambda_{oJ} \geq 0.$$

Największą zaletą modelu BCC jest możliwość wyodrębnienia ze wskaźnika całkowitej efektywności technicznej (ang. *Technical Efficiency* – *TE*) zarówno czystej efektywności technicznej (ang. *Pure Technical Efficiency* – *PTE*), jak i efektywności skali obiektu (ang. *Scale Efficiency* – *SE*). Aby tego dokonać należy za pomocą modelu CCR wyznaczyć całkowitą efektywność techniczną *TE*. Następnie model BCC jest wykorzystywany do obliczenia czystej efektywności technicznej *PTE*. Mając obliczoną całkowitą efektywność techniczną i czystą efektywność techniczną można wyznaczyć efektywność skali *SE* na podstawie wzorów:

$$(3.58) \quad SE = \frac{TE}{PTE},$$

lub

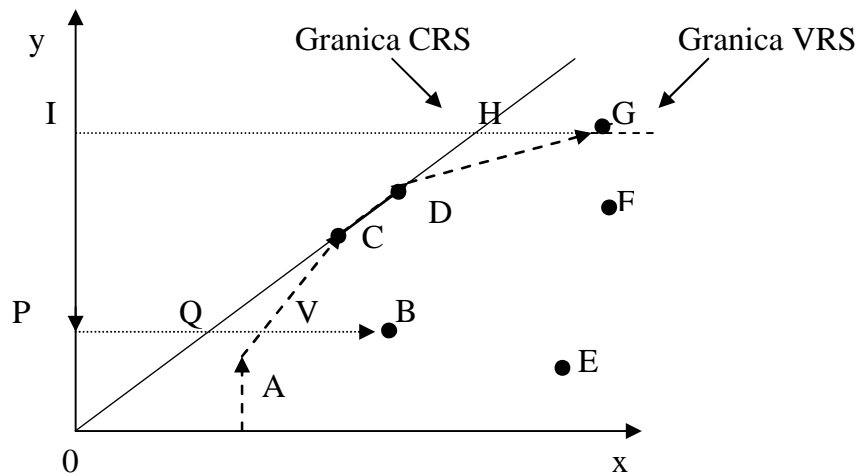
$$(3.59) \quad SE = \frac{\theta_{CCR}}{\theta_{BCC}}.$$

Tak wyliczona efektywność skali pozwala określić czy nieefektywność badanego obiektu wynika:

- z czystej nieefektywności technicznej (marnotrawienie nakładów),
- z działania w nieoptymalnym obszarze korzyści skali (nieefektywność skali),
- z nieefektywności technicznej i nieefektywności skali.

Sposób wykonania obliczeń dla przykładowego pojedynczego nakładu x i pojedynczego rezultatu y przedstawiono na rysunku 3.5.

Rys. 3.5 Krzywe efektywności dla modeli CCR i BCC.



Źródło: opracowanie na podstawie: Canter U., Kruger J., Hanusach H. (2007).

Granica CRS została wyznaczona przez obiekty efektywne, przy założeniu stałych efektów skali. Natomiast granica VRS, przy założeniu zmiennych efektów skali. Odcinek AC obejmuje obszar rosnących korzyści skali (jednostkowy przyrost nakładu powoduje więcej niż proporcjonalny przyrost rezultatu). Odcinek CD obejmuje obszar stałych korzyści skali (jednostkowy przyrost nakładu powoduje jednostkowy przyrost rezultatu). Odcinek DG to obszar malejących korzyści skali (jednostkowy przyrost nakładu powoduje mniej niż proporcjonalny przyrost rezultatu).

Obiekt B leży poza granicami efektywności, a więc jest nieefektywny. Całkowita nieefektywność techniczna obiektu B w modelu CCR wynosi:

$$(3.60) \quad TE = \theta_{CCR,B} = \frac{PQ}{PB} > 1.$$

gdzie:

$\theta_{CCR,B}$ – współczynnik efektywności obiektu B wyznaczony w wyniku zastosowania modelu CCR.

Czystą nieefektywność obiektu B obliczamy według wzoru:

$$(3.61) \quad PTE = \theta_{BCC,B} \frac{PV}{PB} > 1,$$

gdzie:

$\theta_{BCC,B}$ – współczynnik efektywności obiektu B wyznaczony w wyniku zastosowania modelu BCC.

Zauważmy dodatkowo, że:

$$(3.62) \quad \theta_{CCR,B} > \theta_{BCC,B} < 1.$$

Powyższa zależność jest konsekwencją przyjęcia dodatkowego warunku $\sum_{j=1}^J \lambda_{oj} = 1$ w

modelu BCC, co powoduje, że zbiór rozwiązań dopuszczalnych w modelu BCC zawiera się w ZRD⁶⁸ modelu CCR.

Mając obliczoną całkowitą efektywność techniczną i czystą efektywność techniczną, można obliczyć efektywność skali obiektu (*scale efficiency* – *SE*) według wzoru:

$$(3.63) \quad SE = \frac{PQ}{PV} = \frac{TE}{PTE} = \frac{\theta_{CCR,B}}{\theta_{BCC,B}}.$$

Na podstawie wskazań modelu BCC, obiekt G na rysunku 3.5. jest efektywny, ponieważ znajduje się na granicy VRS. Jego czystą efektywność *PTE* obliczamy jako odległość obiektu od granicy VRS według formuły:

$$(3.64) \quad PTE = \theta_{BCC,G}^* = \frac{IG}{IG} = 1.$$

Natomiast całkowitą efektywność otrzymamy ze wzoru:

$$(3.65) \quad TE = \theta_{CCR,G}^* = \frac{IH}{IG} < 1,$$

skąd wynika, że:

$$(3.66) \quad \theta_{CCR,G}^* < \theta_{BCC,G}^*.$$

Obiekty C i D znajdujące się jednocześnie na granicy CRS i VRS są efektywne w sensie modeli CCR i BCC, a ich całkowita efektywność techniczna wynosi 1. Obiekty te są technologicznie efektywne i jednocześnie znajdują się w optymalnym obszarze korzyści skali.

⁶⁸ Zbiór rozwiązań dopuszczalnych.

3.5.3. Model nadefektywności SE-CCR

Model nadefektywności jest kolejną modyfikacją podstawowego modelu CCR, która pozwala wyeliminować największą wadę tego modelu, związaną z brakiem możliwości klasyfikowania obiektów efektywnych ze względu na poziom wskaźnika efektywności. Dla wszystkich efektywnych obiektów jego wartość równa jest 1. Wskaźnik efektywności wyznaczony z modelu nadefektywności (ang. *super-efficiency*) dla obiektów efektywnych może być większy od 1, co sugeruje „nadefektywność” obiektu, i w przeciwieństwie do modelu CCR stwarza możliwość ustalenia rankingu obiektów w pełni efektywnych⁶⁹. Dlatego też wskaźnik efektywności z modelu SE-CCR jest niekiedy nazywany wskaźnikiem rankingowym. Wartości wskaźników efektywności dla obiektów nieefektywnych w modelu SE-CCR pozostają takie same, jak w modelu CCR. Model ten został zaproponowany przez Andersen i Petersen⁷⁰.

Standardowy model SE-CCR ukierunkowany na nakłady przyjmuje postać:

$$(3.67) \quad \theta_o \rightarrow \min$$

przy ograniczeniach:

$$(3.68) \quad \sum_{j=1}^J x_{nj} \lambda_{oj} \leq \theta x_{no} \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(3.69) \quad \sum_{j=1}^J y_{rj} \lambda_{oj} \geq y_{ro} \quad \text{dla } r = 1, \dots, R,$$

$$(3.70) \quad \lambda_{o1}, \lambda_{o2}, \dots, \lambda_{oJ} \geq 0,$$

$$(3.71) \quad \lambda_{o,o} = 0.$$

Zadanie to rozwiązujemy analogicznie jak zadanie CCR, dołączając tylko dodatkowy warunek ograniczający w postaci $\lambda_{o,o} = 0$. Oznacza to, że z badania zostaje wyłączony analizowany obiekt. W konsekwencji badany obiekt rozpatrywany jest na tle zbioru wszystkich pozostałych obiektów⁷¹.

Zadanie programowania liniowego w postaci kanonicznej przyjmuje postać:

$$(3.72) \quad \theta_o \rightarrow \min$$

przy ograniczeniach:

⁶⁹ Guzik B. (2008).

⁷⁰ Andersen P., Petersen N.C. (1993).

⁷¹ Guzik B. (2008a).

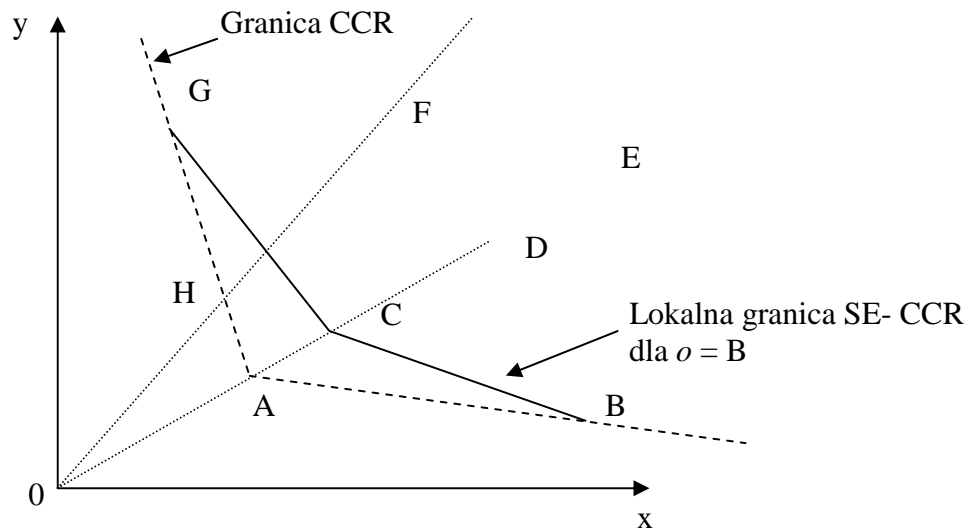
$$(3.73) \quad \sum_{j=1}^J x_{nj} \lambda_{oj} + s_{no}^- = \theta x_{no} \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(3.74) \quad \sum_{j=1}^J y_{rj} \lambda_{oj} - s_{ro}^+ = y_{ro} \quad \text{dla } r = 1, \dots, R,$$

$$(3.75) \quad s_{ro}^+, s_{no}^-, \lambda_{o1}, \lambda_{o2}, \dots, \lambda_{oJ} \geq 0.$$

$$(3.76) \quad \lambda_{o,o} = 0.$$

Rys. 3.6 Nadefektywność w modelu SE-CCR.



Źródło: opracowanie na podstawie Guzik (2009).

Na rysunku 3.6. przedstawiono ideę obliczania współczynnika efektywności w modelu SE-CCR. W modelu tym współczynnik efektywności⁷² obliczany jest w analogiczny sposób, jak w modelu CCR. Natomiast inaczej ustalana jest granica efektywności. W modelu SE-CCR granicę efektywności ustala się po wyłączeniu z badania rozpatrywanego obiektu o -tego. W przypadku obiektów efektywnych powoduje to powstanie nowej „lokalnej” granicy, przy czym każdemu efektywnemu obiektowi odpowiada inna „lokalna” granica. Oczywiście z wyjątkiem sytuacji, gdy kilka obiektów ma tę samą technologię – wtedy dla tych obiektów lokalna granica jest taka sama⁷³.

⁷² Nazywany także współczynnikiem rankingowym.

⁷³ Guzik B. (2008b).

Przykładowo granicą efektywności dla obiektu A w modelu SE-CCR jest granica wyznaczona dla obiektów G,C,B, którą otrzymano po wyłączeniu z badania obiektu A. Efektywność obiektu A wynosi:

$$(3.77) \quad \theta_{SE-CCR,A}^* = \frac{OC}{OA} > 1,$$

zatem obiekt A jest bardziej efektywny (nadefektywny) niż inne efektywne obiekty znajdujące się na „lokalnej” granicy efektywności.

Z kolei po wyłączeniu z badania obiektu D (obektu nieefektywnego) granica efektywności nie ulegnie zmianie i będzie identyczna z granicą CCR. Oznacza to, że dla obiektu nieefektywnego:

$$(3.78) \quad \theta_{CCR}^* = \theta_{SE-CCR}^*.$$

3.5.4. Model efektywności nieradialnej NR-DEA (*Non-radial* DEA)

Opisane modele CCR i SE-CCR nawiązują do koncepcji efektywności sformułowanej przez Farrella – Debreu. Określenie efektywności technologii w sensie Farrella-Debreu sprowadza się do wyznaczenia współczynnika θ_o , umożliwiającego maksymalne i proporcjonalne zmniejszenie nakładów lub zwiększenie rezultatów⁷⁴ wzdłuż promienia technologicznego do takiego poziomu, przy którym nadal możliwe jest uzyskanie określonych wyników przez o -ty obiekt.

Podstawową wadą miary efektywności w sensie Farrella-Debreu jest jej radialny (liniowy) charakter. Co jest równoznaczne z założeniem o proporcjonalnej redukcji wszystkich nakładów. Z ekonomicznego punktu widzenia jest to cecha niekorzystna. Bardziej naturalne jest przypuszczenie, że nie wszystkie nakłady w takim samym stopniu przyczyniają się do powstania określonego wyniku lub zestawu wyników. Na przykład inna może być efektywność starych generacji majątku produkcyjnego, a inna nowych generacji.

Rozwiązanie tego problemu zaproponowali Thanassoulis, Dyson (1992), a także Zhu (1996) w modelu efektywności nieradialnej (*non-radial* DEA). Model ten jest modyfikacją modeli DEA, w szczególności modelu CCR. Polega ona na wprowadzeniu cząstkowych

⁷⁴W modelu ukierunkowanym na wyniki.

mnożników dla poszczególnych nakładów⁷⁵, co jest nawiązaniem do efektywności w sensie Russella, a więc efektywności nieradialnej. Przy czym cząstkowe wskaźniki efektywności są radialne. Efektywność nieradialną w sensie Russella dla o -tego obiektu, opisuje współczynnik $\bar{\theta}_o$. Model NR-CCR ma następującą postać:

$$(3.79) \quad \bar{\theta}_o = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \theta_{no} \rightarrow \min,$$

przy ograniczeniach:

$$(3.80) \quad \sum_{j=1}^J y_{rj} \lambda_{oj} \geq y_{ro} \quad \text{dla } r = 1, \dots, R,$$

$$(3.81) \quad \sum_{j=1}^J x_{nj} \lambda_{oj} \leq \theta_{no} x_{no} \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(3.82) \quad \theta_{no} \leq 1 \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(3.83) \quad \lambda_{oj}, \theta_{on} \geq 0 \quad \text{dla } j = 1, \dots, J, n = 1, \dots, N,$$

gdzie:

θ_{no}^* – optymalny mnożnik n -tego nakładu w o -tym obiekcie.

Współczynnik ten należy interpretować jako wskaźnik efektywności o -tego obiektu ze względu na n -ty nakład. Określa on o ile procent, powinien zostać zmniejszony n -ty nakład w o -tym obiekcie, aby obiekt ten stał się efektywny ze względu na rozpatrywany nakład⁷⁶.

3.5.5. Model SBM (*Slack-Based Measure*)

Model SBM jest modelem efektywności nieradialnej, podobnie jak model NR-CCR. Z tą jednak różnicą, że w modelu NR-CCR występują cząstkowe wskaźniki efektywności dla poszczególnych nakładów, a nieradialną miarą efektywności w sensie Russella jest średnia wartość cząstkowych wskaźników efektywności. Natomiast model SBM pozwala na obliczenie jednego wskaźnika efektywności δ , który uwzględnia ewentualne luzy, występujące w warunkach ograniczających zadania.

⁷⁵ W modelu ukierunkowanym na rezultaty występują cząstkowe mnożniki wyników.

⁷⁶ Guzik, B. (2009).

Model SBM przyjmuje następującą postać⁷⁷:

$$(3.84) \quad \delta_{SBM,o} = \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_{io}^-}{x_{io}}}{1 + \frac{1}{s} \sum_{r=1}^s \frac{s_{ro}^+}{y_{ro}}} \rightarrow \min$$

przy ograniczeniach:

$$(3.85) \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_{jo} x_{ij} + s_{io}^- = x_{io} \quad \text{dla } i = 1, \dots, m,$$

$$(3.86) \quad \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_{oj} - s_{ro}^+ = y_{ro} \quad \text{dla } r = 1, \dots, s,$$

$$(3.87) \quad \lambda_{jo}, s_{io}^-, s_{ro}^+ \geq 0.$$

Idea modelu jest następująca: maksymalna efektywność rozpatrywanego *o*-tego obiektu jest w liczniku funkcji celu pomniejszana o średni udział luzów w wartościach nakładów, zaś w mianowniku powiększana o średni udział luzów w wartościach rezultatów. Jeżeli:

$$(3.88) \quad s_{ro}^+ = s_{io}^- = 0 \Rightarrow \delta_{SBM_o} = 1$$

a każdy niezerowy luz, związany z nakładami lub wynikami, będzie zmniejszał wartość wskaźnika efektywności.

Powyższy model można także przedstawić w postaci ukierunkowanej na nakłady, wtedy funkcja celu przyjmie postać⁷⁸:

$$(3.89) \quad \delta_{SBM,o} = 1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_{io}^-}{x_{io}}.$$

Największą zaletą modelu SBM jest możliwość dokonania dekompozycji wskaźnika efektywności δ . Wskaźnik δ jest wskaźnikiem θ z modelu CCR = TE, który w modelu SBM jest korygowany o niezerowe luzy. Porównując wskaźniki efektywności δ z modelu SBM ze

⁷⁷ Model SBM z nadefektywnością został zastosowany w rozprawie doktorskiej Domagała A. (2009).

⁷⁸ Model SBM został przedstawiony w pracy Cooper W.W., Seiford L.M., Tone T. (2007).

wskaźnikiem θ z modelu CCR można wskazać na przyczyny nieefektywności badanego obiektu:

- jeżeli $\delta_{SBM,o} = \theta_{CCR,o} < 1$, to w modelu CCR nie ma niezerowych luzów, a nieefektywność o -tego obiektu jest nieefektywnością TE , zaś redukcja nakładów do poziomu optymalnego będzie miała charakter proporcjonalny (radialny) wzdłuż promienia technologicznego;
- jeżeli $\delta_{SBM,o} < \theta_{CCR,o}$, to poza nieefektywnością TE w o -tym obiekcie występują także niezerowe luzy⁷⁹. Oznacza to, że redukcja nakładów do poziomu optymalnego będzie inna niż wzdłuż promienia technologicznego (nieradialna), wskutek czego proporcje między nakładami ulegną zmianie.

Podsumowując, nieefektywność związana z luzami (ang. *slack*) występuje wtedy, gdy:

$$(3.90) \quad \frac{\delta_{SBM}^*}{\theta_{CCR}^*} = Slack = \frac{\delta_{SBM}^*}{TE} < 1,$$

Wynika stąd, że:

$$(3.91) \quad \delta_{SBM}^* = Slack * TE .$$

Pamiętając, że dla modelu BCC:

$$(3.92) \quad TE = PTE * Scale,$$

zatem wskaźnik efektywności dla modelu SBM można zapisać w postaci:

$$(3.93) \quad \delta_{SBM}^* = Slack * TE * Scale.$$

W wyniku dekompozycji wskaźnika efektywności modelu SBM można wyodrębnić:

- miarę efektywności skali *Scale*, która pozwala ocenić czy badany obiekt działa w optymalnym dla siebie obszarze korzyści skali;
- wskaźnik czystej efektywności technicznej *PTE*, który wskazuje na wielkość proporcjonalnej redukcji wszystkich nakładów, do poziomu optymalnego;
- miarę efektywności *Slack*, która pokazuje czy redukcja nakładów do optymalnego poziomu naruszy proporcje między nakładami i jest związana z występowaniem niezerowych luzów⁸⁰.

⁷⁹ Nieradialną efektywność związaną z występowaniem luzów nazwano *mix*-efektywnością.

⁸⁰ Domagała A. (2009).

3.6. Podsumowanie

Celem rozdziału było omówienie podstawowych rodzajów efektywności ekonomicznej występujących w metodzie DEA, a następnie przedstawienie modeli DEA, spośród których wybrane modele zostaną zastosowane jako narzędzia wnioskowania o zróżnicowaniu efektywności technologii stosowanych w gospodarkach regionalnych oraz efektach polityki spójności Unii Europejskiej w łagodzeniu nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce. W wyniku rozpoznania w niniejszym rozdziale potencjału analitycznego przedstawionych modeli DEA uznano, że na potrzeby prowadzonych w dalszej części pracy badań przydatne będą przede wszystkim modele: CCR, NRCCR i BCC.

Zastosowanie metody DEA do badania efektywności regionalnych gospodarek i jej zmian w czasie jest przykładem nowego zastosowania tej metody w badaniach, które dotąd najczęściej były prowadzone w oparciu o modele ekonometryczne.

Do najistotniejszych zalet metody DEA zaliczamy niewielkie wymagania dotyczące liczby obserwacji statystycznych. Ponadto, dokonanie pomiaru i dekompozycji wzrostu gospodarczego w oparciu o metodę DEA powoduje, że nie jest wymagana znajomość zależności funkcyjnej, jaka występuje pomiędzy nakładami a wynikiem - utożsamiana z makroekonomiczną funkcją produkcji. Zatem wyniki nie będą obciążone potencjalnym błędem wynikającym z niedostatecznego dopasowania modelu do danych empirycznych lub niedostatecznie długich szeregów czasowych. Omawiana metoda pozwala nie tylko wyznaczyć efektywność technologii stosowanych w gospodarkach regionalnych, ale także dostarcza informacji o przyczynach ewentualnej nieefektywności, z jednoczesną informacją o takich koniecznych zmianach, które pozwolą tę nieefektywność wyeliminować. Ponadto umożliwia ona analizę efektywności technologii gospodarek regionalnych nie tylko w zależności od wielkości i struktury nakładów, lecz także od stosowanej technologii oraz od skali produkcji. Dla każdej z gospodarek istnieje bowiem taka skala produkcji, która pozwala w pełni wykorzystać korzyści skali. Przedstawiona w tym rozdziale metoda pozwala także zweryfikować efektywność skali produkcji.

Pewną słabością tej metody, w jej standardowej postaci, jest jej statyczny charakter. Dlatego też w pracy użyjemy dodatkowych narzędzi, będących uzupełnieniem metody DEA, pozwalających wyeliminować tę niedogodność i rozszerzyć możliwości poznawcze wynikające z zastosowania metody DEA w jej standardowej postaci. Za kolejną słabość metody DEA uznaje się jej względny charakter, w efekcie czego uzyskane wyniki pozwalają

dokonywać porównań jedynie pomiędzy innymi obiektami w badanej grupie. Jeśli np. w badanej grupie gospodarek znajdują się tylko słabe technologicznie gospodarki, to może się okazać, że zgodnie ze wskazaniem tej metody słaba technologicznie gospodarka będzie gospodarką wzorcową. Warto także wspomnieć o dużej wrażliwości wyników uzyskanych w rezultacie zastosowania tej metody na obserwacje odstające, które mogą znacznie zniekształcić uzyskane wyniki. Wydaje się, że w odniesieniu do przeprowadzonego w niniejszej pracy celu badawczego takie ograniczenia nie powinny stwarzać istotnego zagrożenia dla wiarygodności i jakości uzyskanych wyników, gdyż przedmiotem naszego zainteresowania są województwa w Polsce, które są względnie homogenicznymi obiektami badania.

Rozdział 4

Konkurencyjność regionów w Polsce

Wprowadzenie

W warunkach postępującej globalizacji i związanej z nią integracji gospodarczej, rozwój regionów odbywa się w coraz bardziej konkurencyjnym otoczeniu innych regionów z danego kraju lub za jego granicami. Regiony konkurują między sobą na rynku krajowym, europejskim i globalnym. Przedmiotem ich rywalizacji jest dążenie do pozyskania inwestorów, tworzących miejsca pracy i przynoszących dodatkowy dochód, pracowników o najwyższych kwalifikacjach, zdolnych do wytwarzania innowacji i stosowania nowych, zaawansowanych technologii, a także do wykorzystania środków z funduszy Unii Europejskiej. Głównym motywem tej konkurencji jest przyspieszenie procesów rozwoju i wzrostu gospodarczego w danym regionie.

Konkurencyjność regionów jest pojęciem stosowanym w dwojakim znaczeniu: jako zespół cech decydujących o atrakcyjności regionu, jako miejsca do lokowania kapitału i jako miejsca zamieszkania, a także jako wyraz atrakcyjności produktów i usług wytwarzanych w danym regionie. Oba ujęcie konkurencyjności ściśle się ze sobą wiążą. Warunki jakie regiony stwarzają dla prowadzenia działalności gospodarczej są istotnym czynnikiem określającym konkurencyjność przedsiębiorstw. Warunki niekorzystne mogą utrudniać działalność przedsiębiorstw. W efekcie dany region staje w obliczu znacznych trudności gospodarczych i społecznych.

Wymienione uwarunkowania sprawiają, że znane z literatury przedmiotu zagadnienie konkurencyjności, tradycyjnie należące do sfery mikroekonomii, jest współcześnie coraz częściej rozpatrywane w skali mezoekonomicznej lub makroekonomicznej. Konkurencyjność stała się ważnym zagadnieniem rozwoju regionalnego, a poprawa konkurencyjności regionów stanowi jeden z ważniejszych celów polityki regionalnej.

Celem rozdziału jest rozpoznanie czynników decydujących o konkurencyjności technologicznej polskich regionów. Konkurencyjność technologiczną rozumiemy jako sprawność, z jaką dany region transformuje posiadane zasoby w wyniki, na tle

pozostałych województw. Cel badawczy zrealizujemy w taki sposób, aby poza aspektem gospodarczym możliwe było uwzględnienie także społecznego aspektu konkurencyjności regionów. W tym celu wytypujemy wstępną listę potencjalnych zmiennych, które następnie poddamy selekcji. Jako narzędzie doboru zmiennych zastosujemy analizę korelacji kanonicznych. Na podstawie tak wyselekcjonowanych zmiennych skonstruujemy model DEA, który posłuży do oceny konkurencyjności regionów pod względem sprawności przekształcania nakładów w wyniki.

4.1. Analiza korelacji kanonicznych jako metoda doboru zmiennych do modelu DEA

Problematyka rozwoju społeczno – gospodarczego oraz skuteczności polityki spójności Unii Europejskiej obejmuje wiele czynników i wymaga łącznego rozpatrywania wielu cech. Z punktu widzenia poprawności oraz wartości poznawczej prowadzonych badań ważne jest znalezienie i wyodrębnienie istotnych zależności, jakie zachodzą między zmiennymi.

W niniejszym rozdziale przedstawimy przykład zastosowania analizy kanonicznej, jako metody doboru zmiennych do modelu DEA. W badaniach efektywności typu DEA rzadko stosowane są procedury doboru zmiennych. Często wybór zmiennych do badania opiera się na wiedzy, doświadczeniu lub intuicji badacza. Warto w tym miejscu zauważyć, że staranny dobór zmiennych determinuje jakość uzyskanych wyników, a tym samym także ich wartość poznawczą. Wobec powyższego zaproponowano autorską metodę selekcji zmiennych do modelu DEA. Metoda ta została skonstruowana w oparciu o analizę korelacji kanonicznych. Umożliwia ona łączne badanie związków pomiędzy dwoma zbiorami zmiennych.

4.1.1. Idea analizy korelacji kanonicznych

Analiza korelacji kanonicznej (ang. *canonical correlation analysis*, CCA) jest metodą statystyczną, która została wprowadzona w latach 30. XX wieku przez Harolda Hotellinga. Metoda ta jest procedurą szacowania związku między dwoma zbiorami zmiennych, którego celem jest stwierdzenie czy zmienność jednej grupy zmiennych można użyć do przewidywania zmienności w drugiej grupie zmiennych. Pozwala ona badać związki zachodzące pomiędzy dwoma zbiorami zmiennych. Związki te są interpretowane jako zależności między dwoma typami nowych zmiennych, nazwanych zmiennymi kanonicznymi.

Wyznaczane są one w taki sposób, aby maksymalnie wyjaśnić liniowe zależności pomiędzy zmiennymi należącymi do różnych zbiorów⁸¹.

Powyższa metoda dostarcza w szczególności informacji o tym:

- jaki jest zakres oddziaływania zbioru zmiennych objaśniających $\{X_1, X_2, \dots, X_p\}$ na zbiór zmiennych objaśnianych $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_q\}$;
- który z możliwych zbiorów zmiennych objaśniających wyjaśnia maksymalny zakres zmienności w obszarze zbioru $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_q\}$;
- czy wprowadzenie nowych zmiennych objaśniających lub objaśnianych do analizowanych zbiorów zwiększy zakres wyznaczonej wariancji całkowitej;
- które zmienne objaśniające, rozpatrywane łącznie, opisują największy zakres zmienności zbioru zmiennych objaśnianych $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_q\}$.

W kontekście badania efektywności gospodarek regionalnych metodą DEA bardzo ważne są wymienione możliwości poznawcze algorytmu CCA. Bowiem rozpatrywanie pojedynczych zmiennych, niewłaściwy dobór zbioru zmiennych, czy wreszcie uwzględnienie jedynie niektórych spośród nich mogłoby, poprzez utratę informacji o właściwych relacjach zachodzących pomiędzy zbiorami analizowanych zmiennych, zawęzić a nawet zniekształcić obraz badanego zjawiska. Aby rozpoznać zakres i kierunek zależności pomiędzy zbiorami zmiennych wykorzystano analizę korelacji kanonicznych. Celem przeprowadzonej analizy korelacji kanonicznych jest ocena powiązań między grupą zmiennych, reprezentującą potencjalne czynniki rozwoju regionalnego, a grupą zmiennych opisującą efekty rozwoju regionalnego i polityki spójności UE. Reasumując, idea analizy kanonicznej sprowadza badanie zależności dwóch zbiorów zmiennych do analizowania powiązań „ukrytych” (sum ważonych zmiennych pierwszego i drugiego zbioru). Ukryte zmienne dobierane są tak, aby dwie sumy ważne były ze sobą maksymalnie skorelowane. Spełnienie warunku maksymalnego skorelowania oznacza otrzymanie par zmiennych, dobrze reprezentujących dane w ramach utworzonego modelu. W analizie kanonicznej, otrzymane zmienne nazywa się pierwiastkami lub zmiennymi kanonicznymi, a korelacje między nimi – korelacjami kanonicznymi. Niska korelacja lub jej brak świadczy o złym skonstruowaniu modelu lub o rzeczywistym braku powiązań między zbiorami zmiennych.

Podczas wyznaczania pierwiastków kanonicznych obliczane są wartości własne, które można interpretować jako część wariancji wyjaśnionej przez korelacje między odpowiednimi

⁸¹ Morrisom D.F. (1990), Thomson B. (1984), Krzyśko M., Ratajczak W. (1978).

zmiennymi kanonicznymi. Udział zmiennej pierwotnej w pierwiastku kanonicznym jest określany za pomocą wag kanonicznych oraz ładunków kanonicznych.

Każdy pierwiastek kanoniczny reprezentuje dwie ważone sumy, po jednej dla każdego zbioru. Im większa jest bezwzględna wartość wagi, tym większy jest wkład rozpatrywanej zmiennej do sumy. Pozwalają one ocenić strukturę każdego pierwiastka kanonicznego, czyli udział każdej zmiennej w ważonej sumie.

Drugim sposobem interpretacji pierwiastków kanonicznych jest wnioskowanie na podstawie wartości ładunków czynnikowych. Ładunki te są miarami korelacji między zmienną kanoniczną, a zmiennymi pierwotnymi w obu zbiorach. Zmienne, które są wysoko skorelowane ze zmienną kanoniczną, są lepszymi nośnikami informacji. Dlatego należy je uwzględnić podczas interpretacji danej zmiennej kanonicznej.

4.1.2. Algorytm analizy korelacji kanonicznych

Przyjmijmy, że macierz analizowanych danych składa się z dwóch podzbiorów zmiennych. Pierwszy zbiór traktujemy jako zbiór zmiennych objaśniających, zaś drugi jako zbiór prognozowanych zmiennych objaśnianych:

$$(4.1) \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} y_{ij} \\ x_{ij} \end{bmatrix},$$

gdzie:

$$i = 1, \dots, n,$$

$$j = 1, \dots, q.$$

Zmienne kanoniczne (zwane także pierwiastkami kanonicznymi) są liniową kombinacją zmiennych pierwotnych:

$$(4.2) \quad \mathbf{U} = \mathbf{A}^T \mathbf{X},$$

$$(4.3) \quad \mathbf{V} = \mathbf{B}^T \mathbf{Y},$$

gdzie:

\mathbf{X}, \mathbf{Y} – macierze, w których każda kolumna odpowiada jednej z wejściowych zmiennych z pierwszego (X) i drugiego (Y) zbioru,

$\mathbf{U} = [u_{li}]$ - macierz zmiennych kanonicznych pierwszego typu,

$\mathbf{V} = [v_{li}]$ - macierz zmiennych kanonicznych drugiego typu

$\mathbf{A}^T = [a_{jl}]$ - transponowana macierz wag kanonicznych ($q \times s$), przy czym a_{jl} jest wagą zmiennej kanonicznej pierwszego typu,

$\mathbf{B}^T = [b_{jl}]$ - transponowana macierz wag kanonicznych ($(m-q) \times s$), przy czym b_{jl} jest wagą kanoniczną j -tej zmiennej dla l -tej zmiennej kanonicznej drugiego typu.

Przyjmujemy następującą formułę wyznaczania wag kanonicznych. Niech \mathbf{R} oznacza macierz korelacji zmiennych postaci:

$$(4.4) \quad \mathbf{R} = \begin{bmatrix} \mathbf{R}_{11} & \mathbf{R}_{12} \\ \mathbf{R}_{21} & \mathbf{R}_{22} \end{bmatrix},$$

gdzie:

\mathbf{R}_{11} – macierz korelacji zmiennych objaśnianych Y ,

\mathbf{R}_{22} – macierz korelacji zmiennych objaśniających X ,

$\mathbf{R}_{12}, \mathbf{R}_{21}$ – macierze korelacji obu rodzajów zmiennych.

Wagi kanoniczne są tak dobierane, aby zmaksymalizować korelację pomiędzy pierwszą parą zmiennych kanonicznych:

$$(4.5) \quad r_1 = r_{u_1, v_1} = \frac{(a_1 \mathbf{R}_{12} b_1)}{[(a_1 \mathbf{R}_{11} a_1)(b_1 \mathbf{R}_{22} b_1)]^{\frac{1}{2}}},$$

gdzie:

r_{u_1, v_1} – współczynnik korelacji kanonicznej.

Wagi kanoniczne dla pierwszej pary zmiennych są wyznaczane poprzez rozwiązanie następującego układu równań:

$$(4.6) \quad (\mathbf{R}_{11}^{-1} \mathbf{R}_{12} \mathbf{R}_{22}^{-1} \mathbf{R}_{21} - \lambda_1 \mathbf{I}) a_1 = 0$$

$$(4.7) \quad (\mathbf{R}_{22}^{-1} \mathbf{R}_{21} \mathbf{R}_{11}^{-1} \mathbf{R}_{12} - \lambda_1 \mathbf{I}) b_1 = 0,$$

gdzie:

współczynniki korelacji kanonicznych r_i są pierwiastkami liczb λ_i :

$$(4.8) \quad r_i = \sqrt{\lambda_i}$$

Zmienne kanoniczne są wyznaczane w wyniku rozwiązania układu równań:

$$(4.9) \quad \left| \mathbf{R}_{11}^{-1} \mathbf{R}_{12} \mathbf{R}_{22}^{-1} \mathbf{R}_{21} - \lambda \mathbf{I} \right| = 0,$$

$$(4.10) \quad \left| \mathbf{R}_{22}^{-1} \mathbf{R}_{21} \mathbf{R}_{11}^{-1} \mathbf{R}_{12} - \lambda \mathbf{I} \right| = 0,.$$

a liczba pierwiastków kanonicznych jest równa $s = \min(q, m-q)$.

Ze względu na fakt, że zmienne kanoniczne danego typu nie są ze sobą skorelowane, więc suma kwadratów współczynników korelacji kanonicznej dla wszystkich par zmiennych kanonicznych jest miarą stopnia wyjaśniania zmienności (poprzez związki liniowe) jednego typu zmiennych (objaśnianych) przez drugi typ zmiennych (objaśniających):

$$(4.11) \quad R^2 = \sum_{l=1}^s r_l^2.$$

W prawidłowo skonstruowanym modelu uwzględniamy wszystkie pary zmiennych kanonicznych, dla których współczynniki korelacji są istotne. Weryfikację istotności par zmiennych kanonicznych przeprowadzamy stosując statystykę testową postaci:

$$(4.12) \quad \chi_k^2 = - \left(n - 1 - \frac{q + (m - q) + 1}{2} \right) \sum_{l=k+1}^s \ln \left(1 - r_{u_l, v_l}^2 \right)$$

W zaproponowanej metodzie doboru zmiennych do modelu DEA, interpretacja wyników analizy korelacji kanonicznych została dokonana za pomocą ładunków czynnikowych. Kanoniczne ładunki czynnikowe są współczynnikami korelacji liniowej pomiędzy zmiennymi pierwotnymi, a zmiennymi kanonicznymi.

W celu interpretacji zmiennych kanonicznych możemy przedstawić zbiory zmiennych pierwotnych w postaci kombinacji liniowej zmiennych kanonicznych:

$$(4.13) \quad \mathbf{Y} = \mathbf{C} \mathbf{U},$$

$$(4.14) \quad \mathbf{X} = \mathbf{D} \mathbf{V},$$

gdzie:

$\mathbf{C} = [c_{jl}]$ – macierz kanonicznych ładunków czynnikowych ($s \times q$),

c_{lj} – kanoniczny ładunek czynnikowy znajdujący się przy j -tej zmiennej pierwotnej i l -tej zmiennej kanonicznej pierwszego typu,

$D = [d_{jl}]$ – macierz kanonicznych ładunków czynnikowych ($s \times (m-q)$),

d_{jl} , – kanoniczny ładunek czynnikowy znajdujący się przy j -tej zmiennej pierwotnej i l -tej zmiennej kanonicznej drugiego typu.

Kwadrat współczynnika korelacji (współczynnik determinacji) określa, jaka część wariacji danej zmiennej wejściowej (nakładu) jest wyjaśniana przez daną zmienną kanoniczną. Tym samym przy interpretacji zmiennych kanonicznych bierzemy pod uwagę zmienne wejściowe silnie z nimi skorelowane.

4.1.3. Etapy doboru zmiennych do modelu DEA

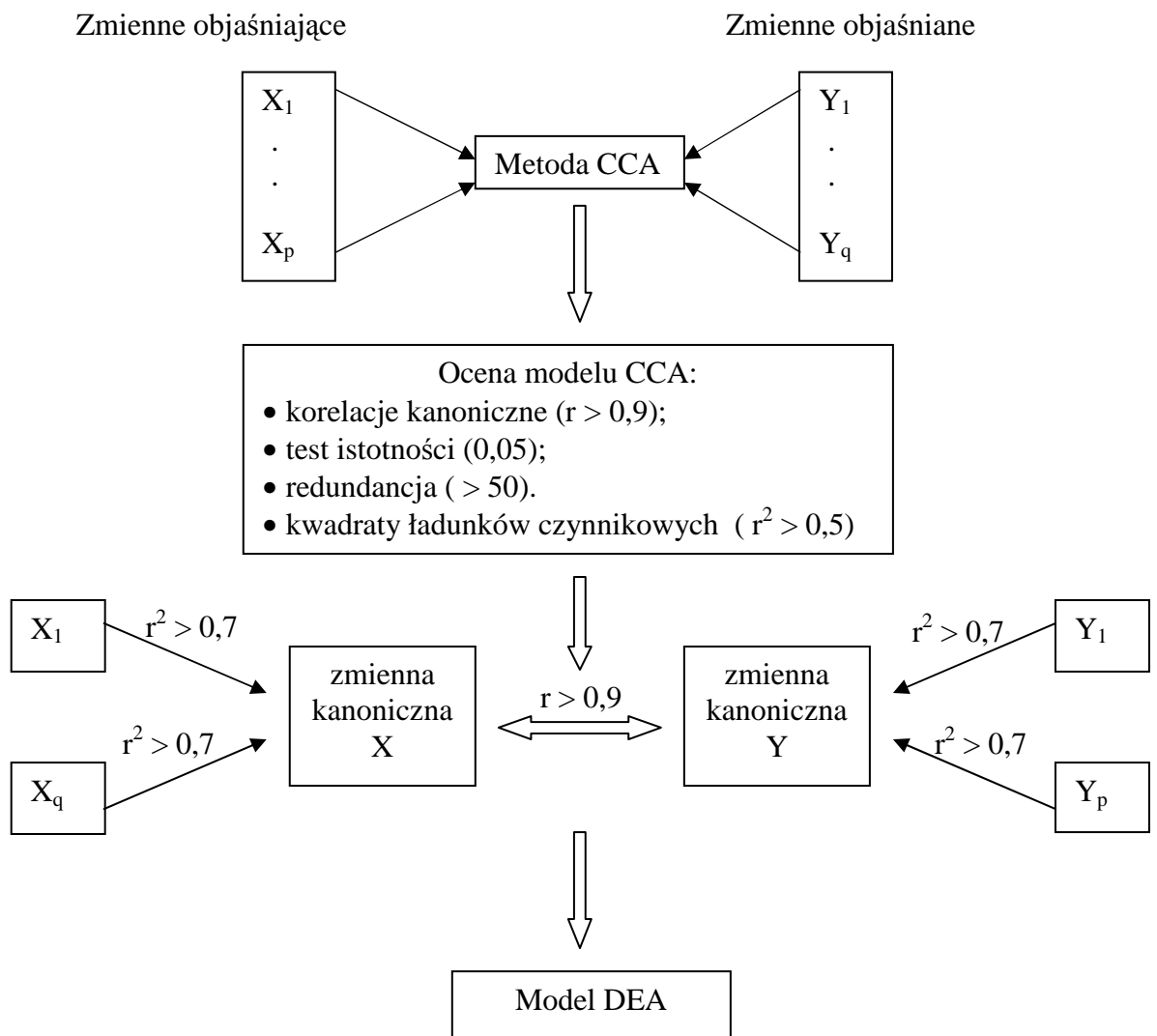
Idea zaproponowanej tutaj procedury doboru zmiennych do modelu DEA oparta została na analizie korelacji kanonicznych. Pozwala ona określić zakres równoczesnego wpływu zbioru zmiennych objaśniających na zbiór zmiennych objaśnianych, wskazując na najbardziej istotne zmienne z danego zestawu.

Warunki, na podstawie których podejmuje się decyzję o dołączeniu danej zmiennej do modelu, wiążą się z kryteriami weryfikacji modelu analizy korelacji kanonicznych, do których należą:

- współczynnik korelacji między zmiennymi kanonicznymi,
- test istotności dla zmiennych kanonicznych,
- wartość redundancji, która wskazuje ile procent zmienności w danym zbiorze możemy wyjaśnić przez kolejne zmienne kanoniczne,
- wartość ładunków czynnikowych oraz kwadraty ładunków czynnikowych, które wskazują jaka część zmienności danej zmiennej pierwotnej jest wyjaśniana przez określoną zmienną kanoniczną.

Algorytm proponowanej procedury selekcji zmiennych przedstawiono na rysunku 4.1. Jest on autorskim rozwiązaniem, opracowanym na potrzeby badań prowadzonych z zastosowaniem metody DEA w sytuacji, gdy dysponujemy większą liczbą zmiennych zarówno po stronie nakładów, jak i wyników.

Rys. 4.1 Schemat selekcji zmiennych.



Źródło: opracowanie własne.

Algorytm postępowania jest następujący:

Etap I.

Na podstawie listy potencjalnych zmiennych konstruowany jest model analizy korelacji kanonicznych.

Etap II.

Na tym etapie dokonuje się oceny modelu pod kątem wartości korelacji kanonicznych, ich istotności oraz wartości redundancji – procent wariacji wyjaśnionej w ramach modelu. Jeżeli model spełnia tak określone warunki, przechodzimy do etapu trzeciego.

Etap III.

Decyzję o włączeniu danej zmiennej do modelu DEA podejmujemy na podstawie wartości kwadratów ładunków czynnikowych, czyli współczynników determinacji. Wskazują one, jaka część zmienności danej zmiennej pierwotnej została wyjaśniona przez daną zmienną kanoniczną.

4.1.4. Wyniki analizy korelacji kanonicznych

Przeprowadzona analiza CCA ma na celu identyfikację i określenie związków pomiędzy zbiorami zmiennych. W modelach typu DEA dobór zmiennych najczęściej dokonywany jest intuicyjnie na podstawie wiedzy i doświadczenia badacza. Jednak, aby dokonać właściwego doboru zmiennych – takich, które w istotnym stopniu przyczyniają się do powstania określonych wyników, zaproponowano metodę CCA. Pozwoli ona wyeliminować zmienne, które nie wnoszą dodatkowych informacji do modelu, a ich uwzględnienie mogłoby zniekształcić wyniki badania.

Do przeprowadzenia analizy z zastosowaniem metody korelacji kanonicznych wyodrębniono wstępnie 5 zmiennych objaśniających, stanowiących czynniki rozwoju regionalnego oraz 3 zmienne objaśniane, określające poziom rozwoju społeczno – gospodarczego Polski.

Pierwszy zbiór zmiennych objaśniających obejmuje:

- X_1 – pracujący z wykształceniem wyższym (w tys. osób),
- X_2 – pracujący pozostali (w tys. osób),
- X_3 – wartość środków trwałych brutto (kapitał rzeczowy w tys. zł),
- X_4 – wartość nakładów inwestycyjnych na środki trwałe (w tys. zł),
- X_5 – wartość nakładów na działalność badawczo rozwojową (w tys. zł).

Drugi zbiór obejmuje następujące zmienne objaśniane:

- Y_1 – wskaźnik zatrudnienia (w %),
- Y_2 – stopa bezrobocia (w %),
- Y_3 – PKB ogółem (w tys. zł),

- Y_4 – udział zatrudnienia w usługach w ogólnej liczbie zatrudnionych (w %).

W tabeli 4.1 przedstawiono wyniki analizy przeprowadzonej dla Polski na podstawie obserwacji z lat 1999 – 2008.

Tab. 4.1 Wyniki analizy korelacji kanonicznych.

Nr korelacji	Korelacja kanoniczna	Wartości własne	p	Redundancja przy danym drugim zbiorze
Zbiór zmiennych objaśniających				
I	0,995	0,991	0,0000	0,852
II	0,876	0,767	0,0000	0,085
III	0,564	0,318	0,0000	0,005
IV	0,301	0,091	0,0001	0,005
Zbiór zmiennych objaśnianych				
I	0,995	0,991	0,0000	0,614
II	0,876	0,767	0,0000	0,190
III	0,564	0,318	0,0000	0,016
IV	0,301	0,091	0,0001	0,004

Źródło: opracowanie własne.

Najwyższą wartość współczynnika korelacji uzyskano dla pierwszej pary zmiennych kanonicznych 0,995. Oznacza to, że dla tej pary zmiennych kanonicznych współzależność pomiędzy zbiorem zmiennych objaśniających i objaśnianych jest najsilniejsza. Pierwsza zmienna kanoniczna wyjaśnia największą część zmienności w zbiorze zmiennych objaśniających 85,2%. Kolejna już tylko 8,5%. Z kolei w drugim zbiorze pierwsza zmienna kanoniczna wyjaśnia 61% zmienności, a druga 19,8%. Na podstawie otrzymanego modelu można przyjąć, że największą część współzmienności wyjaśnia pierwsza para zmiennych kanonicznych. W dalszej części poddano analizie wkład poszczególnych zmiennych pierwotnych do pierwszej pary zmiennych kanonicznych. Interpretacji, zgodnie z zaleceniami spotykanymi w literaturze, dokonano na podstawie analizy ładunków czynnikowych. Uznano bowiem, że interpretacja wag kanonicznych ze względu na różną skalę zmiennych pierwotnych mogłaby prowadzić do błędnych wyników.

Jednym ze sposobów interpretacji pierwiastków kanonicznych, jest analiza korelacji między zmiennymi kanonicznymi i zmiennymi pierwotnymi. Korelacje te, nazywane są ładunkami czynnikowymi. Na podstawie wartości ładunków czynnikowych przedstawionych

w tabeli 4.2 można stwierdzić, że zmienne reprezentujące pracujących z wykształceniem wyższym (X_1), kapitał rzeczowy (X_3), nakłady brutto na środki trwałe (X_4) oraz nakłady na badania i rozwój (X_5) są dodatnio skorelowane z PKB (Y_3), udziałem zatrudnienia w usługach w ogólnej liczbie zatrudnionych (Y_4) oraz wskaźnikiem zatrudnienia (Y_1), a ujemnie ze zmienną (Y_2) reprezentującą rozmiary bezrobocia. Taka zależność jest zgodna z intuicją, bowiem wzrost osób z wyższym wykształceniem w ogólnej liczbie pracujących, wartości środków trwałych brutto czy wreszcie inwestycji powinien skutkować spadkiem bezrobocia. Z kolei wzrost liczebności niewykwalifikowanej siły roboczej może, zgodnie ze wskazaniem modelu, powodować wzrost bezrobocia przy jednoczesnym spadku wskaźnika zatrudnienia, PKB i zatrudnienia w usługach.

Tab. 4.2 Ładunki czynnikowe i współczynniki determinacji dla zmiennych pierwotnych.

Zmienna	r	r ²
Zmienne objaśniające		
X_1	0,974	95%
X_2	-0,948	90%
X_3	0,992	98%
X_4	0,798	64%
X_5	0,911	83%
Wariancja wyodrębniona		86%
Zmienne objaśniane		
Y_1	0,493	24%
Y_2	-0,698	49%
Y_3	0,998	100%
Y_4	0,874	76%
wariancja wyodrębniona		62%

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawiony w tabeli 4.2 zestaw współczynników korelacji pomiędzy zmiennymi kanonicznymi z odpowiednimi zbiorami zmiennych pierwotnych, określa tzw. strukturę czynnikową. Kwadrat współczynnika korelacji (ładunku czynnikowego), czyli współczynnik determinacji r^2 wskazuje, jaka część wariancji danej zmiennej pierwotnej została wyjaśniona przez daną zmienną kanoniczną. Jednocześnie podczas interpretacji zmiennych kanonicznych, analogicznie jak w metodzie głównych składowych, uwzględniamy zmienne pierwotne silnie

z nimi skorelowane. W niniejszym badaniu najniższy ładunek czynnikowy wystąpił przy zmiennej Y_1 – wskaźnik zatrudnienia, w przypadku której zaledwie 24% zmienności tej zmiennej zostało wyjaśnione przez daną zmienną kanoniczną.

Dla potrzeb dalszej selekcji zmiennych do modelu DEA przyjęto minimalną wartość kwadratów ładunków czynnikowych 0,7, czyli te zmienne, dla których kwadraty ładunków czynnikowych są $< 0,7$ zostaną wyłączone z modelu⁸².

Tab. 4.3 Sposób selekcji zmiennych do modelu DEA.

Zmienne	Model projektowany	Współczynnik determinacji*	Model ostateczny
Nakłady			
X_1	✓	0,95	✓
X_2	✓	0,90	✓
X_3	✓	0,98	✓
X_4	✓	0,64	odrzucona
X_5	✓	0,83	✓
Wyniki			
Y_1	✓	0,24	odrzucona
Y_2	✓	0,49	odrzucona
Y_3	✓	1	✓
Y_4	✓	0,76	✓

Źródło: opracowanie własne.

*kwadraty ładunków czynnikowych.

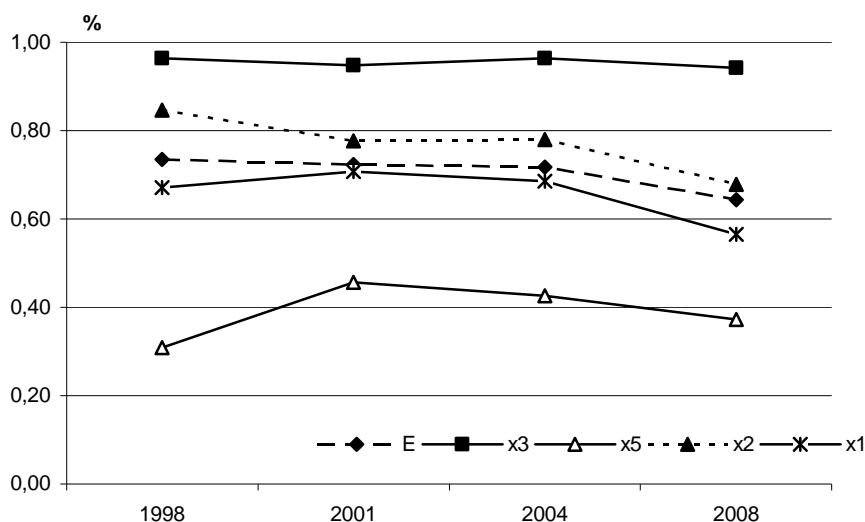
Przeprowadzona analiza korelacji kanonicznych pozwoliła dokonać oceny stopnia powiązań między dwoma zbiorami potencjalnych zmiennych oraz wytypować zbiory zmiennych najkorzystniejsze w ramach rozpatrywanego układu zmiennych do dalszej analizy z zastosowaniem modelu DEA. Uzyskane wyniki sugerują odrzucenie zmiennych Y_1 , Y_2 , X_4 , gdyż ich zmienność tylko w niewielkim stopniu ($< 70\%$) jest wyjaśniana za pomocą zaproponowanego zbioru zmiennych objaśniających. Z kolei uwzględnienie tych zmiennych w modelu DEA mogłoby zniekształcać wynik analizy.

⁸² W literaturze nie ma zgody co do optymalnego poziomu tego wskaźnika. W niniejszym badaniu przyjęto wskaźnik 0,7 zgodnie z sugestiami zawartymi w pracy: Hair J.F., Anderson R.E., Tatham R.L., Black W.C. (1998)

4.2. Wyniki badania konkurencyjności regionów

W przeprowadzonym badaniu z zastosowaniem metody DEA wyznaczono miary sprawności technologicznej wykorzystując do tego celu model nieradialnej efektywności (3.79)-(3.83). Badanie przeprowadzono na podstawie danych panelowych dla wybranych lat z okresu 1998 – 2008. Na rys. 4.2. przedstawiono przeciętne wartości wskaźników efektywności poszczególnych nakładów dla wszystkich regionów, gdzie: X_1 – pracujący z wykształceniem wyższym, X_2 – pozostali pracujący (w tys. osób), X_3 – kapitał rzeczowy (w tys. zł), X_5 – wartość nakładów na działalność badawczo rozwojową (w tys. zł). Symbol E oznacza średnią efektywność nakładów.

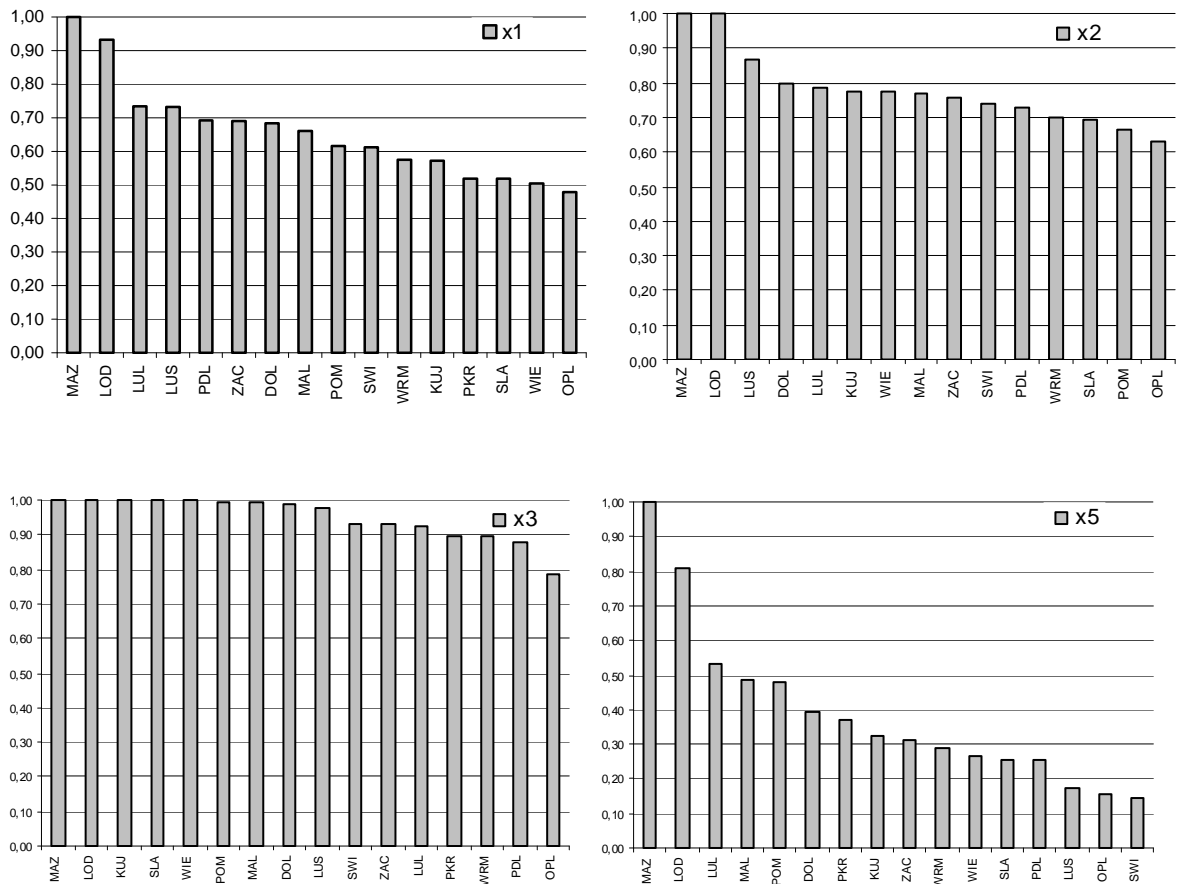
Rys.4.2 Przeciętne wartości wskaźników efektywności.



Źródło: opracowanie własne.

Najniższą średnią efektywnością w całym rozpatrywanym horyzoncie czasowym charakteryzowały się nakłady na działalność badawczo-rozwojową, które po niewielkim wzroście w okresie 1998 do 2001, w pozostałym okresie wykazywały tendencję spadkową. Efektywność technologiczna pracujących z wykształceniem wyższym kształtowała się w przedziale od 0,67% w 1998 roku do 0,56% w roku 2008. Z kolei najwyższą efektywność zaobserwowano w odniesieniu do kapitału rzeczowego, który odznaczał się względną stabilnością na poziomie 0,95%. Przeprowadzone badanie wykazało, że główną przyczyną niskiej przeciętnej efektywności technologicznej rozpatrywanych regionów były nakłady na badania i rozwój.

Rys. 4.3 Przeciętne wartości wskaźników efektywności nakładów.



X_1 – pracujący z wykształceniem wyższym (w tys. osób)
 X_2 – pozostali pracujący (w tys. osób)
 X_3 – kapitał rzeczowy (w tys. zł),
 X_5 – nakładów na działalność badawczo rozwojową (w tys. zł).
 Źródło: opracowanie własne.

Na rys. 4.3 przedstawiono średnie wartości wskaźników efektywności nakładów dla lat 1998, 2001, 2004 i 2008. Najniższą przeciętną efektywnością w rozpatrywanym okresie charakteryzowały się nakłady na działalność badawczo – rozwojową (zmienna x_5) i można uznać, że to one były najważniejszą przyczyną nieefektywności gospodarek o niskich pozycjach rankingowych. Relatywnie niską efektywnością, w przypadku większości województw, odznaczał się nakład pracujących z wyższym wykształceniem. Prawdopodobnie przyczyną takiego stanu mogą być mało nowoczesne technologie stosowane w większości województw, które nie były w stanie w efektywny sposób zagospodarować pracujących z wyższym wykształceniem. W jakimś stopniu przyczyną niskiej efektywności tego nakładu może być niedopasowanie strukturalne podaży siły roboczej do popytu na pracę w aspekcie wykształcenia.

Na podstawie średnich wskaźników efektywności technologicznej dla kolejnych badanych lat, opracowano ranking konkurencyjności technologicznej województw.

Tab.4.4 Ranking konkurencyjności województw.

Miejsce	1998	<i>E</i>	2001	<i>E</i>	2004	<i>E</i>	2008	<i>E</i>
1	MAZ	1,00	MAZ	1,00	LOD	1,00	SLA	1,00
2	DOL	0,91	LOD	1,00	MAZ	1,00	MAZ	1,00
3	LOD	0,87	MAL	0,90	LUL	0,86	LOD	0,98
4	PDL	0,80	POM	0,81	LUS	0,78	WIE	0,82
5	MAL	0,76	ZAC	0,75	DOL	0,76	MAL	0,80
6	LUL	0,74	KUJ	0,74	KUJ	0,75	POM	0,73
7	KUJ	0,73	LUL	0,73	SLA	0,75	KUJ	0,70
8	ZAC	0,72	DOL	0,72	POM	0,72	LUL	0,65
9	LUS	0,71	WIE	0,70	WIE	0,69	SWI	0,65
10	WIE	0,70	LUS	0,70	MAL	0,69	DOL	0,62
11	SWI	0,68	PDL	0,64	ZAC	0,68	PKR	0,61
12	PKR	0,68	WRM	0,63	WRM	0,61	PDL	0,59
13	POM	0,67	SLA	0,59	SWI	0,60	LUS	0,57
14	WRM	0,64	PKR	0,56	PKR	0,57	WRM	0,57
15	OPL	0,59	SWI	0,55	PDL	0,54	ZAC	0,55
16	SLA	0,56	OPL	0,52	OPL	0,47	OPL	0,47

Źródło: opracowanie własne.

W całym rozpatrywanym okresie najwyższą efektywnością technologiczną, w ramach przyjętego układu zmiennych, charakteryzowało się województwo mazowieckie. Wysoką efektywnością technologiczną odznaczało się również województwo łódzkie. Warto bliżej przyjrzeć się efektywności technologicznej województwa śląskiego, które w wyniku wprowadzonych zmian technologicznych z ostatniej pozycji w rankingu w roku 1998 awansowało do rangi województwa najbardziej efektywnego technologicznie w roku 2008. Z kolei najgorzej radziły sobie województwa opolskie, warmińsko-mazurskie, podkarpackie i podlaskie.

4.3 Podsumowanie

Celem przeprowadzonych w tym rozdziale badań było rozpoznanie czynników, decydujących o konkurencyjności polskich regionów oraz stworzenie rankingu ich konkurencyjności. Doboru nakładów i wyników dla celu badawczego dokonano w taki sposób, aby możliwe było uwzględnienie w badaniu poza „standardowymi” zmiennymi związanymi z aspektem gospodarczym, także zmiennych opisujących jakość życia. Celem tak

określonego zestawu zmiennych był zamiar uwzględnienia dobrobytu społecznego, jako jednego z aspektów konkurencyjności regionalnej. W wyniku czego poza efektywnością technologiczną uwzględniono także aspekt efektywności społecznej.

Na podstawie uzyskanych wyników należy stwierdzić, że wysoką i stabilną efektywnością w całym analizowanym okresie charakteryzował się nakład kapitału rzeczowego, osiągając wartości bliskie jedności. Z kolei wyniki efektywności technologicznej czynnika pracy, który reprezentowany był przez dwa nakłady: pracujących z wykształceniem wyższym oraz pozostałych pracujących, mogą być zaskakujące. Ponieważ wyższe przeciętne wartości efektywności uzyskano w odniesieniu dla kategorii nakładu pozostałych pracujących niż w przypadku pracujących z wykształceniem wyższym. Przyczyny takiego stanu rzeczy oczywiście mogą być różne. Jedną z nich może być specyfika regionu, która w znacznym stopniu będzie determinowała jego technologię i wynikające z niej możliwości efektywnego zagospodarowania pracowników z wykształceniem wyższym. Nie bez znaczenia pozostaje jakość tego wykształcenia, a przede wszystkim jego dopasowanie w aspekcie strukturalnym do popytu na lokalnym rynku pracy.

W przypadku zdecydowanej większości województw, najniższą efektywność spośród uwzględnionych w celu badawczym nakładów uzyskano dla nakładów na działalność badawczo rozwojową. W większości województw, współczynnik efektywności tego nakładu nie przekracza nawet 40% efektywności województwa mazowieckiego - najbardziej efektywnego ze względu na ten nakład. Wydaje się, że jest to spowodowane lokowaniem w Warszawie central znacznej liczby firm prywatnych oraz państwowych, będących głównymi odbiorcami efektów działalności badawczo rozwojowej.

Z punktu widzenia specyfiki zrealizowanego w niniejszym rozdziale celu badawczego, zastosowana metoda DEA wydaje się być ciekawą propozycją. Bowiem jest ona szczególnie przydatna do analizy efektywności obiektów, których działalność opisywana jest więcej niż jednym nakładem oraz więcej niż jednym rezultatem. W takich wielowymiarowych układach danych, zarówno po stronie nakładów, jak i po stronie rezultatów, tradycyjne metody analizy wskaźnikowej zawodzą. Zawodzą również metody polegające na konstrukcji modeli ekonomicznych (np. ekonometrycznych). Wszystko dlatego, że w metodach wskaźnikowych oraz ekonometrycznych zakłada się, że potrafimy ustalić, jak duży nakład danego rodzaju został bezpośrednio wydatkowany na uzyskanie poszczególnych rezultatów (np. ile jednostek majątku trwałego firmy usługowej było potrzebnych do wytworzenia poszczególnych rodzajów usług). W praktyce, bez bardzo szczegółowych analiz i obliczeń, nie jest to możliwe.

Rozdział 5

Nierówności regionalne w Polsce w świetle modeli DEA w latach 1998 – 2008

Celem rozdziału jest ocena wybranych aspektów nierówności regionalnych w województwach w Polsce w latach 1998 - 2008⁸³. Przedmiotem naszego szczególnego zainteresowania jest analiza nierówności regionalnych w Polsce pod względem PKB na osobę pracującą. Tak określony cel badań zostanie zrealizowany dzięki zastosowaniu kilku zmodyfikowanych wariantów nieparametrycznej metody DEA (*Data Envelopment Analysis*) oraz modyfikacji indeksu produktywności Malmquista. Zastosowanie indeksu produktywności Malmquista pozwoli nam dokonać dekompozycji zmian PKB na osobę pracującą na trzy składniki: zmiany relatywnej efektywności, postęp technologiczny oraz akumulację kapitału rzeczowego.

Badanie przeprowadzimy na podstawie zmiennych diagnostycznych, w których jako nakłady przyjęto kapitał rzeczowy i czynnik pracy, a jako wynik PKB na osobę pracującą. Rozpoznamy źródła zmian wydajności pracy w badanym okresie, a dla każdego z nieefektywnych województw zaproponujemy technologie optymalnej efektywności.

5.1. Zróźnicowanie poziomu wydajności pracy i jego przyczyny w województwach w Polsce w latach 1998 - 2008

W tej części pracy określimy, które czynniki w latach 1998 – 2008, w największym stopniu przyczyniły się do wykształcenia się różnic w poziomie wydajności pracy pomiędzy województwami w Polsce. Tak sformułowany cel badawczy został zrealizowany dzięki zastosowaniu nieparametrycznej metody DEA oraz indeksu produktywności Malmquista. Zastosowanie indeksu produktywności pozwoli dokonać dekompozycji zmian wydajności pracy na trzy składniki: zmiany relatywnej efektywności, postęp technologiczny oraz akumulacji kapitału rzeczowego.

⁸³ W celu wychwycenia źródeł zmian produktywności w pracy ograniczyliśmy się do omówienia wyników uzyskanych dla lat 1998, 2001, 2004 i 2008.

5.1.1. Charakterystyka badanych regionów

Przedmiotem naszego zainteresowania będzie analiza nierówności regionalnych w Polsce w zakresie wydajności pracy, prowadzona na podstawie danych statystycznych o zmiennych, które w rozpatrywanych dalej modelach DEA opisują nakłady i wyniki.

Tab.5.1a Regionalne rozkłady PKB zasobów kapitału rzeczowego, liczby pracujących, wydajności i technicznego uzbrojenia pracy w Polsce w latach 1998 – 2008.

Województwo	Y_j^{84}	L_j	K_j	Y/L_j	K/L_j	Województwo	Y_j	L_j	K_j	Y/L_j	K/L_j		
DOL	1998	46957	1 159	91540	40,5	79,0	PKR	1998	24589	818	51882	30,1	63,4
	2001	60166	931	112385	64,6	120,7		2001	30184	722	61694	41,8	85,4
	2004	71353	949	133715	75,2	140,9		2004	35416	735	74036	48,2	101
	2008	95442	1 148	179798	83,1	156,6		2008	44984	873	97133	51,5	111
KUJ	1998	29995	818	55650	36,7	68,0	PDL	1998	14855	489	35742	30,4	73,1
	2001	38620	806	66547	47,9	82,6		2001	19116	484	41319	39,5	85,4
	2004	44710	765	76546	58,4	100,1		2004	21737	421	48035	51,6	114
	2008	56909	733	93853	77,6	128,0		2008	27828	497	59877	56	120
LUL	1998	25903	997	62174	26,0	62,4	POM	1998	33655	777	67034	43,3	86,3
	2001	31952	936	71066	34,1	75,9		2001	43459	739	86258	58,8	117
	2004	36694	896	79389	41,0	88,6		2004	51783	680	93744	76,2	138
	2008	46054	985	99213	46,8	100,7		2008	68646	795	122736	86,3	154
LUS	1998	14470	397	30064	36,4	75,7	SLA	1998	82190	1813	161083	45,3	88,8
	2001	18197	360	34384	50,5	95,5		2001	104096	1528	192068	68,1	126
	2004	21821	377	40836	57,9	108,3		2004	128078	1624	210244	78,9	129
	2008	28021	416	54709	67,4	131,5		2008	156455	1821	268711	85,9	148
LOD	1998	36543	1 182	76162	30,9	64,4	SWI	1998	15794	546	37172	28,9	68,1
	2001	48236	1 122	91163	43,0	81,3		2001	20159	509	43519	39,6	85,5
	2004	57712	1 098	103910	52,6	94,6		2004	24121	481	49460	50,1	103
	2008	74124	1 332	133524	55,6	100,2		2008	30672	590	59154	52	100
MAL	1998	44634	1 305	98296	34,2	75,3	WRM	1998	14855	499	41269	29,8	82,7
	2001	55424	1 293	108727	42,9	84,1		2001	18575	477	47623	38,9	99,8
	2004	67287	1 214	125499	55,4	103,4		2004	22624	467	54060	48,4	116
	2008	88463	1 322	160458	66,9	121,4		2008	31499	559	67546	56,3	121
MAZ	1998	117401	2 201	235397	53,3	107,0	WIE	1998	54877	1304	103582	42,1	79,4
	2001	163262	2 043	325355	79,9	159,3		2001	72374	1302	126857	55,6	97,4
	2004	189565	1 964	378207	96,5	192,6		2004	87448	1253	153881	69,8	123
	2008	262562	2 479	477820	105,9	192,7		2008	113526	1298	200268	87,5	154
OPL	1998	15030	420	39941	35,8	95,1	ZAC	1998	26430	631	103582	42,1	79,4
	2001	17790	373	45383	47,7	121,7		2001	34411	582	68807	59,1	118
	2004	21895	323	49480	67,8	153,2		2004	38079	548	76848	69,5	140
	2008	26324	385	59140	68,4	153,6		2008	48793	566	93467	86,2	165

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, BAEL.

⁸⁴ 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 osobę pracującą w j -tym województwie; K_j/L_j - wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą w j -tym województwie, nazywana także technicznym uzbrojeniem pracy.

W tabeli 5.1a podano dane statystyczne o wartości PKB, PKB na osobę pracującą, kapitału rzeczowego, technicznego uzbrojenia pracy oraz liczby osób pracujących. Badaniem objęto gospodarki województw w Polsce w latach 1998, 2001, 2004, 2008 w celu uchwycenia zmian w poziomach zasobów czynników i efektów wzrostu gospodarczego w gospodarkach poszczególnych województw.

Wzrost gospodarczy regionów mierzony wartością PKB na osobę pracującą charakteryzował się w całym badanym okresie znacznym zróżnicowaniem przestrzennym. 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 osobę pracującą, charakteryzowały się także województwa śląskie i wielkopolskie. Z kolei najniższą wartość PKB na osobę pracującą wypracowano w województwach: lubelskim, świętokrzyskim, podlaskim, podkarpackim. Pomimo, że wszystkie województwa odnotowały w badanym okresie wzrost gospodarczy, to jego skala była bardzo zróżnicowana.

W rozpatrywanym okresie wartość kapitału rzeczowego w mln zł we wszystkich województwach stale rosła. Największy przyrost wartości kapitału rzeczowego miał miejsce w województwach: mazowieckim, dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, małopolskim, śląskim, podkarpackim, pomorskim i zachodnio-pomorskim. Najniższy natomiast w województwach: świętokrzyskim, opolskim, warmińsko-mazurskim. Warto także zwrócić uwagę na relatywnie bardzo dużą wartość kapitału rzeczowego w województwach: mazowieckim i śląskim, a także bardzo małą jego wartość w województwach: opolskim, lubuskim, podlaskim i świętokrzyskim.

Pod względem wartości kapitału rzeczowego w przeliczeniu na osobę pracującą, podobnie jak wcześniej, najwyższymi wartościami tej kategorii ekonomicznej, charakteryzuje się województwo mazowieckie, a następnie województwa: zachodniopomorskie, dolnośląskie, pomorskie, wielkopolskie i kujawsko-pomorskie.

Niekwestionowanym liderem i to bardzo wyraźnym pod względem rozpatrywanych zmiennych było województwo mazowieckie, następnie śląskie, wielkopolskie, małopolskie, a także dolnośląskie. Należy również podkreślić duże dysproporcje pomiędzy poszczególnymi województwami z punktu widzenia zasobów czynników wzrostu gospodarczego oraz efektów wzrostu gospodarczego, wyrażonych za pomocą PKB i PKB na osobę pracującą.

Tab.5.1b Regionalne rozkłady PKB, zasobów kapitału rzeczowego, liczby pracujących, wydajności pracy i technicznego uzbrojenia pracy w Polsce w latach 1998 – 2008, wyrażone w %⁸⁵.

Województwo		$\frac{Y_i}{Y_P}$	$\frac{L_i}{L_P}$	$\frac{K_i}{K_P}$	$\frac{Y_i / L_i}{Y_P / L_P}$	$\frac{K_i / L_i}{K_P / L_P}$	Województwo		$\frac{Y_i}{Y_P}$	$\frac{L_i}{L_P}$	$\frac{K_i}{K_P}$	$\frac{Y_i / L_i}{Y_P / L_P}$	$\frac{K_i / L_i}{K_P / L_P}$
DOL	1998	7,9	7,5	7,4	104,0	97,4	PKR	1998	4,1	5,3	4,2	77,2	78,2
	2001	7,8	6,6	7,4	118,3	112,6		2001	3,9	5,1	4,1	76,5	79,7
	2004	7,8	6,9	7,7	112,7	111,2		2004	3,8	5,3	4,2	72,2	79,5
	2008	8,0	7,3	8,1	109,4	111,1		2008	3,7	5,5	4,4	67,8	78,9
Kuj	1998	5,0	5,3	4,5	94,1	83,9	PDL	1998	2,5	3,2	2,9	78,0	90,2
	2001	5,0	5,7	4,4	87,7	77,0		2001	2,5	3,4	2,7	72,3	79,6
	2004	4,9	5,5	4,4	87,6	79,0		2004	2,4	3,1	2,7	77,4	90,0
	2008	4,7	4,6	4,2	102,2	90,8		2008	2,3	3,1	2,7	73,7	85,5
LUL	1998	4,3	6,5	5,0	66,7	76,9	POM	1998	5,6	5,1	5,4	111,2	106,4
	2001	4,1	6,6	4,7	62,5	70,8		2001	5,6	5,2	5,7	107,7	108,9
	2004	4,0	6,5	4,5	61,4	69,9		2004	5,6	4,9	5,4	114,1	108,8
	2008	3,8	6,2	4,5	61,5	71,4		2008	5,7	5,0	5,5	113,7	109,5
LUS	1998	2,4	2,6	2,4	93,6	93,4	SLA	1998	13,7	11,8	12,9	116,4	109,6
	2001	2,3	2,5	2,3	92,5	89,1		2001	13,4	10,8	12,6	124,7	117,2
	2004	2,4	2,7	2,3	86,8	85,5		2004	13,9	11,8	12,0	118,2	102,2
	2008	2,3	2,6	2,5	88,7	93,3		2008	13,0	11,5	12,1	113,1	104,7
LOD	1998	6,1	7,7	6,1	79,4	79,5	SWI	1998	2,6	3,6	3,0	74,3	84,0
	2001	6,2	7,9	6,0	78,7	75,8		2001	2,6	3,6	2,9	72,5	79,7
	2004	6,3	8,0	5,9	78,8	74,7		2004	2,6	3,5	2,8	75,2	81,2
	2008	6,2	8,4	6,0	73,2	71,1		2008	2,6	3,7	2,7	68,4	71,1
MAL	1998	7,5	8,5	7,9	87,8	92,9	WRM	1998	2,5	3,2	3,3	76,4	102,0
	2001	7,1	9,1	7,1	78,5	78,4		2001	2,4	3,4	3,1	71,3	93,1
	2004	7,3	8,8	7,2	83,1	81,6		2004	2,5	3,4	3,1	72,6	91,4
	2008	7,4	8,4	7,2	88,1	86,1		2008	2,6	3,5	3,0	74,2	85,7
MAZ	1998	19,6	14,3	18,9	136,9	131,9	WIE	1998	9,2	8,5	8,3	108,0	98,0
	2001	21,0	14,4	21,4	146,3	148,5		2001	9,3	9,2	8,3	101,8	90,9
	2004	20,6	14,2	21,6	144,7	152,0		2004	9,5	9,1	8,8	104,6	96,9
	2008	21,9	15,7	21,5	139,4	136,7		2008	9,5	8,2	9,0	115,1	109,4
OPL	1998	2,5	2,7	3,2	91,9	117,3	ZAC	1998	4,4	4,1	4,6	107,5	113,0
	2001	2,3	2,6	3,0	87,3	113,5		2001	4,4	4,1	4,5	108,2	110,3
	2004	2,4	2,3	2,8	101,6	120,9		2004	4,1	4,0	4,4	104,2	110,7
	2008	2,2	2,4	2,7	90,0	109,0		2008	4,1	3,6	4,2	113,5	117,1

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 5.1b podano regionalne rozkłady PKB, PKB w przeliczeniu na osobę pracującą, kapitału rzeczowego, kapitału rzeczowego w przeliczeniu na osobę pracującą,

⁸⁵ Oznaczenia: Y_i - wartość PKB w i -tym województwie w zł., Y_P - wartość PKB w Polsce w zł., K_i - wartość kapitału rzeczowego w i -tym województwie w zł. K_P - wartość kapitału rzeczowego w Polsce w zł.

nazywanego także technicznym uzbrojeniem pracy. Wszystkie wartości są wyrażone w %. Regionalne zróżnicowanie efektów wzrostu gospodarczego w Polsce jest bardzo duże i względnie stabilne. Na tle całej gospodarki potwierdza się dominująca rola województwa mazowieckiego, znacząca rola województw: śląskiego, wielkopolskiego, dolnośląskiego i małopolskiego.

Wysokie, w odniesieniu do niektórych województw i zarazem pogłębiające się dysproporcje wynikają w znacznej mierze z rosnących różnic pomiędzy obszarami miejskimi przede wszystkim Warszawą, Poznaniem, Wrocławiem, Krakowem i Gdańskiem, 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 prawie połowę PKB Polski, a samo województwo mazowieckie ok. 1/5.

Analizując regionalne rozkłady wartości kapitału rzeczowego w poszczególnych województwach w Polsce należy odnotować silną jego koncentrację w województwach: mazowieckim, śląskim i dolnośląskim. Z kolei pod względem technicznego uzbrojenia pracy liderem jest ponownie województwo mazowieckie, następnie opolskie, zachodniopomorskie, śląskie i pomorskie.

Biorąc pod uwagę udział PKB na osobę pracującą w poszczególnych województwach w PKB na osobę pracującą w Polsce zauważalna jest znaczna rozpiętość tego wskaźnika pomiędzy województwami. Z jednej strony mamy do czynienia ze względnie wysokimi wartościami PKB na osobę pracującą w województwach: mazowieckim, śląskim, pomorskim i wielkopolskim, z drugiej strony z województwami o względnie niskich wartościach PKB na osobę pracującą, do których należą województwa: lubelskie, świętokrzyskie, podlaskie, podkarpackie i warmińsko-mazurskie.

Podsumowując w omawianym okresie można mówić o względnej stabilności regionalnych rozkładów zasobów czynników i efektów wzrostu gospodarczego, a co za tym idzie utrzymujących się nierówności regionalnych.

5.1.2. Metoda badania

Do pomiaru efektywności technologicznej wykorzystamy nieparametryczną metodę DEA oraz indeks produktywności. Indeks ten został skonstruowany w oparciu o model DEA, zorientowany na nakłady, następnie poddany dekompozycji w celu przeanalizowania zmian jego składowych.

W badaniu zastosowano następujące zmienne: $Y_j^t, L_j^t, K_j^t, j = 1, \dots, J$, dla $t = 0$ (dla okresu początkowego), $t=1$ (dla okresu bieżącego). Jako nakłady przyjęto liczbę osób pracujących – L_j i kapitał rzeczowy - K_j , a jako wynik PKB - Y_j . Do oceny efektywności regionalnych gospodarek w chwili t (analogiczne badanie przeprowadzono chwili dla $t+1$) użyto następującego modelu DEA⁸⁶ :

$$(5.1) \quad e_j^t \rightarrow \text{Min},$$

przy ograniczeniach:

$$(5.2) \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j Y_j^t \geq Y_j^t,$$

$$(5.3) \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j L_j^t \leq L_j^t e_j^t,$$

$$(5.4) \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j K_j^t \leq K_j^t e_j^t,$$

$$(5.5) \quad e^t \in (0,1], \lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, N.$$

Metoda *Data Envelopment Analysis* przypisuje wszystkim gospodarkom pewną efektywność. Pozwala to porównywać regionalne gospodarki, a także wskazać gospodarki wzorcowe. Gospodarki znajdujące się na krzywej efektywności są efektywne, a ich efektywność e wynosi 1, natomiast gospodarki leżące poniżej krzywej efektywności są nieefektywne, a ich nieefektywność wynosi $1 - e$. Zatem pomiar efektywności jest dokonywany bez konieczności uśredniania danych⁸⁷. Tak otrzymane wyniki stwarzają podstawy do zastosowania strategicznych technik zarządzania, dając konkretne wytyczne jak poprawić efektywność poprzez redukcje nakładów lub wzrost wyników⁸⁸.

Koncepcja, która nazywana jest „*best practice frontier*”, promuje najlepsze zachowania w badanej grupie⁸⁹. Z tego powodu efektywność w rozumieniu tej metody jest efektywnością względną, pozwalającą na dokonywanie porównań jedynie między regionalnymi gospodarkami w badanym zbiorze. Przedmiotem analizy jest efektywność, z jaką dana gospodarka transformuje posiadane nakłady w wyniki.

⁸⁶ Zob. rozdz. 3 s. 80 i nast.

⁸⁷ Lewin A.Y., Seiford L.M. (1995).

⁸⁸ Mielnik M., Ławrynowicz (2002).

⁸⁹ Pawłowska M. (2005).

Indeks produktywności Malmquista

Zastosowanie indeksu produktywności Malmquista pozwala na rozszerzenie metodologii DEA na przypadek analizy danych panelowych. Indeks Malmquista umożliwia analizę produktywności przedsiębiorstwa, gałęzi przemysłu lub gospodarki w określonym horyzoncie czasu⁹⁰. Dostarcza on informacji dotyczących czynników obiektów, oddziałujących na zmiany produktywności w czasie.

Zmiana obserwowanej produktywności opisywanej indeksem Malmquista, może być rezultatem zmiany w stosowanej technologii produkcji (postęp technologiczny, *technical change* – *TC*), zmiany efektywności technologicznej (*technical efficiency change* *E*) lub akumulacji kapitału rzeczowego oznaczona symbolem *AK*⁹¹. Formułę indeksu zapiszemy w postaci:

$$(5.6) \quad M^{t,t+1} = E^{t,t+1} * TC^{t,t+1} * AK^{t,t+1}.$$

Konstrukcja indeksu opiera się na mierze odległości Shepharda, obliczonej na zasadzie porównania relacji nakładów do wyników w różnych chwilach czasu⁹². Ideę badań w oparciu o indeks Malmquista omówiono na przykładzie rys.5.1.

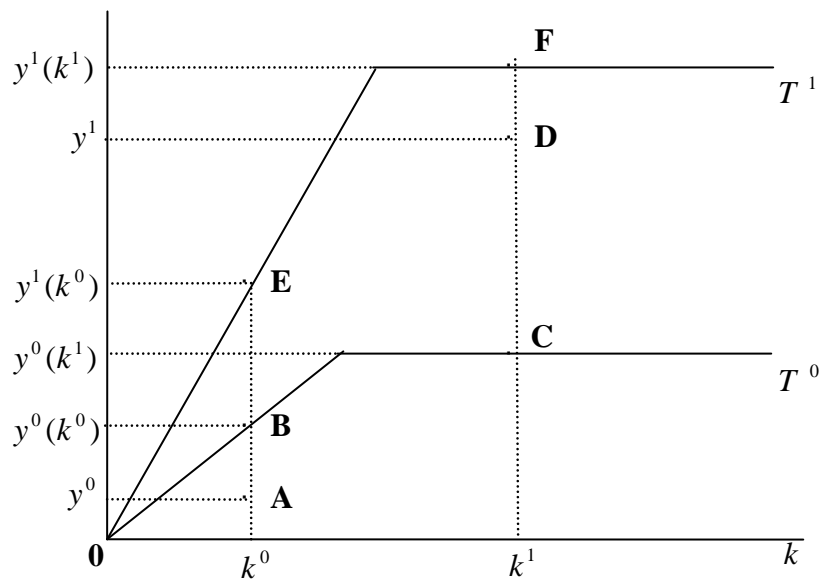
W niniejszych badaniach oprócz rzeczywistych danych odnoszących się do PKB na osobę pracującą, uwzględniono także produkt potencjalny, obliczony dzięki granicy technologicznej wyznaczonej metodą DEA. Znajomość potencjalnych rozmiarów produkcji posłużyła do pomiaru postępu technologicznego (przesunięcia granicy technologicznej) oraz akumulacji kapitału rzeczowego (przesunięcia wzdłuż granicy technologicznej). Ów produkt potencjalny równy jest $\bar{y} = \frac{y}{e}$, a więc wynika z podzielenia faktycznego produktu na osobę pracującą 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 w każdym regionie „odfiltrowano” z badania różnice w efektywności technologicznej. Wyniki uzyskane na podstawie danych potencjalnych, pozwalają określić najlepszą dostępną technologię przy danych zasobach kapitału rzeczowego i pracy.

⁹⁰ Malmquist S. (1953).

⁹¹ Kumar S., Russell R. (2002).

⁹² Shephard R. (1953).

Rys.5.1 Ilustracja dekompozycji indeksu Malmquista na trzy składowe.



Źródło: opracowanie własne.

Krzywe T^0 i T^1 ilustrują granicę możliwości produkcyjnych przy danej technologii w chwilach odpowiednio 0 albo 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 (PKB i kapitału rzeczowego) dla dwóch kolejnych chwil w przeliczeniu na osobę pracującą. Dzieliąc produkcję przez wskaźnik efektywności

technologicznej $\bar{y}^0(k^0) = \frac{y^0}{e^0}$ możemy wyznaczyć potencjalne rozmiary produkcji dla

technologii w chwili $t = 0$. Analogicznie dla technologii z chwili $t = 1$, według formuły:

$\bar{y}^1(k^1) = \frac{y^1}{e^1}$, gdzie e^t odpowiednio dla $t = 0$ i $t = 1$, oznacza ocenę efektywności uzyskaną z

rozwiązania zadania DEA w danej chwili. W związku z powyższym możemy zmierzyć zmianę efektywności w okresie od $t = 0$ do $t = 1$, według następującej formuły:

$$(5.7) \quad \frac{y^1}{y^0} = \frac{e^1}{e^0} \times \frac{\bar{y}^1(k^1)}{\bar{y}^0(k^0)}.$$

Po przemnożeniu licznika i mianownika równania (5.7) przez potencjalne rozmiary produkcji $\bar{y}^0(k^1)$ przy technologii dostępnej w chwili $t = 0$ otrzymamy:

$$(5.8) \quad \frac{y^1}{y^0} = \frac{e^1}{e^0} \times \frac{\bar{y}^1(k^1)}{\bar{y}^0(k^1)} \times \frac{\bar{y}^0(k^1)}{\bar{y}^0(k^0)}.$$

Równanie (5.8) pozwala dokonać pomiaru zmiany produktywności obiektu tj. zmianę wielkości produkcji w przeliczeniu na osobę pracującą w dwóch kolejnych chwilach czasu w podziale na: (a) zmiany w relatywnej efektywności – przesunięcie w kierunku granicy technologicznej (nadrabianie zaległości), (b) postęp technologiczny (na rys. 5.1 przesunięcie granicy technologicznej z punktu C do punktu F), oraz (c) akumulację kapitału (na rys. 5.1 przesunięcie wzdłuż granicy z punktu B do punktu C)⁹³.

Alternatywnie można pomnożyć licznik i mianownik równania (5.7) przez potencjalne rozmiary produkcji dla technologii w chwili $t = 1$, przy określonym poziomie akumulacji kapitału rzeczowego na osobę pracującą w chwili $t = 0$, wtedy otrzymamy:

$$(5.9) \quad \frac{y^1}{y^0} = \frac{e^1}{e^0} \times \frac{\bar{y}^1(k^0)}{\bar{y}^0(k^0)} \times \frac{\bar{y}^1(k^1)}{\bar{y}^1(k^0)}.$$

Drugie wyrażenie po prawej stronie równania jest miarą postępu lub regresu technologicznego. Na rys. 5.1 odpowiada to przejściu od punktu B do punktu E. Trzecie wyrażenie jest miarą akumulacji kapitału rzeczowego na osobę pracującą. Na rys.5.1 jest ono przedstawione jako przejście od punktu A do punktu F. Interpretacja układu równań (5.8) i (5.9) jest podobna, a wybór metody badania dokonywany jest arbitralnie. Omówione powyżej sposoby badania dają jednak różne wyniki. W celu wyeliminowania tej niedogodności Fare, Grasskopf, Lindgren i Roos (1993) opracowali formułę indeksu Malmquista, w postaci średniej geometrycznej dwóch indeksów (5.8) i (5.9), zaproponowanych pierwotnie przez Caves, Christensen i Diewert (1982a):

$$(5.10) \quad M^{t,t+1} = \frac{D_o^{t+1}(k^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(k^t, y^t)} \left[\frac{D_o^t(k^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(k^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_o^t(k^t, y^t)}{D_o^{t+1}(k^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{D_o^t(k^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(k^t, y^t)} \frac{D_o^{t+1}(k^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(k^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}.$$

⁹³ Caves D., Christensen L., Diewert E. (1982b).

W równaniu definicyjnym (5.10), możemy wyróżnić trzy następujące wyrażenia:

$$(5.11) \quad E^{t,t+1} = \frac{D_o^{t+1}(k^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(k^t, y^t)},$$

które pozwala mierzyć zmianę relatywnej efektywności technologii między chwilami t i $t+1$:

$$(5.12) \quad TC^{t,t+1} = \left[\frac{D_o^t(k^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(k^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_o^t(k^t, y^t)}{D_o^{t+1}(k^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}},$$

umożliwiający pomiar postępu technologicznego – przesunięcie empirycznej funkcji produkcji między chwilami t i $t+1$:

$$(5.13) \quad AK^{t,t+1} = \left[\frac{D_o^t(k^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(k^t, y^t)} \frac{D_o^{t+1}(k^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(k^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}},$$

jest miarą akumulacji kapitału rzeczowego na osobę pracującą między chwilami t i $t+1$.

Dekompozycja indeksu Malmquista zapisanego w postaci (5.10) pozwala na rozszerzenie interpretacji wyników. Dla każdej analizowanej gospodarki możliwe jest nie tylko określenie zmian relacji nakładów i wyników w badanym okresie, lecz także określenie czynników wpływających na te zmiany⁹⁴. Interpretacja wartości indeksu jest następująca: w sytuacji, gdy jest on równy 1, gospodarka nie wykazuje zmian w produktywności. Jeśli wartość indeksu jest większa od 1, to gospodarka charakteryzuje się wzrostem produktywności, jeśli jest mniejsza niż 1, to mamy do czynienia z regresem. Możliwa jest sytuacja, gdy wartość indeksu jest równa 1 pomimo tego, że wartości jego składowych uległy zmianie. Jest to oczywiście możliwe w sytuacji, gdy suma zmian wszystkich składowych wynosi 0. Dekompozycja indeksu na trzy składowe pozwala, zatem opisać źródła zmian produktywności danej analizowanej gospodarki.

Estymacja nieparametryczna indeksu Malmquista wymaga rozwiązania czterech zadań programowania liniowego⁹⁵. Dwóch jednookresowych, które uzyskuje się poprzez rozwiązanie zadania programowania liniowego w standardowej postaci modelu CCR⁹⁶ oraz

⁹⁴ Lovell C. (2003).

⁹⁵ Kruger, Jens, (2004).

⁹⁶ Jak w punkcie 3.1.

dwóch międzyokresowych. Uzyskaliśmy je poprzez rozwiązanie zmodyfikowanych zadań programowania liniowego DEA w postaci⁹⁷:

Zadanie I.

$$(5.14) \quad e_j \rightarrow \text{Min},$$

przy ograniczeniach:

$$(5.15) \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j Y_j^t \geq Y_j^{t+1},$$

$$(5.16) \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j L_j^t \leq L_j^{t+1} e_j,$$

$$(5.17) \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j K_j^t \leq K_j^{t+1} e_j,$$

$$(5.18) \quad e_j, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_j \geq 0.$$

Zadanie II.

$$(5.19) \quad e_j \rightarrow \text{Min},$$

przy ograniczeniach:

$$(5.20) \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j Y_j^{t+1} \geq Y_j^t,$$

$$(5.21) \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j L_j^{t+1} \leq L_j^t e_j,$$

$$(5.22) \quad \sum_{j=1}^N \lambda_j K_j^{t+1} \leq K_j^t e_j,$$

$$(5.23) \quad e_j, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_j \geq 0.$$

gdzie:

K_j^t, L_j^t – wielkości nakładów kapitału rzeczowego (w mln zł) i pracy (w tys osób) w chwili t w j -tym województwie,

K_j^{t+1}, L_j^{t+1} – wielkości nakładów kapitału rzeczowego i pracy w chwili $t+1$ w j -tym województwie,

Y_j^t, Y_j^{t+1} – wielkość wyniku PKB (w mln zł) w chwili t i w chwili $t+1$ w j -tym województwie.

e_j – współczynnik efektywności w j -tym województwie.

λ_j – współczynniki kombinacji technologii wspólnej.

⁹⁷ Färe R., Grosskopf S., Norris M, Zhang Z. (1994).

5.1.3 Wyniki badania

Efektywność technologiczna

Przedstawione poniżej wartości miar efektywności technologicznej regionalnych gospodarek przyjmują wartości z przedziału (0,1]. Dla gospodarek w pełni efektywnych wartość współczynnika efektywności osiąga wartość 1, czyli przekształcają one nakłady na wyniki w sposób optymalny. Z kolei wszystkie gospodarki, dla których miara efektywności jest mniejsza od 1 są nieefektywne i mogą swoje nakłady zredukować o wielkość $1 - e$, przy niezmiennym poziomie wyników.

W tabeli 5.2. przedstawiono wyniki pomiaru efektywności technologicznej dla wybranych lat z okresu 1998 – 2008, uzyskane na podstawie wartości miar efektywności technologicznej. Modelem wybranym do estymacji miar był standardowy model CCR zorientowany na nakłady. Badanie przeprowadzono na podstawie danych panelowych.

Tab. 5.2 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
śr.	0,88	0,88	0,87	0,88
odch. st.	0,10	0,10	0,09	0,09

Źródło: opracowanie własne.

Dla większości województw objętych badaniem obserwujemy pewną zmienność tego wskaźnika w czasie, co w pewnym stopniu może wiązać się z realokacją siły roboczej, a więc

z przemieszczaniem się pracowników z sektorów mniej wydajnych jak np. rolnictwo, do sektorów bardziej wydajnych, w szczególności do usług. Zmiany poziomu wskaźnika efektywności są także efektem pojawiania się coraz to nowszych technologii, które mogą zmieniać relatywną efektywność analizowanych gospodarek. Pewne tendencje są jednak wyraźne: województwo mazowieckie w całym badanym okresie było w pełni efektywne. Prawdopodobnie tak bardzo wysoka efektywność technologiczna województwa mazowieckiego spowodowana jest tzw. „efektem” województwa stołecznego. 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 jest to województwo o 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, lubelskie, podlaskie i świętokrzyskie – w większości województwa rolnicze.

Dekompozycja indeksu produktywności Malmquista⁹⁸

W dalszej części dokonamy dekompozycji indeksu Malmquista na trzy składowe: zmiany efektywności technologicznej, akumulację kapitału rzeczowego i postęp technologiczny, jako determinanty wzrostu gospodarczego. Na podstawie składowych indeksu Malmquista określimy, które czynniki w największym stopniu w każdym z województw w badanym okresie przyczyniły się do wzrostu wydajności pracy, mierzonej wartością PKB na osobę pracującą.

Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w latach 1998 – 2001

W tabeli 5.3 podano wartości indeksu Malmquista i jego składowych. Dekompozycja indeksu Malmquista pozwoli nam rozpoznać źródła zmian produktywności regionalnych gospodarek w okresie 1998 – 2001.

⁹⁸ Dekompozycji indeksu Malmquista dla całego badanego horyzontu czasu dokonano na podstawie zmiennych wyrażonych w cenach stałych z roku 1998.

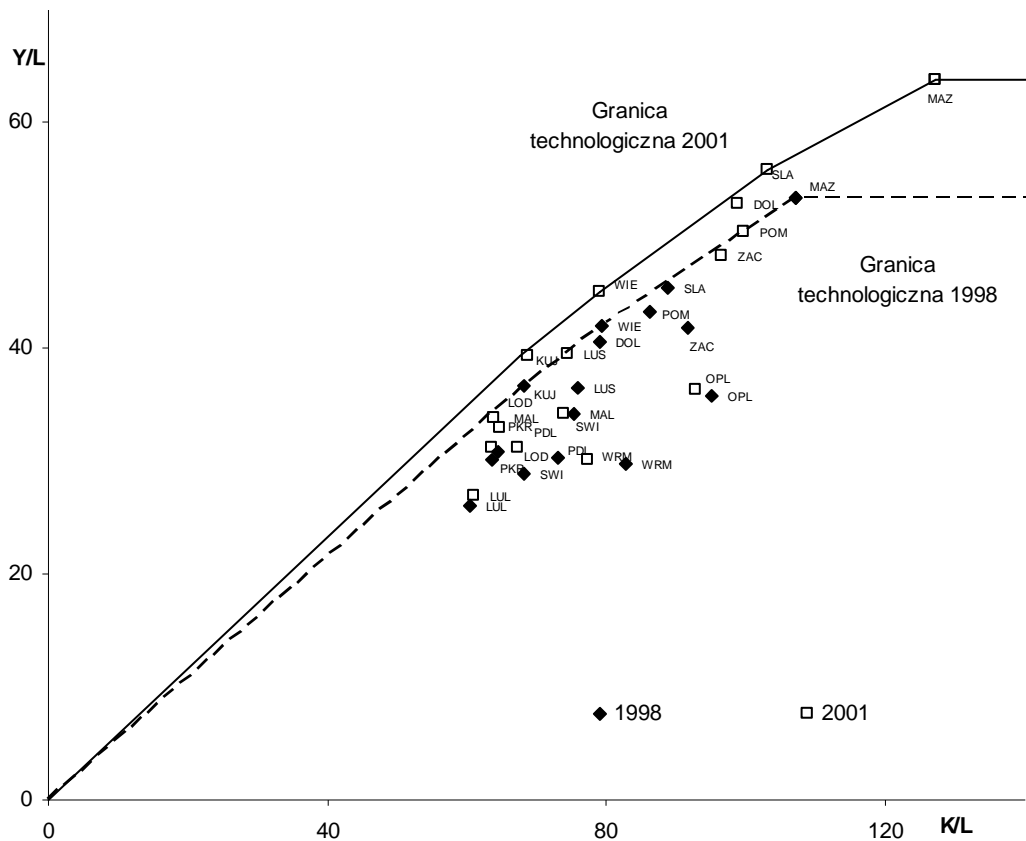
Tab.5.3 Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w latach 1998 – 2001 wyrażone w procentach.

Województwo	Indeks Malmquista	Efektywność technologiczna	Postęp technologiczny	Akumulacja kapitału rzeczowego
DOL	17,6	1,3	7,1	8,4
KUJ	15,9	0,0	7,6	7,6
LUL	16,2	0,2	7,5	7,8
LUS	18,1	2,0	6,6	8,7
LOD	18,8	2,4	6,4	9,0
MAL	19,4	3,1	6,0	9,3
MAZ	28,2	0,0	13,2	13,2
OPL	11,7	-3,9	10,0	5,7
PKR	11,1	-4,1	10,0	5,4
PDL	18,8	2,5	6,3	9,0
POM	11,3	-4,2	10,2	5,5
ŚLA	17,8	1,3	7,1	8,6
SWI	18,4	2,3	6,4	8,8
WRM	15,2	-0,5	7,9	7,3
WIE	15,8	0,0	7,6	7,6
ZAC	19,1	2,1	6,8	9,1
Śr.	17,1	0,3	7,9	8,2
Odch.st.	3,9	2,3	1,9	1,8

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 5.3. przedstawiono wartości wskaźników produktywności i ich składowych. We wszystkich województwach w analizowanym okresie nastąpił wzrost produktywności, wyrażający się wzrostem wartości wskaźnika Malmquista. Najwięcej o 28,2 % wzrosła wartość indeksu Malmquista w województwie mazowieckim. Głównymi źródłami wzrostu był postęp technologiczny i akumulacja kapitału rzeczowego. Najniższy wzrost wartości indeksu Malmquista w badanym okresie miał miejsce w województwie podkarpackim 11,1 %, i był on przede wszystkim efektem postępu technologicznego 10%, przy jednoczesnym spadku o 4,1 % wskaźnika relatywnej efektywności technologicznej. Spadek wartości tego wskaźnika miał także miejsce w województwach opolskim, pomorskim i warmińsko-mazurskim. Oznacza to, że w badanym okresie gospodarki wymienionych województw zwiększyły swój dystans efektywności technologicznej względem granicy technologicznej, wyznaczonej przez najbardziej efektywne gospodarki polskich regionów. Natomiast gospodarki województw: małopolskiego, podlaskiego, łódzkiego, świętokrzyskiego, lubskiego, zachodniopomorskiego w okresie od 1998 do 2001, dzięki wprowadzonym ulepszeniom w stosowanych technologiach, zdołały poprawić swoje położenie względem granicy technologicznej. W odniesieniu do tych województw można mówić o konwergencji technologicznej.

Rys. 5.2 Postęp technologiczny w latach 1998 – 2001.



Źródło: opracowanie własne.

Na rys. 5.2. przedstawiono granice efektywności technologicznej dla lat 1998 i 2001 wyznaczone przez najbardziej efektywne regionalne gospodarki. Gospodarki nieefektywne znajdują się poniżej tak wyznaczonej granicy możliwości produkcyjnych. Głównymi źródłami wzrostu wartości indeksu w badanym okresie były efekt akumulacji kapitału rzeczowego, a także postęp technologiczny, który przesunął granicę technologiczną w górę (zob. tab. 5.2).

Indeks Malmquista i jego składowe w latach 2001 - 2004

Rozpatrując wyniki uzyskane dla okresu 2001 – 2004 należy zaznaczyć, że był to okres początkowo 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 5.4 zdaje się potwierdzać, że był to okres istotnych przemian w wielu regionalnych gospodarkach.

Tab. 5.4 Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w latach 2001 – 2004 wyrażone w procentach.

Województwo	Indeks Malmquista	Efektywność technologiczna	Postęp technologiczny	Akumulacja kapitału rzeczowego
DOL	12,4	-5,7	12,4	6,0
KUJ	6,8	-4,1	7,8	3,3
LUL	8,0	-2,1	6,1	3,9
LUS	8,6	-4,9	9,5	4,2
LOD	12,5	0,0	6,1	6,1
MAL	12,3	0,2	5,8	6,0
MAZ	25,2	0,0	11,9	11,8
OPL	34,2	13,5	2,1	15,8
PKR	4,2	-6,9	9,6	2,1
PDL	6,2	-6,8	10,6	3,0
POM	21,7	2,3	7,9	10,3
SLA	20,6	0,0	9,8	9,8
SWI	12,2	-0,7	6,7	5,9
WRM	18,7	0,7	8,1	8,9
WIE	9,0	-6,7	11,9	4,4
ZAC	13,2	-5,7	12,8	6,4
Śr.	14,1	-1,7	8,7	6,8
Odch.st.	7,8	4,9	2,8	3,6

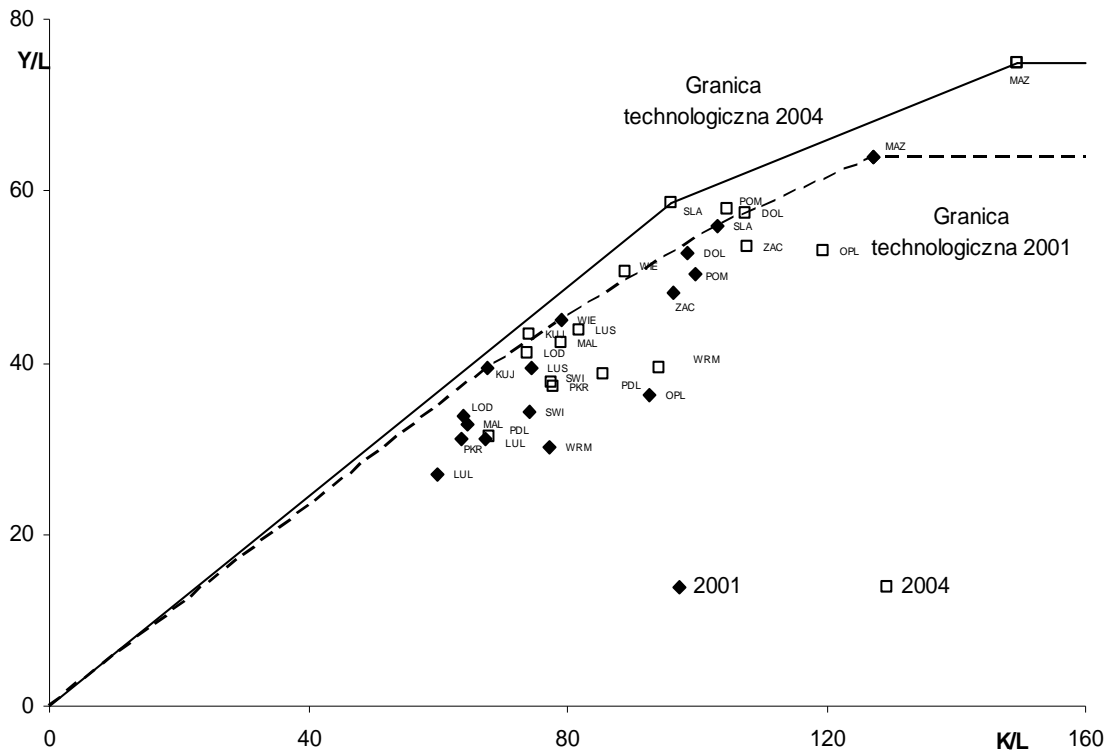
Źródło: opracowanie własne.

W rozpatrywanym okresie zaobserwowano znaczne zróżnicowanie poszczególnych składowych indeksu. Uwagę zwraca województwo opolskie, które dzięki akumulacji kapitału rzeczowego i poprawie relatywnej efektywności technologicznej oraz postępowi technologicznemu zdołało uzyskać 34,2 procentowy wzrost produktywności, mierzony wartością indeksu Malmquista. Najgorzej kształtowała się sytuacja w województwie podkarpackim, w którym wartość indeksu wzrosła o 4,2 %, przy jednoczesnym spadku o 6,9 % wartości wskaźnika relatywnej efektywności technologicznej. Spadek ten, został jednak w dużym stopniu zrekompensowany postępowem technologicznym i akumulacją kapitału rzeczowego.

Wskaźnik relatywnej efektywności technologicznej, wyznaczony jako stosunek efektywności danej gospodarki, względem gospodarek najbardziej efektywnych, obniżył się przeciętnie o 1,7%. Należy jednak zwrócić uwagę na duże zróżnicowanie przestrzenne tego wskaźnika, mierzone wartością odchylenia standardowego.

Reasumując, w okresie 2001 – 2004 we wszystkich regionach nastąpił wzrost produktywności mierzony wartością indeksu Malmquista, przy jednoczesnym znacznym zróżnicowaniu przestrzennym wartości tego wskaźnika.

Rys. 5.3 Postęp technologiczny w okresie 2001 – 2004.



Źródło: opracowanie własne.

Przeciętna wartość indeksu Malmquista wzrosła o 14,1 %. Głównymi źródłami tego wzrostu był postęp technologiczny 8,7 % i akumulacja kapitału rzeczowego 6,7 %. Wskaźnik efektywności technologicznej obniżył się przeciętnie o 1,7 %, a więc o tyle przeciętnie, w badanym okresie, regionalne gospodarki oddaliły się od granicy efektywności technologicznej. W związku z powyższym w okresie 2001 – 2004 w odniesieniu do większości regionalnych gospodarek miała miejsce dywergencja gospodarcza, mierzona położeniem gospodarek regionalnych względem granicy technologicznej.

Indeks Malmquista i jego składowe w latach 2004 - 2008

Okres od 2004 r. do 2008 r. był czasem szybkiego wzrostu gospodarczego i zatrudnienia. Zmiany wartości indeksu Malmquista charakteryzowały się znacznym zróżnicowaniem przestrzennym. Liderem w tym okresie było województwo warmińsko-mazurskie, w którym wartość indeksu Malmquista wzrosła o 8,8 %. Wzrost ten został osiągnięty dzięki efektowi akumulacji kapitału rzeczowego oraz dzięki wzrostowi wskaźnika efektywności technologicznej. Na wyróżnienie zasługuje także województwo

zachodniopomorskie, w którym indeks ten wzrósł o 7,5 %. Z kolei najgorzej radziły sobie województwa: podkarpackie, lubuskie i śląskie, w których miał miejsce spadek wartości indeksu odpowiednio o 3,6%; 4,6% i 4,8%. O ile w latach 2001 – 2004 województwo opolskie było liderem pod względem wzrostu efektywności technologicznej, o tyle w latach 2004 – 2008 tendencja uległa odwróceniu i wartość tego wskaźnika obniżyła się o 3,2%.

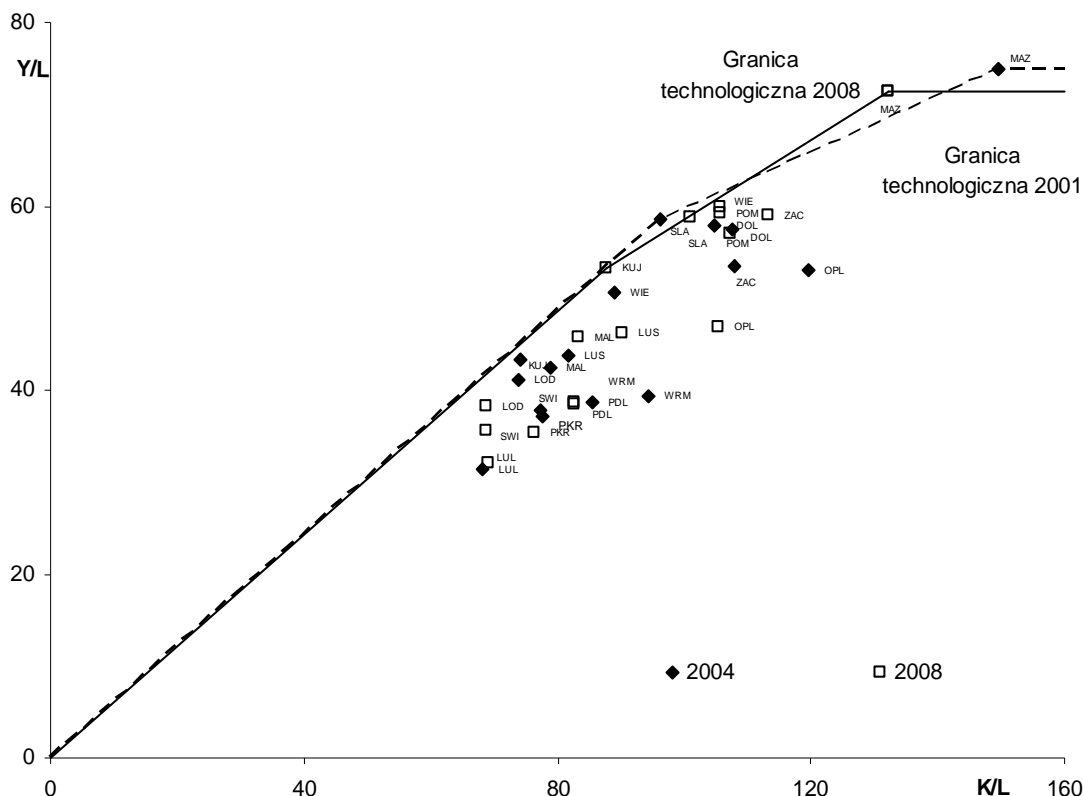
Tab.5.5 Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w latach 2004 - 2008 wyrażone w procentach.

Województwo	Indeks Malmquista	Efektywność technologiczna	Postęp technologiczny	Akumulacja kapitału rzeczowego
DOL	-0,9	-0,2	-0,2	-0,5
KUJ	3,3	4,3	-2,5	1,7
LUL	0,0	0,9	-0,9	0,0
LUS	-4,6	-3,0	0,7	-2,3
LOD	-0,5	0,4	-0,7	-0,3
MAL	2,4	3,3	-2,1	1,2
MAZ	1,0	0,0	0,5	0,5
OPL	-3,2	-4,4	2,9	-1,6
PKR	-3,6	-2,7	0,9	-1,8
PDL	2,2	3,2	-2,0	1,1
POM	0,8	2,5	-2,0	0,4
SLA	-4,8	-0,3	-2,2	-2,5
SWI	5,8	6,8	-3,7	2,9
WRM	8,8	11,9	-6,8	4,3
WIE	3,6	5,2	-3,3	1,8
ZAC	7,4	6,9	-3,0	3,7
Śr.	1,1	2,2	-1,5	0,5
Odch.st.	4,0	4,1	2,2	2,0

Źródło: opracowanie własne.

Przeciętna wartość indeksu Malmquista w badanym okresie wzrosła o 1,1%. Było to spowodowane efektem akumulacji kapitału rzeczowego o 0,5% oraz poprawą efektywności technologicznej przeciętnie o 2,2 %, przy niewielkim przeciętnym regresie technologicznym 1,5%. W badanym okresie w województwach warmińsko-mazurskim, świętokrzyskim, małopolskim, podlaskim, śląskim i kujawsko-pomorskim. zaobserwowano znaczny regres technologiczny. W pozostałych województwach wzrost produktywności został osiągnięty głównie w wyniku akumulacji kapitału rzeczowego i poprawie efektywności technologicznej. W okresie 2001 – 2004 miało miejsce znaczne przestrzenne zróżnicowanie wzrostu produktywności, mierzonej wartością indeksu Malmquista. Największy wzrost wartości tego wskaźnika miał miejsce w województwach: warmińsko-mazurskim, zachodnio-pomorskim, świętokrzyskim.

Rys. 5.4 Postęp technologiczny w latach 2004 - 2008.



Źródło: opracowanie własne.

Jakkolwiek nastąpił przeciętny wzrost wartości indeksu Malmquista, to należy zwrócić uwagę na duże zróżnicowanie wartości omawianych wskaźników w poszczególnych województwach. Uwagę zwraca ogólnie bardzo mały postęp technologiczny, a w niektórych województwach, nawet regres technologiczny (por. rys.5.4).

Indeks Malmquista i jego składowe w latach 1998 - 2008

W tej części pracy poddano analizie zmiany wartości indeksu Malmquista na przestrzeni lat 1998 – 2008, a więc w odniesieniu do całego badanego okresu. Najwyższy wzrost produktywności w rozpatrywanym okresie miał miejsce w gospodarce województwa mazowieckiego 57,1%. Wzrost ten był następstwem postępu technologicznego w 25,4% oraz efektem akumulacji kapitału rzeczowego również o 25,3%. Dużo, bo o 50,2% wzrosła wartość indeksu Malmquista w województwie warmińsko-mazurskim i w województwie zachodniopomorskim o 44,7%. Głównymi źródłami jego wzrostu w rozpatrywanych gospodarkach był efekt akumulacji kapitału rzeczowego i postęp technologiczny.

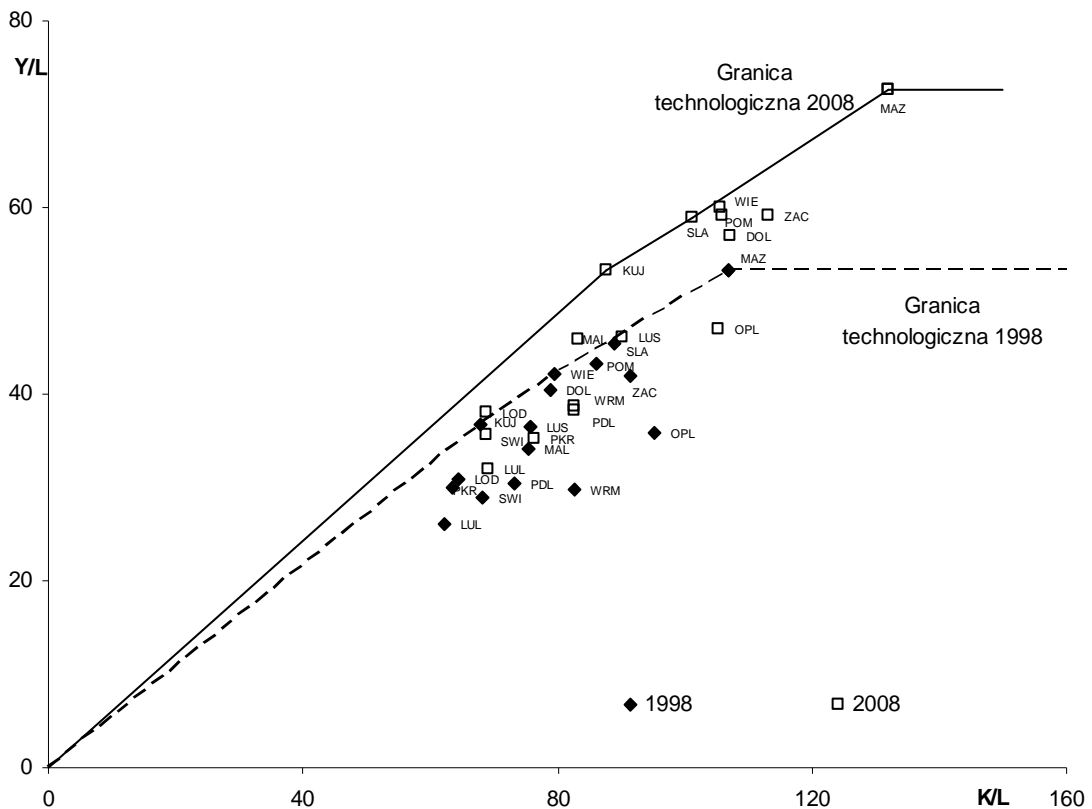
Tab.5.6 Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w latach 1998 – 2008 wyrażone w procentach.

Województwo	Indeks Malmquista	Efektywność technologiczna	Postęp technologiczny	Akumulacja kapitału rzeczowego
DOL	26,7	-4,7	18,1	12,6
KUJ	32,1	0,0	14,9	14,9
LUL	26,0	-1,0	13,3	12,3
LUS	25,6	-5,9	19,1	12,1
LOD	30,8	2,9	11,2	14,4
MAL	40,9	6,7	11,3	18,7
MAZ	57,1	0,0	25,4	25,3
OPL	40,3	4,3	13,5	18,4
PKR	11,8	-13,1	21,7	5,7
PDL	30,0	-1,4	15,7	14,0
POM	35,3	0,4	15,9	16,3
SLA	36,8	1,0	15,8	17,0
SWI	37,9	8,5	8,3	17,4
WRM	50,2	12,2	9,2	22,5
WIE	30,3	-1,8	16,3	14,1
ZAC	44,7	2,9	16,9	20,3
Śr.	34,8	0,7	15,4	16,0
Odch.st.	10,4	5,7	4,3	4,5

Źródło: opracowanie własne.

W całym rozpatrywanym horyzoncie czasu wartość indeksu Malmquista wzrosła przeciętnie o 34,8%, przy jednoczesnym dużym zróżnicowaniu przestrzennym tego wskaźnika, mierzonym wartością odchylenia standardowego. Liderem wzrostu było województwo mazowieckie. Przeciętny efekt postępu technologicznego dla wzrostu produktywności w Polsce w okresie od roku 1998 do roku 2008 wyniósł 15,4%. Największy postęp technologiczny zaobserwowano w województwach: mazowieckim, podkarpackim, zachodniopomorskim, wielkopolskim, pomorskim i dolnośląskim. Z kolei pod względem akumulacji kapitału rzeczowego na osobę pracującą jako źródła wzrostu wartości indeksu Malmquista liderem ponownie było województwo mazowieckie, następnie warmińsko-mazurskie i zachodniopomorskie. Warto bliżej przyjrzeć się gospodarce województwa podkarpackiego. Charakteryzowała się ona najniższym wzrostem produktywności, bo tylko o 24 % w całym badanym okresie. Najważniejszym źródłem tego wzrostu był postęp technologiczny 21,7%, akumulacja kapitału rzeczowego, której wpływ dla wzrostu wartości indeksu wyniósł zaledwie 5,7%, zaś efektywność technologiczna zmniejszyła się o -13,1%. Wynikiem czego było zwiększenie dystansu tej gospodarki względem granicy technologicznej.

Rys. 5.5 Postęp technologiczny w latach 1998 – 2008.



Źródło: opracowanie własne.

Na rys. 5.5 przedstawiono przesunięcie granicy możliwości technologicznych pomiędzy rokiem 1998, a 2008r. Na podstawie dekompozycji indeksu Malmquista ustalono, że podstawowym źródłem wzrostu PKB na osobę pracującą w badanym okresie był efekt akumulacja kapitału rzeczowego i postęp technologiczny. Naturalnym jest to, że w poszczególnych gospodarkach czynniki te występowały z różną intensywnością. O ile we wszystkich województwach miał miejsce wzrost wartości indeksu Malmquista, to już trudniej uznać, że w badanym okresie miała miejsce konwergencja rozumiana jako zbliżenie się wszystkich 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.

5.1.4. Wnioski

Różnice regionalne w poziomie PKB na osobę pracującą są efektem zróżnicowanych wielkości zasobów czynników produkcji dostępnych w poszczególnych województwach oraz łącznych zmian efektywności tych czynników. W województwach o niskim poziomie PKB na osobę pracującą zarówno poziom efektywności czynników, jak i wielkości i jakość zasobów tych czynników są na ogół dużo niższe niż w regionach o wyższym poziomie PKB. Dla osiągnięcia wyższego poziomu rozwoju, oba wskaźniki muszą wzrosnąć. Województwa o niskich zasobach kapitału rzeczowego mogą nadganiać zaległości poprzez jego akumulację. Dodatkową korzyścią, którą będą one równolegle odnosić, będzie dostęp do coraz bardziej efektywnych technologii. Z kolei akumulacja kapitału rzeczowego w województwach już dobrze w niego wyposażone nie pozwoliła odnieść tej dodatkowej korzyści.

Niski poziom efektywności w poszczególnych regionach związany jest nie tylko z dużo niższymi wartościami PKB w przeliczeniu na osobę pracującą, które są następstwem szeregu przyczyn, jak np. sposób organizacji produkcji, stosowanej technologii, jakością kapitału ludzkiego, itp., lecz także struktur regionalnych gospodarek. Bowiem struktury gospodarcze regionów gorzej rozwiniętych zostały zdominowane przez działalność o niskiej wartości dodanej, które same w sobie wpływają negatywnie 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. liczba osób pracujących w rolnictwie. Najwyższą pozycję pod względem efektywności zajmują województwa zdominowane przez działalność pozarolniczą, do których należą województwa mazowieckie, śląskie, wielkopolskie, dolnośląskie i pomorskie, najniższą zaś lubelskie, podlaskie, podkarpackie i 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, tak jak to miało miejsce w przeszłości w obszarach Unii Europejskiej o wyższym poziomie rozwoju niż w Polsce.

Przepływ siły roboczej z sektorów niskoproduktywnych (przede wszystkim z rolnictwa) do pozostałych sektorów stanowi jeden z istotnych czynników wpływających na dynamikę przeciętnej wydajności pracy oraz na tempo wzrostu gospodarczego. O ile w gospodarkach rozwiniętych, podstawą dynamicznego rozwoju gospodarczego jest postęp technologiczny, prowadzący do efektywniejszego wykorzystania pracy i kapitału, to w gospodarkach nadrabiających dystans, takich jak Polska, ważną rolę odgrywa także

modernizacja struktury gospodarki, prowadząca do właściwej alokacji siły roboczej, rozumianej jako jej zatrudnienie w najbardziej wydajnych sektorach

Ewolucja gospodarek regionalnych polegająca na przechodzeniu od wytwarzania dóbr o niskim stopniu przetworzenia, do dóbr o wysokiej wartości dodanej powoduje, że w procesie kształtowania tempa wzrostu gospodarczego oraz poziomu konkurencyjności regionalnej niektóre branże zyskują coraz większe znaczenie, inne natomiast – znaczenie to tracą. Rozwój dziedzin działalności wytwarzających zdecydowaną część nadwyżki ekonomicznej i determinujących tym samym długofalowe perspektywy wzrostu gospodarczego wymaga przede wszystkim intensyfikacji nakładów na akumulację kapitału ludzkiego⁹⁹. Stanowi on, bowiem podstawę wzrostu innowacyjności każdej gospodarki, a przez to – podstawę wzrostu produkcji sektorów opierających się na intensywnych i innowacyjnych technologiach.

5.2. Przyczyny nieefektywności technologicznej w województwach w Polsce w latach 1998 – 2008

5.2.1. Wprowadzenie

Niniejsze podrozdział jest bezpośrednią kontynuacją i rozszerzeniem celów badawczych zrealizowanych w poprzednim punkcie. Rozpatrzmy w nim przyczyny nieefektywności gospodarek poszczególnych regionów, a w konsekwencji powody niższej wartości PKB na osobę pracującą. Rozszerzenie kontekstu nierówności regionalnych wymaga dokonania niezbędnych modyfikacji zastosowanej metody. W celu określenia przyczyn nieefektywności gospodarek regionalnych zastosujemy zmodyfikowaną wersję modelu DEA (*non-radial Data Envelopment Analysis*). Z ekonomicznego punktu widzenia największą zaletą takiego modelu jest rezygnacja z jednolitego wskaźnika efektywności technologicznej dla wszystkich nakładów. W modelu tym zakłada się, że każdy nakład może mieć inny wskaźnik efektywności. W rezultacie możliwa jest substytucja między nakładami kapitału rzeczowego i pracy. Zastosowanie modelu *non-radial* DEA pozwoli wyznaczyć cząstkową efektywność nakładów czynników produkcji, także w ujęciu sektorowym. Celem analizy, prowadzonej w ujęciu sektorowym dla wybranych lat z okresu 1998 – 2008 jest zbadanie i ocena wpływu zmian struktury zatrudnienia na efektywność technologii stosowanych w regionalnych gospodarkach.

⁹⁹W części empirycznej niniejszej pracy szczególną uwagę przywiązano do modeli, w których jako nakłady przyjęto pracę i kapitał rzeczowy, a jako wynik PKB, więc przedstawiona w tym podpunkcie problematyka kapitału ludzkiego, jego wpływu na procesy wzrostu gospodarczego nie będzie w dalszych rozdziałach pracy podejmowana.

5.2.2. Metoda badania

W standardowych wariantach metody DEA np. CCR zakłada się pełną komplementarność pomiędzy nakładami, co jednocześnie wyklucza możliwość ich substytucji¹⁰⁰. Jest to spowodowane występowaniem jednolitego wskaźnika efektywności technologicznej dla wszystkich nakładów. Model CCR nawiązuje do koncepcji efektywności technologicznej sformułowanej przez Farrella-Debreu¹⁰¹. Określenie efektywności technologii w sensie Farrela-Debreu sprowadza się do wyznaczenia współczynnika efektywności, umożliwiającego maksymalne proporcjonalne zmniejszenie nakładów lub zwiększenie wyników¹⁰² po promieniu technologicznym do poziomu, przy którym nadal możliwe jest osiągnięcie określonych wyników. Z ekonomicznego punktu widzenia powyższe założenie jest założeniem zbyt „abstrakcyjnym”, gdyż w rzeczywistej gospodarce mamy na ogół do czynienia z określoną substytucją nakładów. Aby wyeliminować tę niedogodność w niniejszym badaniu zastosowano model *non-radial* DEA zaproponowany przez Dysona i Thanassoulisa (1992), będący modyfikacją standardowych modeli DEA, w szczególności modelu CCR. Polega ona na uwzględnieniu dla poszczególnych nakładów mnożników cząstkowych.

Model *non-radial* DEA zapiszemy w następującej postaci:

$$(5.24) \quad \bar{e}_o = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N e_{no} \rightarrow \min ,$$

przy ograniczeniach:

$$(5.25) \quad \sum_{j=1}^J Y_{rj} \lambda_{oj} \geq Y_{ro} \quad \text{dla } r = 1, \dots, R,$$

$$(5.26) \quad \sum_{j=1}^J K_{nj} \lambda_{oj} \leq e_{no} K_{no} \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(5.27) \quad \sum_{j=1}^J L_{nj} \lambda_{oj} \leq e_{no} L_{no} \quad \text{dla } n = 1, \dots, N,$$

$$(5.28) \quad \lambda_{oj}, e_{on} \geq 0 \quad \text{dla } j = 1, \dots, J; n = 1, \dots, N,$$

gdzie¹⁰³:

Y_{rj} – PKB (w tys. zł) w j -tym województwie

¹⁰⁰ Charnes A., Cooper W. Rhodes E. (1978).

¹⁰¹ Debreu G. (1951), Farrell M.J. (1957).

¹⁰² W modelu ukierunkowanym na wyniki.

¹⁰³ Wszystkie zmienne przeliczyliśmy na mieszkańca, co pozwoliło nam abstrahować od wielkości województwa.

K_{nj} – kapitał rzeczowy (w tys. zł) w j -tym województwie

L_{nj} – liczba pracujących (w tys. osób.) w j -tym województwie

e_{no} – optymalny mnożnik n -tego nakładu w gospodarce o -tego województwa.

Powyższy współczynnik e_{no} należy interpretować jako wskaźnik efektywności technologicznej gospodarki o -tego województwa ze względu na n -ty nakład. Jego wartość określa procent, do jakiego powinien zostać zmniejszony n -ty nakład w gospodarce o -tego województwa, aby jego gospodarka uzyskała 100% efektywność ze względu na rozpatrywany nakład¹⁰⁴.

5.2.3. Wyniki pomiaru cząstkowej efektywności pracy i kapitału rzeczowego

Badaniem objęto gospodarki poszczególnych województw w Polsce w latach 1998, 2001, 2004, 2008. W badaniu posłużono się danymi pochodzącymi z tabeli 5.1.

Tab.5.7 Efektywność nakładów kapitału rzeczowego i pracy w regionalnych gospodarkach w latach 1998 – 2008.

Rok Województwo	1998		2001		2004		2008	
	L*	K**	L	K	L	K	L	K
DOL	0,86	1,00	0,93	1,00	0,84	1,00	0,78	0,97
KUJ	1,00	1,00	1,00	1,00	0,74	0,96	1,00	1,00
LUL	0,49	0,84	0,48	0,83	0,54	0,76	0,44	0,84
LUS	0,68	0,97	0,68	1,00	0,75	0,88	0,64	0,93
LOD	0,58	0,96	0,60	0,97	0,70	0,91	0,55	1,00
MAL	0,64	0,91	0,59	0,94	0,72	0,88	0,64	1,00
MAZ	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
OPL	0,67	0,75	0,57	0,78	0,71	0,88	0,65	0,81
PKR	0,56	0,95	0,56	0,90	0,63	0,79	0,49	0,84
PDL	0,57	0,83	0,56	0,85	0,66	0,74	0,53	0,85
POM	0,84	1,00	0,79	1,00	0,88	1,00	0,87	1,00
SLA	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	1,00
SWI	0,54	0,85	0,54	0,92	0,65	0,80	0,49	0,94
WRM	0,56	0,72	0,47	0,78	0,67	0,69	0,53	0,85
WIE	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,93	0,92	1,00
ZAC	0,79	0,92	0,75	1,00	0,71	0,99	0,81	0,95
śr.	0,73	0,92	0,72	0,94	0,75	0,89	0,71	0,94
odch. st.	0,18	0,09	0,20	0,08	0,13	0,10	0,20	0,07

Źródło: opracowanie własne.

* Wskaźnik efektywności czynnika pracy, ** wskaźnik efektywności kapitału rzeczowego.

¹⁰⁴ Guzik B. (2009).

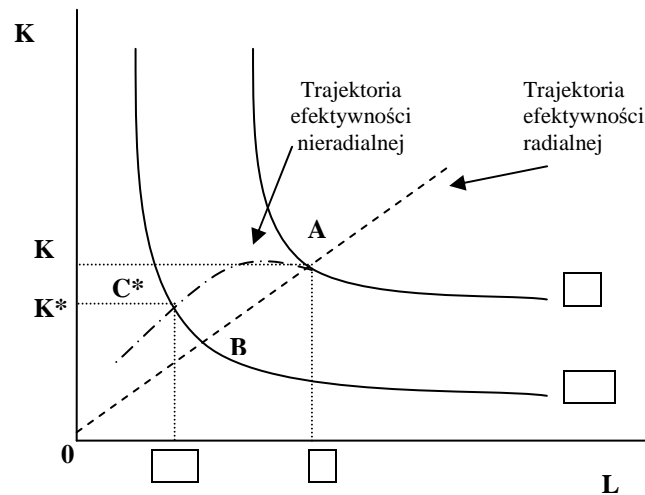
W tabeli 5.7 przedstawiono wyniki pomiaru cząstkowej efektywności pracy i kapitału rzeczowego dla wybranych lat z okresu 1998 – 2008, które uzyskano na podstawie miar efektywności technologicznej. Do estymacji miar efektywności wybrano model *non-radial* DEA, zorientowany na nakłady. Przyjęliśmy w nim, że cząstkowe wskaźniki efektywności pracy i kapitału rzeczowego w danym województwie mogą się różnić.

Z badań przeprowadzonych na podstawie modelu *non-radial* DEA wynika, że głównym źródłem nieefektywności w rozpatrywanych gospodarkach była relatywnie niższa efektywność technologiczna czynnika pracy, przy jednoczesnym znacznym zróżnicowaniu przestrzennym tego wskaźnika. Najmniej efektywne w badanej grupie były gospodarki województw: lubelskiego, świętokrzyskiego, warmińsko-mazurskiego i podkarpackiego. Warto zauważyć, że są to województwa typowo rolnicze. Najwyższą 100% relatywną efektywnością pracujących charakteryzowały się województwa: mazowieckie, kujawsko-pomorskie i wielkopolskie (z wyjątkiem roku 2004). Wśród województw o najniższych wartościach wskaźnika efektywności czynnika pracy, zaobserwowano charakterystyczny jego relatywny spadek w kolejnych rozpatrywanych latach. Z kolei najwyższą efektywność technologiczną kapitału rzeczowego zaobserwowano w województwach kujawsko-pomorskim, mazowieckim, wielkopolskim, pomorskim i śląskim. Natomiast najniższą efektywnością kapitału rzeczowego charakteryzowały się województwa warmińsko-mazurskim, opolskim i lubelskim. Ogólnie w badanym okresie kapitał rzeczowy był nakładem o relatywnie wyższej efektywności technologicznej niż czynnik pracy.

Substytucja nakładów w technologii optymalnej

Model *non-radial* DEA pozwala nie tylko wyznaczyć wskaźniki efektywności poszczególnych nakładów, ale także dostarcza informacji o niezbędnej redukcji nakładów w nieefektywnych gospodarkach, która umożliwiłaby im osiągnięcie 100% efektywności technologicznej w stosunku do pozostałych gospodarek w badanej grupie. Owa redukcja nakładów wiąże się na ogół ze zmianą struktury nakładów. Wskutek czego, przy przejściu od wektora nakładów empirycznych do wektora nakładów optymalnych może być niezbędna substytucja pomiędzy nakładami. Przez substytucję nakładów należy rozumieć zmniejszenie jednego nakładu z uwagi na wzrost drugiego nakładu lub bardziej intensywne zmniejszanie jednego nakładu przy wolniejszym spadku drugiego nakładu. Ideę substytucji przyjętej na potrzeby niniejszego badania przedstawiono na rys.5.6.

Rys.5.6 Substytucja nakładów w modelu *non-radial* DEA.



Źródło: opracowanie własne.

Na rys.5.6 przedstawiono substytucję nakładów w nieliniowych (*non-radial*) modelach efektywności. Krzywe T i T^* są ilustracją nakładów odpowiednio dla technologii empirycznej i technologii optymalnej (oznaczonej*). Krzywa nakładów dla technologii optymalnej została wyznaczona dla gospodarek charakteryzujących się 100% efektywnością technologiczną w badanej grupie gospodarek. Przetawiony na wykresie punkt A odpowiada wektorowi nakładów empirycznych, a punkt B wektorowi nakładów optymalnych w modelach radialnej efektywności, zaś punkt C odpowiada wektorowi nakładów optymalnych w modelach nieradialnej efektywności, Symbolem (*) oznaczono kombinacje nakładów w technologii optymalnej. Z kolei L i K to odpowiednio nakłady czynnika pracy i kapitału rzeczowego.

W modelach o nieradialnej efektywności uchyla się założenie dotyczące jednorodności wskaźników efektywności dla wszystkich nakładów, a więc proporcjonalnej redukcji wszystkich nakładów wzdłuż promienia technologicznego. Jeżeli zatem cząstkowe wskaźniki efektywności dla poszczególnych nakładów się różnią, to przy przejściu od wektora nakładów empirycznych do wektora nakładów optymalnych (na rys.5.6 przesunięcie z punktu A do punktu C) niezbędna będzie zmiana struktury nakładów. Jeżeli z kolei w rozwiązaniu zadania nieradialnego modelu DEA cząstkowe wskaźniki efektywności będą identyczne, to należy pozostawić poprzednią proporcję nakładów, gdyż jest ona optymalna. W niniejszym badaniu rozpatrzemy przypadek substytucji nakładów. Poniżej opisano ideę

substytucji nakładów w rozumieniu metodologii DEA. Podane symbole e_k i e_l są wskaźnikami cząstkowej efektywności technologicznej, odpowiednio kapitału rzeczowego i pracy, otrzymanymi z rozwiązania zadania nieradialnej efektywności DEA, opisanego warunkami (5.24)-(5.28). Substytucja nakładów występuje wtedy, kiedy wartości cząstkowych wskaźników efektywności różnią się od siebie:

$$(5.29) \quad e_k \neq e_l,$$

Wektor nakładów technologii optymalnej można przedstawić jako iloczyn wektora nakładów empirycznych i wskaźników efektywności technologicznej zapisanych w (5.29).

$$(5.30) \quad T^* = \frac{K^*}{L^*} = \frac{Ke_k}{Le_l},$$

gdzie:

$$(5.31) \quad \frac{K^*}{L^*} = S^*_{k(l)},$$

oznacza strukturę nakładów optymalnych,

$$(5.32) \quad S_{k(l)} = \frac{K}{L},$$

oznacza strukturę nakładów empirycznych, a

$$(5.33) \quad Z_{k(l)} = \frac{e_k}{e_l}, (k \neq l),$$

jest oznaczeniem wskaźnika substytucji pracy przez kapitał rzeczowy przy przejściu od wektora technologii empirycznej, do wektora technologii optymalnej. Jeżeli wskaźnik (5.33) przyjmuje wartość 1, to nakłady pracy i kapitału rzeczowego są komplementarne. Jeśli wskaźnik $Z_{k(l)}$ będzie różny od 1, to nakłady są substytucyjne. Dla większej liczby nakładów możliwe jest zastosowanie miernika łącznej substytucji nakładów. Poniżej zaproponowano miernik substytucji, będący średnią geometryczną wskaźników substytucji, zapisanych w (5.33).

$$(5.34) \quad \bar{Z} = \sqrt[N]{Z_{n(m)_1} Z_{n(m)_2} \dots Z_{n(m)_N}}, \quad n, m = 1, \dots, N; n \neq m,$$

Tak zdefiniowany miernik łącznej substytucji nakładów przyjmuje wartość równą 1, gdy wszystkie nakłady są komplementarne i nie ma pomiędzy nimi substytucji. Natomiast jest on tym większy od 1, im większy jest stopień łącznej substytucji w ramach całego wektora nakładów, niezbędnej przy przejściu od wektora nakładów empirycznych do wektora nakładów optymalnych.

W tabeli 5.8 przedstawiono wartości wskaźników substytucji pracy przez kapitał rzeczowy, obliczone według wzoru (5.33), na podstawie danych z tabeli 5.7. Przedstawione wskaźniki są miarą koniecznej zmiany w relacji kapitału rzeczowego do liczby pracujących, przy przejściu od technologii empirycznej, do technologii optymalnej. Przypomnijmy, że technologia optymalna to taka technologia, której wdrożenie gwarantuje analizowanej gospodarce osiągnięcie 100% efektywności technologicznej w badanej grupie gospodarek.

Tab. 5.8 Wartości wskaźników substytucji pracy przez kapitał rzeczowy w technologii optymalnej dla poszczególnych województw.

Województwo	$Z_{k(l)1998}$	$Z_{k(l)2001}$	$Z_{k(l)2004}$	$Z_{k(l)2008}$
DOL	0,86	0,93	0,84	0,81
KUJ	1,00	1,00	0,77	1,00
LUL	0,58	0,58	0,71	0,52
LUS	0,71	0,68	0,85	0,68
LOD	0,60	0,62	0,77	0,55
MAL	0,70	0,63	0,82	0,64
MAZ	1,00	1,00	1,00	1,00
OPL	0,89	0,73	0,80	0,80
PKR	0,59	0,62	0,81	0,58
PDL	0,68	0,65	0,89	0,63
POM	0,84	0,79	0,88	0,87
SLA	0,94	1,00	1,00	0,99
SWI	0,64	0,58	0,81	0,52
WRM	0,77	0,61	0,98	0,63
WIE	1,00	1,00	0,93	0,92
ZAC	0,85	0,76	0,72	0,86
śr.	0,79	0,76	0,85	0,75
odch. st.	0,15	0,16	0,09	0,17

Źródło: opracowanie własne.

W województwach, dla których wskaźnik substytucji jest równy 1 nie ma potrzeby dokonywania żadnych zmian w strukturze nakładów czynników produkcji, gdyż realizują one optymalne kombinacje nakładów pracy i kapitału rzeczowego. Analizując tabelę 5.8. należy zauważyć, że dla wdrożenia optymalnej kombinacji nakładów czynników produkcji najmniejsze zmiany w relacji pomiędzy kapitałem rzeczowym i pracą były konieczne w województwie śląskim w roku 2008. Dla uzyskania optymalnej relacji nakładów

wystarczyłoby w tym województwie zmniejszyć zaledwie o 1% liczbę pracujących, przy niezmiennym poziomie kapitału rzeczowego. Podobnie w województwie dolnośląskim. Dla przykładu w roku 2001, dla uzyskania optymalnej kombinacji nakładów czynników produkcji w tym województwie wystarczyłoby liczbę pracujących zredukować o 7%, przy niezmiennym poziomie kapitału rzeczowego. Z kolei najbardziej radykalne zmiany byłyby niezbędne w województwie świętokrzyskim, lubelskim, łódzkim oraz podkarpackim. W województwie świętokrzyskim rozwiązanie optymalne sugeruje, aż 52% substytucję w obrębie nakładów w roku 2008. Dla uzyskania optymalnej relacji nakładów czynników produkcji, a więc takiej, która gwarantowałaby uzyskanie 100% efektywności technologii stosowanej w gospodarce tego województwa, konieczna byłaby 51%-towa redukcja liczby pracujących i 6%-towa redukcja nakładu kapitału rzeczowego. Tak bardzo radykalne zmiany mogą sugerować, że przyczyną nieefektywności gospodarki województwa świętokrzyskiego może być przestarzała i bardzo pracochłonna technologia produkcji stosowana obecnie w tym województwie.

5.2.4. Efektywność struktur zatrudnienia w województwach w Polsce w latach 1998 – 2008 – ujęcie sektorowe

Przeprowadzone w punkcie 5.2.4 badania wykazały, że głównym źródłem nieefektywności regionalnych gospodarek w badanym okresie była relatywnie niższa efektywność czynnika pracy¹⁰⁵. Stwierdzenie faktu relatywnie niższej produktywności czynnika pracy stało się punktem wyjścia do postawienia pytania o wydajność pracy w poszczególnych sektorach i jej zmiany w przyjętym w badaniu horyzoncie czasu. Analiza przeprowadzona w ujęciu sektorowym dla okresu 1998 – 2008 jest próbą oceny wpływu ewolucji struktur zatrudnienia na efektywność technologii stosowanych w regionalnych gospodarkach.

Celem tej części pracy jest próba zbadania związków między strukturą zatrudnienia oraz efektywnością technologii stosowanych w województwach. W badaniu została postawiona następująca hipoteza: ewolucja struktury zatrudnienia w kierunku struktur wykształconych w gospodarkach krajów wysokorozwiniętych Unii Europejskiej przyczynia się do poprawy efektywności gospodarczej. Struktura zatrudnienia została opisana za pomocą tzw. „teorii trzech sektorów”, zgodnie z którą kraje lub regiony, znajdujące się na wyższych etapach rozwoju społeczno – gospodarczego, charakteryzują się relatywnie wysokim

¹⁰⁵ Zob. tabela 5.7.

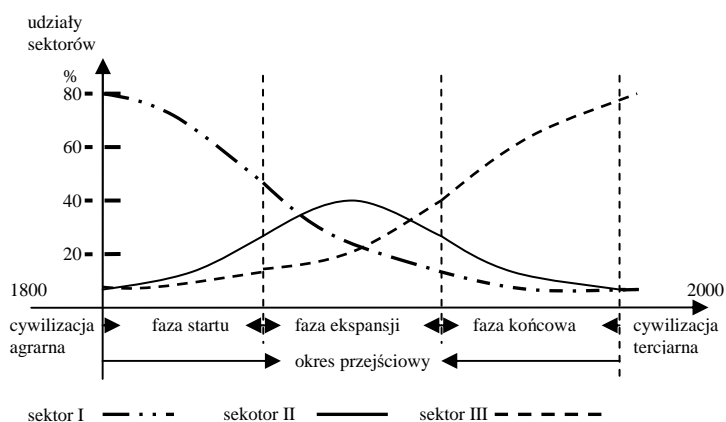
udziałem sektora usługowego, bardzo niskim udziałem sektora rolniczego oraz umiarkowanym udziałem sektora przemysłowego w ogólnym popycie na pracę. W badaniu zastosowano koncepcję pomiaru względnej efektywności gospodarki regionalnej wobec gospodarek relatywnie efektywnych w badanej grupie gospodarek, wykorzystywaną w metodzie DEA.

Teoria trzech sektorów według J. Fourastie'go

Koncepcja trójsektorowej struktury gospodarczej, jej zmian i prawidłowości rozwoju sektorów (teoria trzech sektorów gospodarki), została rozwinięta w latach trzydziestych XX. wieku przez Fishera, Clarka oraz Fourastie'go¹⁰⁶. U podstaw tej teorii leży teza o zmieniającej się roli poszczególnych sektorów w historycznie ujmowanym procesie rozwoju gospodarek, mianowicie zmniejszenie znaczenia sektora rolniczego; wzrost, stabilizacja, a następnie także zmniejszanie się udziału sektora przemysłowego, przy jednoczesnym ciągłym wzroście w strukturze zatrudnienia roli sektora usługowego. Zmienność pozycji danego sektora (dominująca, drugoplanowa, peryferyjna) identyfikowana jest tak w klasycznym ujęciu, jak i w kolejnych jego modyfikacjach, głównie poprzez analizę udziału sektorów w ogólnym bilansie absorpcji siły roboczej.

Praktyczne znaczenie teorii trzech sektorów gospodarki jest związane z ukierunkowaniem badań procesów rozwoju społeczno-ekonomicznego, m.in. na ewolucję struktur zatrudnienia. Relacje pomiędzy sektorami w różnych fazach rozwoju gospodarki przedstawia poniższy rysunek.

Rys. 5.7 Długookresowe zmiany w strukturze pracujących w układzie trzech sektorów wg J. Fourastiego.



Źródło: opracowanie własne na podstawie: Rogoziński (2000).

¹⁰⁶ Rogoziński K. (2000).

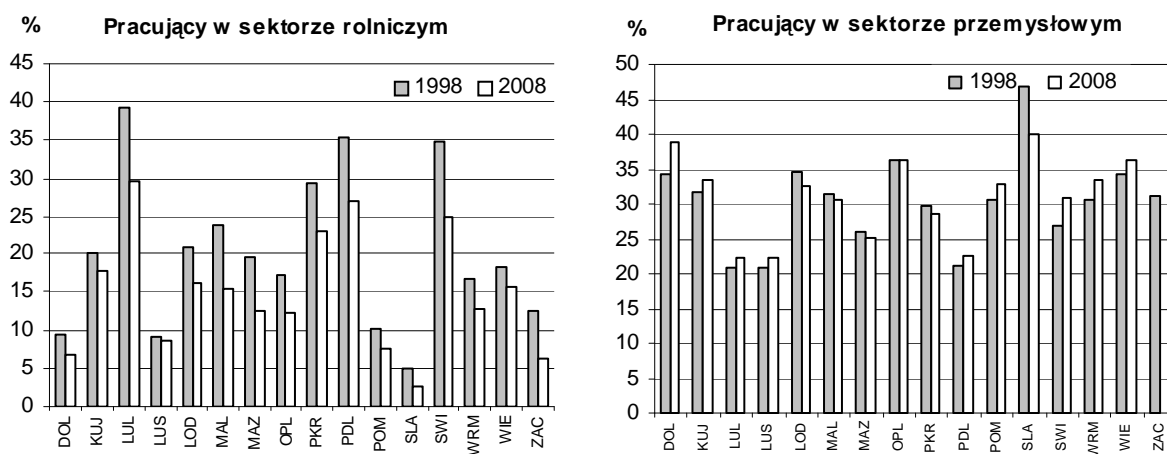
Na podstawie rys. 5.7 wyróżniono trzy stadia rozwoju cywilizacji europejskiej¹⁰⁷ :

- cywilizacja prymarna (rolnicza), dla której charakterystyczny jest bardzo duży udział sektora rolniczego w strukturze zatrudnienia, kończąca się w Europie około 1800 roku,
- XIX i XX wiek to okres dominacji cywilizacji przemysłowej, której szczyt (mierzony udziałem zatrudnienia) przypada na lata 1950 – 1960. Na etapie industrializacji ma miejsce spadek zatrudnienia w rolnictwie, a zbędną siłą roboczą wchłania dynamicznie rozwijający się przemysł.
- faza końcowa ewolucji struktury zatrudnienia łączy się ze spadkiem zatrudnienia w sektorze rolniczym i przemysłowym, na rzecz wzrostu w sektorze usług.

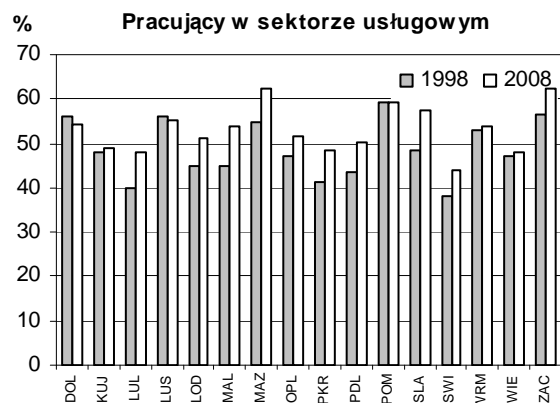
Ewolucja struktury pracujących

Struktura pracujących jest jednym z podstawowych wskaźników poziomu rozwoju społeczno – gospodarczego, a także dojrzałości gospodarki rynkowej. Porównanie trójsektorowej struktury zatrudnienia w Polsce i w krajach Unii Europejskiej wskazuje na różnice w tym obszarze. Jest przy tym oczywiste, że struktura gospodarki polskiej nie musi w pełni odzwierciedlać struktury jakiegokolwiek kraju, bądź całości Unii Europejskiej, ale pewne wzorowanie się na nich jest wskazane i potrzebne. Należy, więc liczyć się z nimi, bo takie tendencje, jakie w przeszłości występowały w wysokorozwiniętych krajach Unii Europejskiej, może wykazywać popyt na pracę w Polsce. Aby zilustrować wagę problemu przemian strukturalnych, na rys 5.8 przedstawiono strukturę pracujących w polskich województwach w latach 1998 – 2008 według trzech sektorów.

Rys. 5.8 Struktura pracujących według teorii trzech sektorów gospodarki.



¹⁰⁷ Rogoziński K. (2000).



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

Obserwacje struktury pracujących w województwach w Polsce dowodzą słuszności teorii trzech sektorów. Regiony, w których można zaobserwować relacje pomiędzy sektorami takie, jak w trzeciej części rysunku 5.7, są regionami o relatywnie wyższym poziomie rozwoju gospodarczego. Wartość PKB w dużej mierze zależy od struktury jego tworzenia, która w Polsce ulega powolnemu, aczkolwiek systematycznemu przekształceniu. Udział poszczególnych sektorów w strukturze pracujących na przestrzeni ostatnich lat zbliżał się do średniej unijnej, dla której charakterystyczny jest relatywnie wysoki udział sektora usług.

O przeciętnej efektywności pracy w odniesieniu do poszczególnych województw decyduje m.in. liczba pracujących w rolnictwie. Najwyższą pozycję w tym zakresie zajmują województwa zdominowane przez działalność pozarolniczą, takie jak: mazowieckie, śląskie, wielkopolskie, dolnośląskie i pomorskie, najniższą zaś lubelskie, podlaskie, podkarpackie i są to jednocześnie województwa o strukturach zatrudnienia najdalej oddalonych od przeciętnej struktury zatrudnienia, jaka występuje w Unii Europejskiej.

Zmiany strukturalne na rynku pracy są niezbędne i właściwie wtórne wobec zmian strukturalnych w całej gospodarce polskiej, dla której pożądane jest istnienie i rozwój dziedzin nowoczesnych, produktywnych i nasyconych najnowszą technologią. Z kolei dla ich prawidłowego funkcjonowania konieczna jest dobrze rozwinięta infrastruktura. Wzrost chłonności siły roboczej w sektorach o najwyższej wartości dodanej, musi dokonywać się przy jednoczesnym zmniejszaniu popytu na siłę roboczą w innych dziedzinach gospodarki – mniej efektywnych. Nieunikniony jest więc proces realokacji siły roboczej między poszczególnymi sektorami gospodarki. Biorąc to pod uwagę, w naszym kraju powinny dokonywać się głębokie zmiany w strukturze popytu na siłę roboczą.

5.2.5. Metoda badania efektywności regionalnych gospodarek – ujęcie sektorowe

W celu zbadania efektywności przemian regionalnych struktur zatrudnienia zastosowano, podobnie jak w punkcie 5.2.3, model nieradialnej efektywności DEA opisany warunkami (5.24)–(5.28). Model ten zostanie zmodyfikowany poprzez dokonanie dezagregacji czynnika pracy do poziomu trzech sektorów gospodarczych. Zastosowanie koncepcji trzech sektorów pozwoli nam dokonać estymacji miar efektywności technologicznej czynnika pracy dla każdego z badanych sektorów oddzielnie. Wskutek czego możliwe będzie porównywanie efektywności czynnika pracy pomiędzy sektorami i jej zmian w kolejnych badanych latach 1998–2008. Ponadto dzięki zastosowaniu koncepcji nieradialnej efektywności technologicznej, dla każdej z technologicznie nieefektywnych gospodarek prowadzimy analizę substytucji czynnika pracy pomiędzy sektorami przy przejściu od technologii empirycznej do technologii optymalnej¹⁰⁸, gwarantującej 100% efektywność technologiczną w badanej grupie gospodarek.

W rezultacie tak przeprowadzonego badania rozpoznamy w ujęciu sektorowym źródła nieefektywności technologii stosowanych w badanych gospodarkach oraz proponujemy m.in. w jaki sposób należy zmodyfikować stosowaną technologię, aby gospodarka dotąd nieefektywna uzyskała 100% efektywność technologiczną.

Zmienne modelu

Zmienne diagnostyczne w modelu zostały dobrane w taki sposób, aby możliwe było osiągnięcie celu badania, jakim jest zweryfikowanie sformułowanej hipotezy badawczej. Jako wynik przyjęto: Y – PKB (w tys. zł.). Jako nakłady przyjęto: K – kapitał rzeczowy (w tys. zł.), L_u – liczbę pracujących w sektorze usług (w tys. osób.), L_p – liczbę pracujących w sektorze przemysłowym (w tys. osób.), L_r – liczbę pracujących w sektorze rolniczym (w tys. osób.). Wszystkie zmienne przeliczyliśmy na mieszkańca, co pozwoliło nam abstrahować od wielkości województwa.

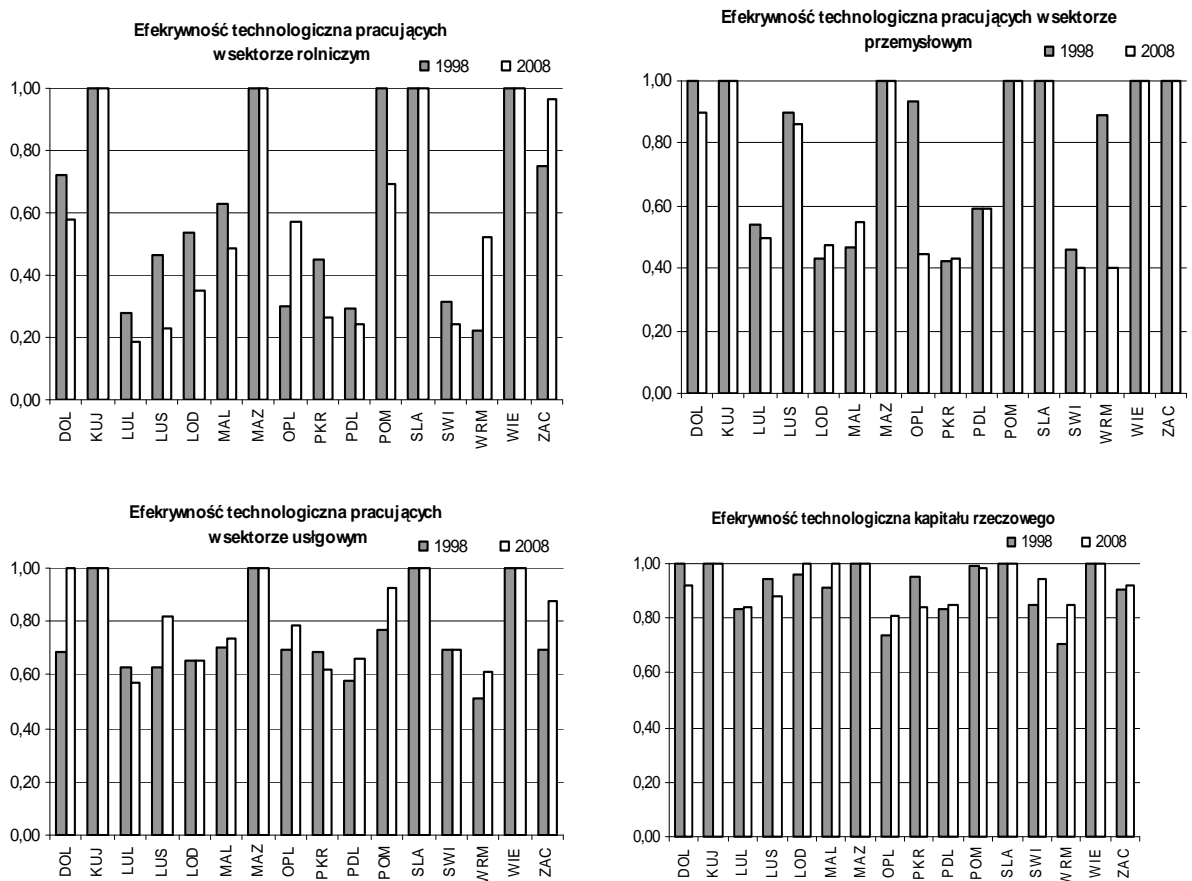
5.2.6. Wyniki pomiaru efektywności technologicznej regionalnych struktur gospodarczych w ujęciu sektorowym w latach 1998 – 2008

Na rys. 5.9 przedstawiono wartości wskaźników cząstkowej efektywności poszczególnych nakładów dla województw w Polsce. Nakład czynnika pracy został

¹⁰⁸ Technologia optymalna wynika z rozwiązania zadania (5.24)–(5.28).

zdezagregowany do poziomu trzech sektorów. Analiza czynnika pracy w ujęciu trzech sektorów pozwoliła rozpoznać przyczyny nieefektywności regionalnych struktur zatrudnienia oraz wskazać na taką konieczną zmianę owych struktur, która tę nieefektywność wyeliminuje. Badanie przeprowadzono dla roku 1998, a następnie dla roku 2008.

Rys. 5.9 Wskaźniki efektywności technologicznej poszczególnych nakładów w województwach w Polsce w latach 1998 – 2008.



Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie rys. 5.9 można stwierdzić, że głównym źródłem nieefektywności technologii stosowanych w regionalnych gospodarkach była struktura zatrudnienia, charakteryzująca się zbyt wysokim udziałem liczby pracujących w rolnictwie w ogólnej liczbie pracujących. Najniższą przeciętną efektywnością technologiczną charakteryzował się sektor rolniczy, następnie przemysłowy i usługowy. Efektywność pracujących w rolnictwie wykazuje przy tym znaczne zróżnicowanie przestrzenne. Najniższa wartości tego wskaźnika wystąpiła w województwie lubelskim i wyniosła zaledwie 19% w roku 1998, gdzie do uzyskania 100% efektywności konieczna byłaby redukcja liczby pracujących aż o 81%.

Bardzo niską relatywną efektywność pracujących w rolnictwie mają także województwa lubuskie, świętokrzyskie, podlaskie i podkarpackie.

Wśród gospodarek o relatywnie najwyższej efektywności technologicznej pracujących w tym sektorze znalazły się gospodarki województw: kujawsko-pomorskiego, mazowieckiego, śląskiego, wielkopolskiego i pomorskiego w 1998 roku. Efektywność pracujących w sektorze przemysłowym kształtowała się w przedziale 40% - 100%. Najniższą wartość rozpatrywanego wskaźnika zaobserwowano w województwie łódzkim, następnie opolskim, podkarpackim i warmińsko-mazurskim.

Z kolei efektywność pracujących w sektorze usługowym kształtują się na relatywnie wyższym poziomie i zawiera się w przedziale od 57% w województwie warmińsko-mazurskim do 100% w województwach dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, mazowieckim, pomorskim, śląskim i wielkopolskim. Jeśli zaś chodzi o efektywność, z jaką kapitał rzeczowy przyczynia się do powstania określonego poziomu dochodów, to trudno uznać, aby była ona głównym źródłem nieefektywności regionalnych gospodarek. Efektywność tego czynnika produkcji zawiera się w przedziale od 72% w warmińsko-mazurskim i 75% w województwie opolskim do 100% w województwach: dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, mazowieckim, pomorskim, śląskim, wielkopolskim.

Wskaźniki łącznej substytucji nakładów w województwach w Polsce w latach 1998 – 2008

Wskaźniki łącznej substytucji nakładów zostały obliczone w taki sposób, aby odzwierciedlały łączne przemiany w strukturze zatrudnienia, charakterystyczne dla teorii trzech sektorów. Przedmiotem naszego zainteresowania były niezbędne łączne przesunięcia w strukturze zatrudnienia z sektorów mniej efektywnych - przede wszystkim z rolnictwa - do sektora usługowego. Zastosowanie w badaniu metody *non-radial* DEA wraz ze wskaźnikiem łącznej substytucji nakładów pozwoliło wskazać na rozmiary takiej łącznej substytucji w ramach wszystkich nakładów, która umożliwi badanym gospodarkom, dotąd nieefektywnym, osiągnięcie 100% efektywności technologicznej. Innymi słowy zbadano zmianę relacji pomiędzy pracującymi w poszczególnych sektorach oraz pomiędzy pracującymi w poszczególnych sektorach, a kapitałem rzeczowym, niezbędną przy przejściu od wektora nakładów empirycznych do wektora nakładów optymalnych. Badanie przeprowadzono przy użyciu syntetycznego wskaźnika substytucji zapisanego w postaci (5.34).

W tabeli 5.9 przedstawiono wartości wskaźników łącznej substytucji, w ramach całego wektora nakładów, niezbędnej dla uzyskania 100% efektywności technologicznej. W skład wektora nakładów wchodzi cztery czynniki produkcji tj. kapitał rzeczowy i praca, która została zdezagregowana do poziomu trzech sektorów ekonomicznych. Celem tak sformułowanego problemu badawczego była ocena prawidłowości realokacji siły roboczej, zgodnych z teorią trzech sektorów.

Tab.5.9 Wskaźnik łącznej substytucji nakładów w ramach całego wektora nakładów.

Województwo	\bar{Z}_{1998}	\bar{Z}_{2008}
DOL	1,28	1,32
KUJ	1,00	1,00
LUL	1,78	2,19
LUS	1,45	1,98
LOD	1,46	1,78
MAL	1,34	1,51
MAZ	1,00	1,00
OPL	1,72	1,42
PKR	1,52	1,90
PDL	1,72	1,90
POM	1,14	1,21
ŚLA	1,00	1,00
SWI	1,77	2,23
WRM	2,11	1,50
WIE	1,08	1,00
ZAC	1,22	1,08
śr.	1,41	1,50
odch. st.	0,33	0,43

Źródło: opracowanie własne.

Optymalną strukturą nakładów czynników produkcji w latach 1998 - 2008 charakteryzowały się województwa: kujawsko-pomorskie, mazowieckie, śląskie oraz w roku 2008 województwo wielkopolskie. Aby w 1998 roku w województwie wielkopolskim można było uzyskać optymalną strukturę nakładów czynników produkcji, to należałoby dokonać 8% łącznej substytucji w ramach całego wektora nakładów. W województwie dolnośląskim dla uzyskania w roku 2008 optymalnej struktury nakładów czynników produkcji, konieczna byłaby 32% substytucja w obrębie wszystkich nakładów. Największe zmiany w strukturze nakładów, przy przejściu od wektora nakładów empirycznych, do wektora nakładów technologii optymalnej, niezbędne byłyby w województwach najmniej efektywnych

technologicznie, do których należą województwa: świętokrzyskie, lubelskie, podkarpackie, lubuskie i podlaskie.

W odniesieniu do wyżej przedstawionej substytucji warto zaznaczyć, że jest to tylko substytucja modelowa i ma ona jedynie charakter symulacyjny. Jeśli bowiem struktura nakładów w optymalnej technologii będzie znacznie różniła się od struktury nakładów w technologii empirycznej, to wdrożenie optymalnej technologii może być zbyt trudne.

5.2.7. Benchmarking jako wybór optymalnej technologii

Wyznaczenie relatywnej efektywności dla wszystkich regionalnych gospodarek z badanego zbioru nie jest celem samym w sobie. Ideą przewodnią metody DEA jest nie tylko wybranie spośród badanych gospodarek jednostek efektywnych, ale także określenie źródeł i wielkości nieefektywności województw o relatywnie niższych wskaźnikach efektywności technologicznej. Współczynnik efektywności technologicznej otrzymany w wyniku rozwiązania zadania typu DEA, pokazuje z jaką relatywną efektywnością nakłady są przekształcane w wynik, względem pozostałych gospodarek w badanej grupie. Jednocześnie wskazuje on na procent wykorzystania nakładów, równoznaczny z informacją o taką możliwą do przeprowadzenia redukcję nakładów, przy której nadal będzie możliwy do osiągnięcia dany poziom wyników.

Tab. 5.10 Technologie optymalne i formuły benchmarkingowe.

Województwo	Wzorzec technologiczny * λ	
	1998	2008
DOL	$T^*_{DOL} = 0,01*MAZ+0,77*SLA+0,15*WIE$	$T^*_{DOL} = 0,13*MAZ+0,79*SLA$
KUJ	$T^*_{KUJ} = \text{technologia własna}$	$T^*_{KUJ} = \text{technologia własna}$
LUL	$T^*_{LUL} = 0,50*MAZ$	$T^*_{LUL} = 0,42*MAZ$
LUS	$T^*_{LUS} = 0,84*SLA$	$T^*_{LUS} = 0,82*SLA$
LOD	$T^*_{LOD} = 0,59*MAZ$	$T^*_{LOD} = 0,47*MAZ+0,16*SLA$
MAL	$T^*_{MAL} = 0,60*MAZ$	$T^*_{MAL} = 0,50*MAZ+0,05*SLA$
MAZ	$T^*_{MAZ} = \text{technologia własna}$	$T^*_{MAZ} = \text{technologia własna}$
OPL	$T^*_{OPL} = 0,82*SLA$	$T^*_{OPL} = 0,50*MAZ$
PKR	$T^*_{PKR} = 0,50*MAZ$	$T^*_{PKR} = 0,43*MAZ$
PDL	$T^*_{PDL} = 0,52*MAZ$	$T^*_{PDL} = 0,46*MAZ$
POM	$T^*_{POM} = 0,29*MAZ+0,51*SLA$	$T^*_{POM} = 0,23*MAZ+0,58*SLA$
SLA	$T^*_{SLA} = \text{technologia własna}$	$T^*_{SLA} = \text{technologia własna}$
SWI	$T^*_{SWI} = 0,51*MAZ$	$T^*_{SWI} = 0,48*MAZ$
WRM	$T^*_{WRM} = 0,60*SLA$	$T^*_{WRM} = 0,44*MAZ$
WIE	$T^*_{WIE} = \text{technologia własna}$	$T^*_{WIE} = 0,40*KUJ+0,44*MAZ$
ZAC	$T^*_{ZAC} = 0,22*MAZ+0,62*SLA$	$T^*_{ZAC} = 0,26*MAZ+0,47*SLA$

Źródło: opracowanie własne.

Jeżeli pierwszym etapem badania jest poznanie poziomu efektywności w poszczególnych regionach, to w naturalny sposób drugim etapem jest rozpoznanie, jaki jest optymalny wybór technologii przy danych zasobach czynników, tak by efektywność tę zwiększyć do jedności. Metoda DEA pozwala udzielić odpowiedzi na to pytanie.

Benchmarking jest metodą porównywania danej gospodarki z najbardziej efektywnymi technologicznie gospodarkami w badanej grupie gospodarek oraz narzędziem do wprowadzania udoskonaleń w stosowanych technologiach gospodarek województw nieefektywnych. Owe udoskonalenia formułowane są na podstawie technologii stosowanych w gospodarkach wzorcowych¹⁰⁹. W metodzie DEA za formułę *benchmarkingową* obiektu nieefektywnego można uznać jego technologię optymalną, która jest określana na podstawie technologii obiektów o najwyższej względnej efektywności.

Optymalna technologia dla każdej z nieefektywnych gospodarek regionalnych określana jest na podstawie technologii województw o najwyższej względnej efektywności w badanej grupie gospodarek. Technologia optymalna określana jest na podstawie wzoru¹¹⁰:

$$(5.35) \quad T_o^* = \sum_{j=1}^N \lambda_{oj} t_j,$$

gdzie:

t_j – technologia empiryczna j -tego województwa,

T_o^* – technologia optymalna dla o -tego województwa,

λ_{oj} – udział technologii j -tego województwa w technologii optymalnej dla o -tego województwa.

W dalszej części pracy ze względu na jej ograniczoną objętość a także, aby nie nużyć czytelnika monotonnymi obliczeniami, postanowiono dla przykładu omówić sposób wyznaczania technologii optymalnych dla województw: lubelskiego i zachodniopomorskiego¹¹¹. Technologia optymalna w metodzie DEA jest technologią wzorowaną na gospodarkach województw o najwyższej relatywnej efektywności. Udział technologii gospodarki województwa wzorcowego w technologii optymalnej dla rozpatrywanej gospodarki jest określany na podstawie współczynników kombinacji technologii wspólnej, zorientowanej na gospodarke badanego województwa.

Współczynniki kombinacji technologii wspólnej dla objętych badaniem lat pochodzą z tabeli 5.10. Dla przykładu w 1998 roku technologia optymalna dla województwa lubelskiego,

¹⁰⁹ Karlof B. (1995).

¹¹⁰ Guzik B. (2009).

¹¹¹ Dane wynikowe dla pozostałych województw zamieszczono w aneksie do niniejszego rozdziału.

wzorowana na najbardziej efektywnych gospodarkach w badanej grupie gospodarek, jest kombinacją technologii stosowanej w województwie mazowieckim według następującej formuły:

$$(5.36) \quad T^*_{LUL} = 0,50 * MAZ.$$

Technologia optymalna dla województwa lubelskiego stanowi 50% technologii stosowanej w województwie mazowieckim w roku 1998.

Tab. 5.11 Obliczenia nakładów i wyników w technologii optymalnej dla województwa lubelskiego w roku 1998.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,50 X			
Sektor I	8,2%	4%	15%	28%
Sektor II	10,0%	5%	9%	54%
Sektor III	22,7%	11%	18%	63%
Kapitał rzeczowy	46,46	23,23	27,76	84%
PKB	23171,56	11585,78	11566,42	100%

Źródło: opracowanie własne.

Przeprowadzone badanie sugeruje, że gdyby województwo lubelskie stosowało technologię optymalną, to dla uzyskania wyniku – PKB na mieszkańca na poziomie co najmniej 11585 zł, wystarczyłaby liczba pracujących w poszczególnych sektorach oraz wartość kapitału rzeczowego w przeliczeniu na mieszkańca na poziomie nie wyższym niż:

- 28% faktycznej liczby pracujących w sektorze rolniczym,
- 54% faktycznej liczby pracujących w sektorze przemysłowym,
- 63% faktycznej liczby pracujących w sektorze usługowym,
- 84% wartości kapitału rzeczowego.

Dla przykładu w roku 1998 technologia optymalna dla województwa zachodniopomorskiego określona jest według następującej formuły:

$$(5.37) \quad T^*_{ZAC} = 0,22 * MAZ + 0,62 * SLA,$$

co oznacza, że technologia ta składa się w 22% technologii stosowanej w województwie mazowieckim i w 62% technologii stosowanej w województwie śląskim.

Tab. 5.12 Obliczenia nakładów i wyników w technologii optymalnej dla województwa zachodniopomorskiego w roku 1998.

Wzorzec	MAZ	SLA	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości faktycznych
λ	0,29X	0,51x			
sektor I	8,2%	1,7%	2,73%	3,8%	72%
sektor II	10,0%	14,8%	11,00%	11,1%	99%
sektor III	22,7%	16,1%	14,41%	21,1%	68%
Kapitał rzeczowy	46,46	32,99	29,6	33,25	89%
PKB	23171,56	16833,77	15303	15 262	100%

Źródło: opracowanie własne.

Taka struktura technologii optymalnej dla województwa zachodniopomorskiego oznacza, że uczestniczące w technologii wspólnej gospodarki regionalne (województwa mazowieckiego i śląskiego) potrafiłyby w badanym roku uzyskać co najmniej takie same wyniki, a więc PKB na poziomie 15303 zł w przeliczeniu na mieszkańca, przy liczbie pracujących w poszczególnych sektorach i wartości kapitału rzeczowego nie przekraczającej:

- 72% faktycznej liczby pracujących w sektorze rolniczym,
- 99% faktycznej liczby pracujących w sektorze przemysłowym,
- 69% faktycznej liczby pracujących w sektorze usługowym,
- 89% wartości kapitału rzeczowego.

O tak znacznej nieefektywności regionalnych gospodarek względem gospodarek o najwyższych wskaźnikach efektywności technologicznej w badanej grupie, przesądza względnie wysokie zatrudnienie we wszystkich sektorach, a w szczególności w sektorze rolniczym.

5.2.8. Podsumowanie

Przeprowadzona z zastosowaniem metody DEA analiza przyczyn nieefektywności technologicznej wykazała, iż poziom efektywności czynnika pracy w większości województw jest daleki od optymalnego, który jest możliwy do uzyskania w danych warunkach. Najwyższą efektywność w badanym okresie osiągnęły województwa mazowieckie, wielkopolskie, śląskie i kujawsko-pomorskie. Z kolei najniższą, województwa typowo rolnicze, takie jak: lubelskie, świętokrzyskie i podkarpackie. Głównym źródłem nieefektywności była mało nowoczesna struktura zatrudnienia, znacznie odbiegająca od struktur zatrudnienia wykształconych w wysokorozwiniętych krajach Unii Europejskiej.

Zdecydowana większość województw o niskiej efektywności charakteryzowała się względnie wysokim udziałem pracujących, w rolnictwie w ogólnej liczbie pracujących.

Uzyskane wyniki potwierdziły hipotezę, że proces przesunięć międzysektorowych w kierunku struktur typowych dla krajów wysokorozwiniętych UE, przyczynia się do poprawy efektywności technologicznej¹¹². Gospodarki województw charakteryzujących się relatywnie niższym udziałem liczby pracujących w rolnictwie, uzyskują wyższą efektywność technologiczną. Względnie niskie wskaźniki efektywności sugerują potrzebę dalszej realokacji siły roboczej z sektorów mniej efektywnych, przede wszystkim z rolnictwa, do sektora usług.

Warto zwrócić uwagę, że niski poziom efektywności gospodarczej w województwach związany jest także ze strukturami regionalnych gospodarek. Struktury gospodarcze regionów gorzej rozwiniętych zostały zdominowane przez działalność rolniczą o niskiej wartości dodanej. W rezultacie niski poziom efektywności technologii stosowanych w rozpatrywanych gospodarkach regionalnych jest w części następstwem struktury wytwarzania, która implikuje niższą ogólną wartość wskaźnika efektywności technologicznej. Wraz z rozwojem gospodarczym, relatywny udział sektorów o niskiej wartości dodanej (przede wszystkim rolnictwa) powinien maleć, tak jak to miało miejsce w przeszłości w Unii Europejskiej w państwach o wyższym poziomie rozwoju¹¹³.

Problemy przemian strukturalnych w odniesieniu do zatrudnienia w polskiej gospodarce, pomimo upływu kilkunastu lat jej transformacji, pozostają wciąż aktualne. Oprócz wielu osiągnięć procesu transformacji ciągle jeszcze są widoczne słabości polskiej gospodarki, będące wyrazem jej negatywnych cech strukturalnych. Integracja ze strukturami zachodnioeuropejskimi państw z Europy Środkowo – Wschodniej, które często znacząco odbiegają w rozwoju społeczno – gospodarczym od krajów wysokorozwiniętych Unii Europejskiej, jeszcze bardziej uwidocznia negatywne skutki tego zjawiska, wskazując na potrzebę koncentrowania się w zakresie polityki strukturalnej na stwarzaniu warunków do trwałego wzrostu gospodarczego. Z uwagi na to, że wzrost gospodarczy wiąże się z głębokimi przemianami struktury gospodarczej, rynek pracy jest i będzie poddawany procesom realokacji siły roboczej, w kierunku bardziej efektywnych zastosowań.

Porównanie struktur zatrudnienia w regionach lepiej rozwiniętych, z odpowiednimi strukturami regionów opóźnionych gospodarczo wskazuje jedynie – w sensie ogólnym, ponieważ przyszły rozwój może różnić się od dotychczasowego – na potrzebę zmian

¹¹² Kosmański R. (2010a).

¹¹³ Winiarski B. (2002).

strukturalnych, których należy dokonać w danych regionach, w celu wdrożenia optymalnej technologii produkcji.

Problemy nierównomiernego rozwoju gospodarczego, które generują nierówności w dochodach pomiędzy poszczególnymi regionami i grupami społecznymi, w regionach wysokorozwiniętych, są łagodzone poprzez zmiany strukturalne w gospodarce. Mają one podłoże strukturalne, gdyż są ściśle związane z przemianami struktur regionalnych gospodarek. W miarę zwiększania się udziału usług w gospodarce dowolnego regionu następuje wzrost dochodów, zaś relatywnie niższe dochody na mieszkańca mają regiony, w których istotne znaczenie ma rolnictwo oraz przemysł. Zjawisko to opisuje tzw. „hipoteza Chenery’ego”, zgodnie z którą istnieje zależność między frakcjami pracujących w poszczególnych sektorach w gospodarce, a dochodami w przeliczeniu na mieszkańca. Wyrażają się one wzrostem PKB na mieszkańca wraz ze wzrostem udziału sektora usług w strukturze zatrudnienia, kosztem udziału rolnictwa i przemysłu¹¹⁴. Im bardziej dany region lub kraj jest rozwinięty, tym większy jest udział usług w PKB. Zauważmy, że środki pochodzące z funduszy strukturalnych w dużym stopniu są właśnie nakierowane na modernizację struktur gospodarek słabo rozwiniętych.

5.3. Charakter postępu technologicznego

Niniejsze badanie jest kontynuacją rozważań dotyczących przyczyn zróżnicowania poziomu wydajności pracy oraz przyczyny nieefektywności technologicznej w polskich województwach w latach 1998 – 2008. W przeprowadzonych dotychczas badaniach określono które czynniki w największym stopniu przyczyniły się w analizowanym okresie do wykształcenia się różnic w poziomie wydajności pracy pomiędzy województwami w Polsce. Następnie wskazano na przyczyny nieefektywności technologicznej regionalnych gospodarek. Uzyskane w ten sposób wyniki pokazały, że głównym źródłem nieefektywności technologii stosowanych w regionalnych gospodarkach była relatywnie niższa i zróżnicowana przestrzennie efektywność technologiczna czynnika pracy, względem efektywności technologicznej kapitału rzeczowego. W efekcie rozpoznano przyczyny nieefektywności badanych gospodarek oraz dla tych spośród nich, które charakteryzowały się relatywnie niską efektywnością technologiczną, zaproponowano taką technologię, która w najbardziej efektywny sposób pozwoli nadrobić zaległości technologiczne. Zauważmy, że wdrożenie

¹¹⁴ Chenery H.B. (1960).

optymalnej kombinacji czynników produkcji, dla każdej z nieefektywnych technologicznie gospodarek, wiązało się z jednoczesną substytucją czynnika pracy przez kapitał rzeczowy.

W niniejszym opracowaniu, dokonamy oceny charakteru postępu technologicznego w polskich województwach w latach 1998 – 2008. W szczególności interesować nas będą tendencje zmian w strukturze nakładów czynnika pracy i kapitału rzeczowego w następstwie postępu technologicznego. Cel ten zostanie osiągnięty dzięki dekompozycji indeksu Malmquista. Przeprowadzenie dekompozycji indeksu Malmquista wymaga dodatkowych modyfikacji i rozszerzeń możliwości zastosowania metody DEA. W efekcie tych modyfikacji możliwe będzie rozpoznanie tendencji postępu technologicznego i jego implikacji, dla struktury nakładów kapitału rzeczowego i pracy.

W ujęciu historycznym, pierwszą i zarazem najprostszą formą postępu technologicznego był podział pracy¹¹⁵. Efektem specjalizacji pracy był wzrost wydajności pracy. Praca wówczas była jednak wykonywana bez udziału maszyn. Dopiero wraz z postępującą rewolucją przemysłową zaczęto badać wpływ akumulacji kapitału rzeczowego na wydajność pracy.

Współcześnie, na ogół wyróżnia się trzy rodzaje postępu technologicznego: pracooszczędny (*laborsaving*), kapitałoszczędny (*capitalsaving*) oraz neutralny (*neutral*). Spośród naukowców zajmujących się m.in. tą tematyką należy wymienić przede wszystkim takich ekonomistów jak Hicks¹¹⁶, Harrod¹¹⁷ i Solow¹¹⁸.

5.3.1. Metoda pomiaru rodzaju postępu technologicznego

Oceny rodzaju postępu technologicznego dokonamy na podstawie zmodyfikowanej postaci indeksu Malmquista. Polegać ona będzie na dekompozycji, a następnie na rozszerzeniu wyrażenia będącego miarą postępu technologicznego. Przypomnijmy, że indeks Malmquista umożliwia analizę produktywności przedsiębiorstwa, gałęzi przemysłu lub gospodarki w pewnym okresie. Zmiana obserwowanej produktywności, odzwierciedlanej w standardowej postaci indeksu Malmquista może być rezultatem zmiany w stosowanej technologii produkcji (postęp technologiczny, *technical change* – TC) lub zmiany efektywności technologicznej (*technical efficiency change* E) oraz akumulacji kapitału rzeczowego AK¹¹⁹. Standardową formułę indeksu Malmquista można zapisać w postaci:

¹¹⁵ Schefold B. (1976).

¹¹⁶ Hicks J.R. (1932).

¹¹⁷ Chang W.W. (1970).

¹¹⁸ Solow R. M. (1957).

¹¹⁹ Kumar S., Russell R. (2002).

$$(5.38) \quad M^{t,t+1} = \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})} \frac{D_o^t(x^t, y^t)}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{D_o^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^t(x^t, y^t)} \frac{D_o^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_o^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

gdzie:

$$(5.39) \quad M^{t,t+1} = E^{t,t+1} * TC^{t,t+1} * AK^{t,t+1} .$$

W tej części pracy przeanalizujemy wyrażenie $TC^{t,t+1}$ będące miarą postępu technologicznego pomiędzy chwilami $t = 0$ oraz $t = 1$. Powyższe wyrażenie rozłożymy na trzy oddzielne indeksy, według następującej formuły¹²⁰:

$$(5.40) \quad TC^{t,t+1} = OBTC^{t,t+1} * IBTC^{t,t+1} * MATTC^{t,t+1},$$

gdzie :

$$(5.41) \quad OBTC = \sqrt{\frac{D^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D^{t+1}(y^1, x^{t+1})}{D^t(y^t, x^{t+1})}},$$

wskazuje na typ postępu technologicznego wśród wyników działalności w przypadku większej liczby wyników. W sytuacji, w której dysponujemy jednym wynikiem powyższe wyrażenie redukuje się do

$$1. \quad IBTC = \sqrt{\frac{D^{t+1}(y^t, x^t)}{D^t(y^t, x^t)} \frac{D^t(y^1, x^{t+1})}{D^{t+1}(y^t, x^{t+1})}},$$

(5.42)

wskazuje na typ postępu technologicznego wśród nakładów czynników produkcji w przypadku większej liczby nakładów. W sytuacji, w której dysponujemy jednym nakładem wyrażenie to redukuje się do 1. Powyższe wyrażenie jest miarą charakteru postępu technologicznego. Natomiast wyrażenie:

$$(5.43) \quad MATTC = \frac{D^t(y^t, x^t)}{D^{t+1}(y^t, x^t)},$$

Jest relatywną miarą skali zmian technologicznych¹²¹. Jeżeli $MATTC > 1$, to mamy do czynienia z postępem technologicznym. Natomiast, jeżeli $MATTC < 1$, to pomiędzy chwilą czasu t i $t + 1$ ma miejsce regres technologiczny.

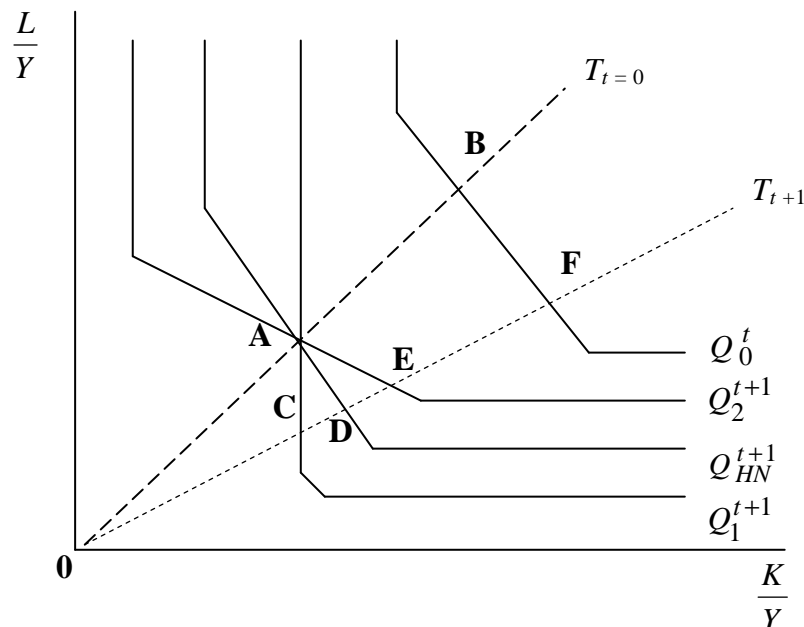
¹²⁰ Färe R., Grosskopf S. (1996).

¹²¹ Fare R., Grifell-Tatje E., Grosskopf S., Lovell C.A.K. (1997).

5.3.2. Typy postępu technologicznego

Na rys. 5.10 przedstawiono trzy typy postępu technologicznego według Hicksa¹²². Linia wychodząca z początku układu współrzędnych nachylona pod kątem $\alpha = 45^\circ$ pokazuje stały stosunek nakładów kapitału rzeczowego do czynnika pracy. Innymi słowy linia wchodząca z początku układów współrzędnych jest promieniem technologicznym, w ramach którego przy przejściu od technologii z chwili czasu $t = 0$, do technologii w chwili czasu $t+1$, nakłady są komplementarne i nie ma pomiędzy nimi substytucji. Postęp technologiczny zdefiniujemy jako przesunięcie izokwenty opisującej poziom produkcji Y , w kierunku początku układu współrzędnych, a więc w kierunku bardziej efektywnych technologii.

Rys. 5.10 Typy postępu technologicznego.



Źródło: opracowanie własne na podstawie M. Vivarelli (1995).

Przy pomocy rysunku 5.10 pokazano, w jaki sposób wartość wskaźnika postępu technologicznego $IBTC$ i zmiany w relacji kapitału rzeczowego do pracy, mogą zostać użyte do określenia charakteru postępu technologicznego.

Z neutralnym postępow technologicznym w sensie Hicksa mamy do czynienia wtedy, kiedy przejście od technologii dostępnej w chwili $t = 0$, do technologii dostępnej w chwili $t + 1$, nie powoduje zmian krańcowej stopy substytucji pracy przez kapitał rzeczowy (MSS_{LK}).

¹²² Chambers R.G., Färe R. (1994).

Na rysunku oznacza to przesunięcie izokwenty z poziomu Q_0 w chwili $t = 0$, do poziomu Q^{HN} w chwili $t + 1$. W takiej sytuacji charakter postępu technologicznego możemy określić na podstawie porównania odcinków $\frac{OA}{OB} = \frac{OD}{OF}$ na rys. 5.10. Zauważmy, że krańcowa stopa substytucji MSS_{LK} czynnika pracy przez kapitał rzeczowy pozostaje na niezmiennym poziomie. Jeżeli pomiędzy nakładami kapitału rzeczowego i pracy w obu chwilach pozostaje na stałym poziomie, to $IBTC = 1$.

Jeżeli pod wpływem postępu technologicznego nastąpi przesunięcie izokwenty w chwili $t = 0$, z poziomu Q_0 do poziomu Q_1 , w chwili $t + 1$, to ukształtuje się nowy punkt przecięcia się promienia technologicznego gospodarki badanego województwa z izokwantą charakterystyczną dla technologii w chwili $t + 1$. Wtedy charakter postępu technologicznego określimy porównując odcinki $\frac{OB}{OA} < \frac{OF}{OC}$. Indeks będący miarą charakteru technologii przyjmie następującą postać:

$$(5.45) \quad IBTC = \sqrt{\frac{OB \cdot OC}{OA \cdot OF}} = \sqrt{\frac{OB/OA}{OF/OC}} < 1.$$

Rozpatrzmy teraz przypadek, gdy pod wpływem postępu technologicznego następuje przesunięcie izokwenty z poziomu Q_0 w chwili $t = 0$, do poziomu Q_2 w chwili $t + 1$. W takim przypadku $\frac{OB}{OA} > \frac{OF}{OE}$, a indeks mierzący charakter postępu technologicznego przyjmie postać:

$$(5.46) \quad IBTC = \sqrt{\frac{OB \cdot OE}{OA \cdot OF}} = \sqrt{\frac{OB/OA}{OF/OE}} > 1.$$

Indeks $IBTC > 1$, w połączeniu ze wzrostem $\frac{L}{K}$, wskazuje na postęp technologiczny pracochłonny i jednocześnie kapitałoszczędny. W tabeli 5.13 umieszczono zestawienie możliwych kombinacji wskaźnika $IBTC$ i relacji pomiędzy nakładami pracy i kapitału rzeczowego.

Tab. 5.13 Typy postępu technologicznego.

	<i>IBTC</i> >1	<i>IBTC</i> =1	<i>IBTC</i> <1
$\left(\frac{L}{K}\right)^{t+1} > \left(\frac{L}{K}\right)^t$	Postęp technologiczny pracochłonny	Postęp technologiczny neutralny	Postęp technologiczny kapitałochłonny
$\left(\frac{L}{K}\right)^{t+1} < \left(\frac{L}{K}\right)^t$	Postęp technologiczny kapitałochłonny	Postęp technologiczny neutralny	Postęp technologiczny pracochłonny

Źródło: opracowanie własne na podstawie Bartos, Weber (2008).

W tabeli 5.13 przedstawiono relacje pomiędzy wskaźnikiem *IBTC* i nakładami, na podstawie których można określić charakter postępu technologicznego. Jeżeli *IBTC* = 1 i relacja pomiędzy nakładami pozostaje niezmienną, to wtedy postęp technologiczny jest neutralny w sensie Hicksa.

5.3.3. Wyniki badania

W tabeli 5.14 zamieszczono oceny typów postępu technologicznego, zaobserwowanego w czterech rozpatrywanych kolejno okresach. W przypadku, w którym analizujemy dwa nakłady, postęp technologiczny może mieć charakter kapitałochłonny lub pracochłonny.

Tab. 5.14 Typy postępu technologicznego – wyniki empiryczne.

Województwo	Charakter postępu technologicznego			
	1998/2001	2001/2004	2004/2008	1998/2008
DOL	K	K	K	K
KUJ	K	K	K	K
LUL	K	K	K	K
LUS	K	K	K	K
LOD	K	K	K	K
MAL	K	K	K	K
MAZ	K	K	P	K
OPL	K	K	P	K
PKR	K	K	K	K
PDL	K	K	K	K
POM	K	K	K	K
SLA	K	P	K	K
SWI	K	K	P	K
WRM	K	K	P	K
WIE	K	K	K	K
ZAC	K	K	K	K

K – kapitałochłonny postęp technologiczny, P – pracochłonny postęp technologiczny.

Źródło: opracowanie własne.

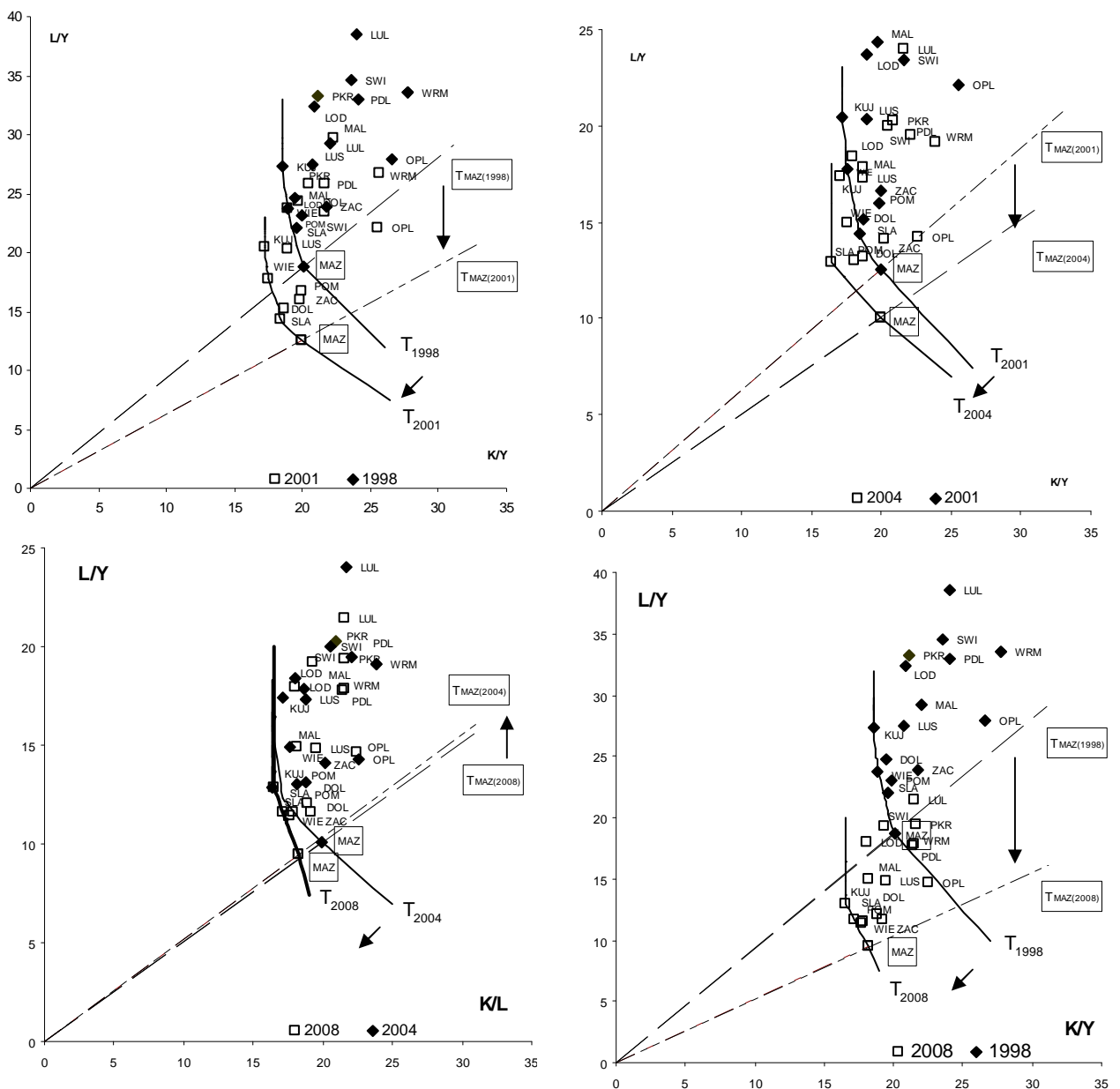
Kapitałochłonny postęp technologiczny występuje wtedy, gdy w procesie produkcji wzrasta udział wartości kapitału rzeczowego, przy jednoczesnym relatywnym zmniejszaniu się udziału czynnika pracy. O kapitałochłonności nowej technologii decyduje zatem wielkość kapitału przypadająca na osobę pracującą, jak i na jednostkę produktu. Kapitałochłonny postęp technologiczny charakteryzuje na ogół się wzrostem wydajności pracy i mniejszym udziałem czynnika pracy w przeliczeniu na jednostkę produktu. Stąd uzasadnione jest również nazywanie go postępem pracooszczędnym. Z kolei kapitałoszczędny (pracochłonny) postęp technologiczny ma miejsce wtedy, gdy wartość zaangażowanego w procesie produkcyjnym kapitału rzeczowego wzrasta, w relatywnie mniejszym stopniu, niż udział czynnika pracy. Przy tego rodzaju postępie technologicznym występuje wzrost zatrudnienia. Z tego powodu nosi on także nazwę postępu technologicznego pracochłonnego. Neutralny postęp technologiczny występuje w działalności produkcyjnej wtedy, gdy nakłady kapitału rzeczowego zmieniają się proporcjonalnie wraz ze zmianą czynnika pracy.

Analizując tabelę 5.14 należy zauważyć, że w całym rozpatrywanym okresie od 1998r. do 2008r., postęp technologiczny miał charakter kapitałochłonny. Był on konsekwencją wprowadzania bardziej zaawansowanych technologicznie metod produkcji, charakteryzujących się relatywnie większym udziałem kapitału rzeczowego w procesie produkcyjnym. Podobnie sytuacja kształtowała się w okresie 1998 - 2001. Natomiast w okresie 2001 - 2004 w województwie śląskim miał miejsce pracochłonny postęp technologiczny. Prawdopodobnie był on konsekwencją wysokiego wzrostu zatrudnienia w głównych sektorach gospodarki województwa śląskiego. Okres 2004 - 2008 to z kolei okres szybkiego wzrostu gospodarczego i szybkiego wzrostu zatrudnienia, co w znacznym stopniu było związane z akcesją Polski do Unii Europejskiej w dn. 1 maja 2004. W omawianym okresie w województwach mazowieckim, opolskim, świętokrzyskim i warmińsko-mazurskim miała miejsce tendencja do stosowania bardziej pracochłonnych i jednocześnie kapitałoszczędnych technologii wytwarzania. Prawdopodobnie było to efektem utrzymującej się już od dłuższego czasu dużej dynamiki wzrostu gospodarczego i relatywnie wyższego wzrostu zatrudnienia względem przyrostu wartości kapitału rzeczowego.

Rysunek 5.11 przedstawia typy postępu technologicznego. Wychodząca z początku układu współrzędnych linia jest promieniem technologicznym województwa mazowieckiego. Przesunięcie wzdłuż promienia technologicznego, w kierunku początku układu współrzędnych oznacza proporcjonalną redukcję nakładów kapitału rzeczowego i pracy. Innymi słowy nakłady wzdłuż promienia są komplementarne. Krzywa oznaczona symbolem T jest izokwantą wyznaczoną według wzoru (5.44) przez najbardziej efektywne

technologicznie gospodarki regionalne. Pod wpływem postępu technologicznego następuje przesunięcie krzywej T w kierunku początku układu współrzędnych i ukształtowanie się nowego punktu przecięcia się promienia technologicznego danej gospodarki (tutaj województwa mazowieckiego) z izokwantą produkcji, wyznaczając wektor nakładów kapitału rzeczowego i pracy, charakterystyczny dla technologii w chwili $t = 1$. Przejście od wektora nakładów technologii z chwili $t = 0$ do chwili, $t = 1$ na ogół wiąże się ze zmianą struktury nakładów. Na podstawie której dokonujemy w niniejszym badaniu oceny typu postępu technologicznego.

Rys. 5.11 Wzrost gospodarczy a typy postępu technologicznego.



Źródło: opracowanie własne.

Na przykładzie województwa mazowieckiego, w okresie 1998 – 2001, obserwujemy przesunięcie się izokwenty w kierunku początku układu współrzędnych oraz przesunięcie promienia technologicznego województwa mazowieckiego w kierunku technologii, która w procesie produkcyjnym, charakteryzuje się relatywnie większym udziałem kapitału rzeczowego względem czynnika pracy. Podobnie sytuacja kształtuje się w podokresie od 2001 do 2004. Warto dokładnie przeanalizować podokres od 2004r. do 2008r., w którym pod wpływem postępu technologicznego w województwie mazowieckim nastąpiło przesunięcie izokwenty w kierunku początku układu współrzędnych, a więc w kierunku bardziej efektywnych technologii. Dodatkowym efektem postępu technologicznego w tym województwie jest zmiana struktury nakładów. Wektor nakładów dla technologii z 2008 roku w województwie mazowieckim charakteryzuje się relatywnie większym udziałem czynnika pracy niż kapitału rzeczowego względem kombinacji nakładów charakterystycznej dla technologii z 2004 roku. Na rysunku oznacza to przesunięcie promienia technologicznego województwa mazowieckiego ku górze w kierunku technologii bardziej pracochłonnych¹²³.

Ogólnie w całym badanym okresie 1998 – 2008 postęp technologiczny miał na ogół charakter kapitałochłonny, co w połączeniu z relatywnie niską efektywnością technologiczną czynnika pracy w polskich województwach, należy niewątpliwie ocenić pozytywnie.

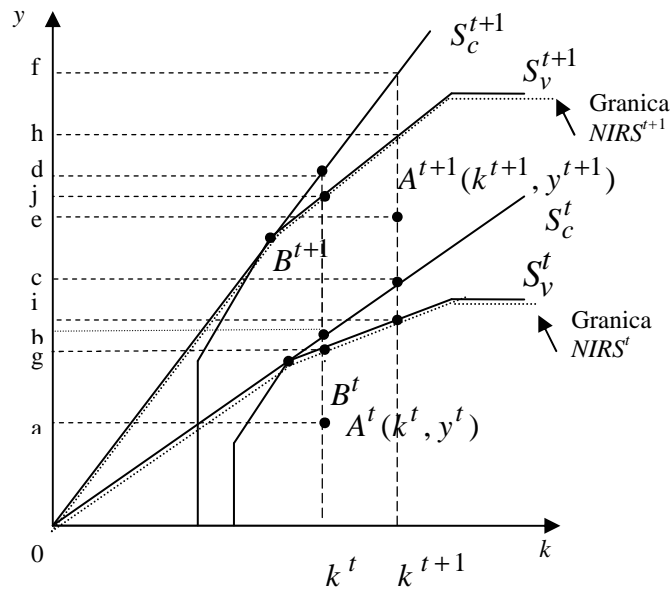
5.4. Skala produkcji jako potencjalne źródło nieefektywności technologicznej

W standardowej postaci indeksu Malmquista problematyka skali produkcji i jej wpływ na efektywność stosowanych technologii traktowana jest nieco marginalnie. W dalszej części opracowania dokonamy rozszerzenia indeksu Malmquista, włączając do analizy kontekst skali produkcji. W konsekwencji możliwe będzie uwzględnienie kolejnego źródła potencjalnych nierówności regionalnych w zakresie wzrostu i rozwoju gospodarczego, jakim może być nieodpowiednia skala produkcji.

Rozpoznanie wpływu skali produkcji na efektywność technologiczną wiąże się z niezbędną modyfikacją indeksu Malmquista, a w konsekwencji także z modyfikacją modeli DEA. W szczególności konieczne będzie uwzględnienie w modelach DEA dodatkowych warunków ograniczających, które umożliwią wyznaczenie granic technologicznych, przy stałych i zmiennych efektach skali.

¹²³ Por. tab. 5.14.

Rys. 5.12 Stałe a zmienne korzyści skali.



Źródło: opracowanie własne.

Na przykładzie rysunku 5.12 zostanie omówiony wpływ skali produkcji na poziom efektywności technologicznej regionalnych gospodarek. Wychodzące z początku układu współrzędnych promienie technologiczne, oznaczone symbolem S_c^t dla chwili $t = 0$ i S_c^{t+1} dla chwili $t = 1$, obrazują obszar stałych korzyści skali CRS¹²⁴, gdyż zwiększenie nakładu k powoduje proporcjonalne zwiększenie wyniku y . Z kolei krzywa oznaczona symbolem S_v^t dla chwili $t = 0$ i S_v^{t+1} dla chwili $t = 1$ przedstawia obszar zmiennych korzyści skali VRS¹²⁵. Zauważmy, że odcinek od zera od B^t i B^{t+1} , odpowiednio dla granicy S_v^t i S_v^{t+1} , charakteryzuje się rosnącymi korzyściami skali (*Increasing Returns to Scale, IRS*), gdyż zwiększenie nakładu k , powoduje bardziej niż proporcjonalny przyrost wyniku y . W punktach B^t i B^{t+1} występują stałe korzyści skali (ponieważ leżą one na promieniach technologicznych). Natomiast odcinki powyżej tych punktów to obszar malejących korzyści skali (*Decreasing Returns to Scale, DRS*), ponieważ jednostkowy przyrost k powoduje mniej niż proporcjonalny przyrost zmiennej y .

¹²⁴ CRS – *constant returns to scale*.

¹²⁵ VRS – *variable return to scale*.

5.4.1. Indeks Malmquista a efektywność skali

W standardowej wersji indeksu Malmquista zapisanej w równaniu (5.10) wyróżnia się następujące wyrażenia:

$$(5.47) \quad M^{t,t+1} = E^{t,t+1} * TC^{t,t+1} * AK^{t,t+1}.$$

Zmiana obserwowanej produktywności, opisywanej indeksem Malmquista może być rezultatem zmiany w stosowanej technologii produkcji (postęp technologiczny, *technical change* – TC) lub zmiany efektywności technologicznej (*technical efficiency change* E) oraz akumulacji kapitału rzeczowego AK ¹²⁶. W tej części pracy poddamy dekompozycji wyrażenie $E^{t,t+1}$, które dane jest według następującej formuły:

$$(5.48) \quad E^{t,t+1} = \frac{D^{t+1}(k^{t+1}, y^{t+1})}{D^t(k^t, y^t)}.$$

Uwzględniając zależności jakie występują pomiędzy granicami technologicznymi, wyznaczonymi przy założeniu stałych korzyści skali CRS i zmiennych korzyści skali VRS dla chwili $t = 0$ (analogicznie dla chwili $t = 1$), możemy zapisać:

$$(5.49) \quad D_c^t(k, y) = D_v^t(k, y) * SE(k, y),$$

gdzie:

$SE_{(x,y)}$ - oznacza efektywność skali¹²⁷.

Wprowadzając do równania (5.48) efektywność skali¹²⁸ według formuły (5.49), dokonamy dekompozycji wyrażenia $E^{t,t+1}$, wyodrębniając pomiędzy chwilą $t = 0$, a chwilą $t = 1$ zmianę czystej efektywności technologicznej $PE^{t,t+1}$ oraz zmianę efektywności skali $SECH^{t,t+1}$:

¹²⁶ Kumar S., Russell R. (2002).

¹²⁷ Zob. rozdz. 3, s. 85 i nast.

¹²⁸ Coelli T.J., Rao P., O'Donnell C.J., Battese G.E. (2005).

$$(5.50) \quad \frac{D_c^{t+1}(k^{t+1}, y^{t+1})}{D_c^t(k^t, y^t)} = \frac{D_v^{t+1}(k^{t+1}, y^{t+1})}{D_v^t(k^t, y^t)} \frac{SE^{t+1}(k^{t+1}, y^{t+1})}{SE^t(k^t, y^t)},$$

$$(5.51) \quad E^{t,t+1} = PE^{t,t+1} * SECH^{t,t+1}.$$

Powyższą formułę zapiszemy jako stosunek następujących odcinków¹²⁹:

$$(5.52) \quad PE_v^{t,t+1} = \frac{D_v^{t+1}(k^{t+1}, k^{t+1})}{D_v^t(k^t, y^t)} = \left(\frac{oe}{oh} \right) \left(\frac{og}{oa} \right),$$

która pozwala mierzyć zmianę czystej efektywności pomiędzy chwilami t i $t+1$,

$$(5.53) \quad SECH^{t,t+1} = \frac{SE^{t+1}(k^{t+1}, y^{t+1})}{SE^t(k^t, y^t)} = \left(\frac{oh}{of} \right) \left(\frac{ob}{og} \right),$$

która jest miarą zmiany efektywności skali produkcji pomiędzy chwilami t i $t+1$ ¹³⁰.

5.4.2. Wyniki badania

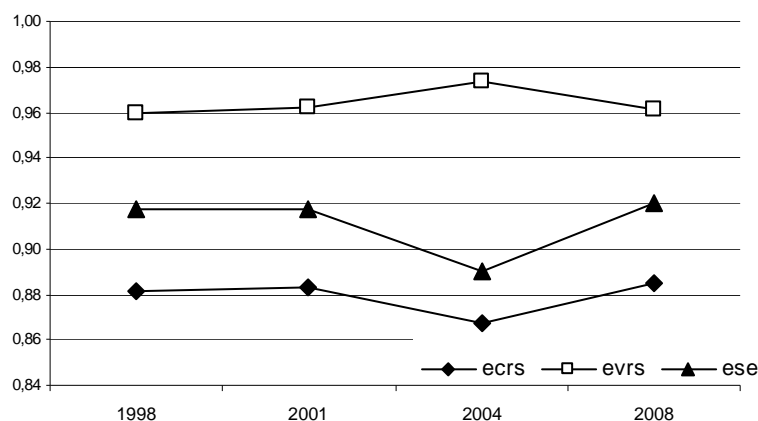
W przeprowadzonym badaniu wykorzystano nieparametryczną metodę DEA. Posłużyła nam ona do estymacji wartości wskaźnika efektywności technologicznej e_{CRS} , który uzyskano z rozwiązania zadania DEA, przy założeniu stałych efektów skali. Następnie obliczono wskaźnik efektywności technologicznej e_{VRS} , który uzyskany został z rozwiązania zadania DEA przy założeniu zmiennych efektów skali oraz wskaźnik efektywności skali e_{SE} ¹³¹. Badanie przeprowadzono najpierw w ujęciu statycznym dla lat 1998, 2001, 2004, 2008, a następnie dzięki zastosowaniu zmodyfikowanego indeksu Malmquista, zbadano zmiany wyżej wymienionych wskaźników efektywności, w całym analizowanym horyzoncie czasu.

¹²⁹ Zob. rys. 5.12.

¹³⁰ Cantner, Krüger, Hanusch (2007).

¹³¹ Zob. rozdz. 3, s. 85 i nast.

Rys. 5.13 Średnie wartości wskaźników efektywności technologicznej w województwach w latach 1998 – 2008.



Źródło: opracowanie własne.

ecrs – wartość wskaźnika efektywności przy założeniu stałych efektów skali, evrs – wartość wskaźnika efektywności przy założeniu zmiennych efektów skali, ese – syntetyczny wskaźnik efektywności.

Wyniki przeprowadzonego badania pokazały, że w badanym okresie przeciętne miary efektywności technologicznej, po spadku w roku 2004, pozostawały na niezmiennym poziomie. W 2004 roku nastąpił 2% spadek średniej wartości wskaźnika e_{CRS} , na który składał się 3% spadek średniej efektywności skali i 1% wzrost średniej wartości wskaźnika e_{VRS} , tzw. czystej efektywności technologicznej. Średnia wartość wskaźnika efektywności skali kształtowała się w badanym okresie w przedziale od 89% do 92%. Natomiast przeciętna wartość wskaźnika tzw. czystej efektywności technologicznej przyjmowała wartości z przedziału od 96% do 97%. Uzyskane wyniki sugerują, że głównym źródłem nieefektywności technologicznej regionalnych gospodarek była nieoptymalna skala produkcji. Oznacza to, że dla gospodarek o nieefektywnej skali produkcji istnieje lepsza kombinacja nakładów i wyników, a więc taka kombinacja, która pozwoli w pełni wykorzystać tzw. efekty skali.

W dalszej części opracowania przeprowadzimy analizę zmian efektywności skali pomiędzy dwiema chwilami czasu. Przeprowadzenie badania w ujęciu dynamicznym, wymagało zastosowania zmodyfikowanej postaci indeksu Malmquista, zapisanego w postaci (5.50). Dodatkowo zidentyfikujemy obszar efektów skali, w jakim znajduje się każda z badanych gospodarek. Przypomnijmy, że gospodarka może znajdować się w obszarze rosnących, lub malejących efektów skali¹³². Oceny charakteru efektów skali dokonano

¹³² Zob. rys. 5.12.

poprzez wprowadzenie do modelu dodatkowych warunków ograniczających, dotyczących typu hipotetycznych efektów skali.

Jednym ze sposobów określania charakteru efektów skali jest rozwiązanie zadań DEA przy nałożeniu dodatkowych warunków ograniczających.

Jeśli zakłada się:

1. stałe korzyści skali, to $L_o=1$; i jest to model *CRS*;
2. niemalejące korzyści skali, to $L_o \geq 1$; i jest to model *NDRS*;
3. nierosnące korzyści skali, to $L_o \leq 1$; i jest to model *NIRS*;
4. dowolny wariant korzyści skali, to jest brak warunku L_o . Jest to, tzw. model zmiennych korzyści skali *VRS*¹³³.

Aby dokonać oceny charakteru efektów skali, należy rozwiązać zadanie DEA typu *NIRS*. Charakter efektów skali (rosnący lub malejący) dla rozpatrywanej gospodarki może być określony przez porównanie wskaźników efektywności e_{VRS} i e_{NIRS} (zobacz rys. 5.12). Jeżeli zatem dla badanej gospodarki zachodzi:

$$(5.54) \quad \frac{e_{VRS}}{e_{NIRS}} = 1,$$

to oznacza to, że rozpatrywana gospodarka działa w obszarze rosnących efektów skali. Natomiast gdy:

$$(5.55) \quad \frac{e_{VRS}}{e_{NIRS}} < 1,$$

wtedy gospodarka znajduje się w obszarze malejących efektów skali.

Innym alternatywnym sposobem określenia typu braku korzyści skali gospodarek nieefektywnych jest metoda opierająca się na badaniu sumy optymalnych wag kombinacji technologii wspólnej, w formule *benchmarkingowej* dla gospodarki nieefektywnej. Sumę tę uzyskuje się z rozwiązania zdania CCR, nieuwzględniającego żadnego warunku dotyczącego typu korzyści skali¹³⁴. Charakter efektów skali w metodzie DEA określany jest tylko dla gospodarek nieefektywnych. Gospodarki efektywne technologiczne, z założenia, charakteryzują się odpowiednią skalą. Poniżej omówiono drugą metodę określania typu efektów skali. Niech L_o oznacza sumę współczynników kombinacji technologii wspólnej λ_{oj} :

$$(5.56) \quad L_o^* = \sum_{j=1}^J \lambda_{oj}.$$

Typ efektów skali ustalamy w następujący sposób:

¹³³ CRS – constant return to scale, NDRS – non-decreasing rts, NIRS – non-increasing rts, VRS – variable rts.

¹³⁴ Gospodarowicz M. (2000), Zhu J. (2003).

1. jeżeli $L_o^* < 1$, to o -ta gospodarka znajduje się w obszarze rosnących efektów skali;
2. jeżeli $L_o^* > 1$, to o -ta gospodarka znajduje się w obszarze malejących efektów skali;
3. jeżeli $L_o^* = 1$, to nieefektywność w badanej gospodarce wynika z innych przyczyn, a niżeli skala gospodarki¹³⁵.

Dekompozycja zmodyfikowanej postaci indeksu Malmquista

W przeprowadzonym badaniu został wykorzystany zmodyfikowany indeks produktywności Malmquista. Celem modyfikacji było dokonanie dekompozycji wskaźnika efektywności technologicznej $E^{t,t+1}$ na zmiany czystej efektywności technologicznej $PE^{t,t+1}$, jak i efektywność skali obiektu $SECH^{t,t+1}$. W jej efekcie możliwe było rozszerzenie kontekstu analizy nierówności regionalnych, w zakresie wzrostu gospodarczego i wydajności pracy, o zagadnienie efektów skali. Badanie przeprowadzono na podstawie danych panelowych dla okresów 1998 – 2001, 2001 – 2004, 2004 – 2008 i 1998 – 2008.

Tab. 5.15 Wartości wskaźnika efektywności technologicznej i jego składowych w latach 1998 – 2001.

Województwo	$E^{t,t+1}$	$PE^{t,t+1}$	$SECH^{t,t+1}$	Typ skali 1998	Typ skali 2001
DOL	1,2	2,1	-0,9	IRS	IRS
KUJ	0,0	0,0	0,0	Optymalny	Optymalny
LUL	0,2	3,5	-3,2	IRS	IRS
LUS	2,0	2,2	-0,2	IRS	IRS
LOD	2,4	0,8	1,6	IRS	IRS
MAL	2,9	1,3	1,5	IRS	IRS
MAZ	0,0	0,0	0,0	Optymalny	Optymalny
OPL	-3,9	-3,9	0,0	IRS	IRS
PKR	-4,1	0,0	-4,1	IRS	IRS
PDL	2,5	-2,1	4,7	IRS	IRS
POM	-4,3	-1,4	-3,0	IRS	IRS
SLA	1,3	0,0	1,3	IRS	Optymalny
SWI	2,3	5,7	-3,3	IRS	IRS
WRM	-0,5	-0,1	-0,4	IRS	IRS
WIE	0,0	0,0	0,0	Optymalny	Optymalny
ZAC	2,0	-3,5	5,8	IRS	IRS

Źródło: opracowanie własne.

gdzie¹³⁶: $PE^{t,t+1}$ – wpływ zmian czystej efektywności na zmiany wartość wskaźnika efektywności technologicznej $E^{t,t+1}$. $SECH^{t,t+1}$ – wpływ zmian efektywności skali gospodarki danego województwa na zmiany wartość wskaźnika efektywności technologicznej $E^{t,t+1}$.

¹³⁵ Guzik B. (2009).

¹³⁶ Zob. rozdz. 3, s. 84 i nast.

W tabeli 5.15 przedstawiono wyniki pomiaru efektywności technologicznej. Badanie przeprowadzono dla okresu 1998 – 2001. Wskaźniki efektywności technologicznej poddano dekompozycji w celu przeanalizowania jego składowych. Kolumny o nazwie typ skali, zawierają informacje o charakterze efektów skali (rosnących, malejących lub optymalnych w przypadku gospodarek charakteryzujących się 100% efektywnością technologiczną). Skrót IRS (*Increasing Returns to Scale*) oznacza, że rozpatrywana gospodarka znajduje się w obszarze rosnących efektów skali, a więc jednostkowy wzrost nakładów powoduje bardziej niż proporcjonalny wzrost wyników.

Rozpatrując tabele 5.15 zauważamy, że w województwach: kujawsko-pomorskim, mazowieckim i wielkopolskim nie zaobserwowano zmian wartości wskaźnika efektywności technologicznej i jego składowych. Są to województwa, które w badanym okresie znajdowały się na granicy technologicznej. Dlatego działają one w optymalnym obszarze efektów skali. Warto zwrócić uwagę na przypadek województwa śląskiego. W roku 1998 województwo to nie było województwem efektywnym¹³⁷, ale jednocześnie znajdowało się w obszarze rosnących efektów skali. W okresie 1998 – 2001 w województwie śląskim zaobserwowano wzrost wartości wskaźnika efektywności technologicznej o 1,3% w rezultacie czego województwo to, w 2001 roku znalazło się na granicy technologicznej, charakteryzując się 100% relatywną efektywnością technologiczną. Źródłem wzrostu efektywności technologicznej był wzrost efektywności skali o 1,3%. Na podstawie wskazań modelu można przypuszczać, że przyczyną nieefektywności w województwie śląskim w roku 1998 była nieodpowiednia skala produkcji. W 2001 roku województwo śląskie jako województwo efektywne technologicznie charakteryzowało się optymalną efektywnością skali produkcji. W gospodarce województwa lubuskiego w okresie od 1998 do 2001 miał miejsce wzrost efektywności technologicznej o 2%, co było rezultatem wzrostu wartości wskaźnika tzw. czystej efektywności o 2,2%, który w części został skompensowany spadkiem o 0,2% wskaźnika efektywności skali. W województwie podkarpackim wskaźnik efektywności technologicznej obniżył się w badanym okresie o 4,1% i był w całości spowodowany pogorszeniem się efektywności skali produkcji w tym województwie. Ciekawym przypadkiem jest również gospodarka województwa opolskiego, w której w badanym okresie zaobserwowano spadek wartości wskaźnika efektywności technologicznej o 3,9%, był on w całości spowodowany spadkiem wartości wskaźnika tzw. czystej efektywności technologicznej.

¹³⁷ Zob. tab. 5.2.

Tab. 5.16 Wartości wskaźnika efektywności technologicznej i jego składowych w latach 2001 – 2004.

Województwo	$E^{t,t+1}$	$PE^{t,t+1}$	$SECH^{t,t+1}$	Typ skali 2001	Typ skali 2004
DOL	-5,6	-3,0	-2,6	IRS	IRS
KUJ	-4,1	0,0	-4,1	Optymalny	IRS
LUL	-2,1	6,5	-8,1	IRS	IRS
LUS	-4,9	-2,9	-2,0	IRS	IRS
LOD	0,0	2,9	-2,8	IRS	IRS
MAL	0,4	5,0	-4,4	IRS	IRS
MAZ	0,0	0,0	0,0	Optymalny	Optymalny
OPL	13,6	14,3	-0,6	IRS	IRS
PKR	-6,9	0,0	-6,9	IRS	IRS
PDL	-6,8	3,6	-10,0	IRS	IRS
POM	2,4	1,4	0,9	IRS	IRS
SLA	0,0	0,0	0,0	Optymalny	Optymalny
SWI	-0,7	-2,6	2,0	IRS	IRS
WRM	0,7	0,1	0,6	IRS	IRS
WIE	-6,7	-6,0	-0,8	Optymalny	IRS
ZAC	-5,6	2,1	-7,6	IRS	IRS

Źródło: opracowanie własne.

W okresie 2001 – 2004 miał miejsce niewielki spadek przeciętnej wartości wskaźnika efektywności technologicznej. Był on rezultatem pogorszenia się efektywności skali¹³⁸. Wskaźnik efektywności technologicznej $E^{t,t+1}$ w województwie kujawsko-pomorskim w badanym okresie obniżył się o 4,1%, co było rezultatem pogorszenia się efektywności skali produkcji. W wyniku czego gospodarka omawianego województwa w 2004 roku znalazła się poniżej granicy technologicznej, wyznaczonej przez gospodarki najbardziej efektywne technologicznie. Powyższe zmiany znalazły swoje odzwierciedlenie w obszarze efektów skali. O ile bowiem gospodarka województwa kujawsko-pomorskiego w 2001 roku, jako województwo efektywnego technologicznie charakteryzowała się optymalną skalą, o tyle już w roku 2004 znalazła się ona w obszarze rosnących efektów skali działalności. Podobna sytuacja miała miejsce w gospodarce województwa wielkopolskiego. W okresie od 2001 do 2004 w gospodarce tego województwa zaobserwowano pogorszenie się wskaźnika relatywnej efektywności technologicznej o 6,7% i było to spowodowane pogorszeniem się o 6% tzw. czystej efektywności oraz o 0,8% efektywności skali. W rezultacie gospodarka ta znalazła się poza optymalnym obszarem skali produkcji.

¹³⁸ Por. także rys. 5.13.

Tab. 5.17 Wartości wskaźnika efektywności technologicznej i jego składowych w latach 2004 – 2008.

Województwo	$E^{t,t+1}$	$PE^{t,t+1}$	$SECH^{t,t+1}$	Typ skali 2004	Typ skali 2008
DOL	-0,2	-3,0	2,9	IRS	IRS
KUJ	4,3	0,0	4,3	IRS	Optymalny
LUL	0,9	3,0	-2,0	IRS	IRS
LUS	-3,0	-9,6	7,3	IRS	IRS
LOD	0,4	-1,9	2,4	IRS	DRS
MAL	3,3	-4,2	7,8	IRS	IRS
MAZ	0,0	0,0	0,0	Optymalny	Optymalny
OPL	-4,4	-8,7	4,7	IRS	IRS
PKR	-2,7	-1,9	-0,9	IRS	IRS
PDL	3,2	-3,1	6,5	IRS	IRS
POM	2,5	0,0	2,5	IRS	IRS
SLA	0,0	0,0	0,0	Optymalny	Optymalny
SWI	6,8	4,3	2,4	IRS	IRS
WRM	11,9	-4,1	16,7	IRS	IRS
WIE	5,2	5,7	-0,5	IRS	IRS
ZAC	6,9	4,1	2,6	IRS	IRS

Źródło: opracowanie własne.

Rozpatrując tabelę 5.17 naszą uwagę powinno zwrócić województwo kujawsko-pomorskie. Bowiem w gospodarce tego województwa, po spadku efektywności skali o 4,1% w poprzednim badanym okresie, w bieżącym okresie zaobserwowano wzrost wartości tego wskaźnika o 4,3%, co spowodowało, że gospodarka województwa kujawsko-pomorskiego w roku 2008 ponownie znalazła się na granicy technologicznej, charakteryzując się jednocześnie optymalną skalą nakładów. Na uwagę zasługuje także województwo łódzkie, które w roku 2008 znalazło się w obszarze malejących efektów skali DRS (*Decreasing Returns to Scale*). Wyniki uzyskane dla województwa łódzkiego sugerują, że gospodarka tego województwa osiągnęłaby wyższą efektywność technologiczną, gdyby charakteryzowała się mniejszą skalą nakładów. Relatywnie duże zmiany wskaźników efektywności zaobserwowano w badanym okresie w gospodarce województwa warmińsko-mazurskiego. Wartość wskaźnika efektywności technologicznej wzrosła w niej o 11,9%, w wyniku wzrostu efektywności skali o 16,7%, przy jednoczesnym spadku o 4,1% wskaźnika tzw. czystej efektywności technologicznej.

Tab. 5.18 Wartości wskaźnika efektywności technologicznej i jego składowe w latach 1998 – 2008.

Województwo	$E^{t,t+1}$	$PE^{t,t+1}$	$SECH^{t,t+1}$	Typ skali 1998	Typ skali 2008
DOL	-4,7	-3,9	-0,8	IRS	IRS
KUJ	0,0	0,0	0,0	Optymalny	Optymalny
LUL	-1,0	12,3	-11,8	IRS	IRS
LUS	-5,9	-10,3	5,0	IRS	IRS
LOD	2,9	1,7	1,2	IRS	DRS
MAL	6,7	1,9	4,6	IRS	IRS
MAZ	0,0	0,0	0,0	Optymalny	Optymalny
OPL	4,3	0,3	4,0	IRS	IRS
PKR	-13,1	0,0	-13,1	IRS	IRS
PDL	-1,8	-1,8	0,0	IRS	IRS
POM	0,4	0,0	0,4	IRS	IRS
ŚLA	1,0	0,0	1,0	IRS	Optymalny
SWI	8,5	7,4	1,0	IRS	IRS
WRM	12,2	-4,1	17,0	IRS	IRS
WIE	-1,8	-0,6	-1,3	Optymalny	IRS
ZAC	2,9	2,6	0,3	IRS	IRS

Źródło: opracowanie własne.

W odniesieniu do całego badanego okresu od 1998 – 2008 należy zwrócić uwagę na duże zróżnicowanie przestrzenne omawianych miar efektywności. Najgorzej sytuacja kształtowała się w gospodarce województwa podkarpackiego, w której w badanym okresie miał miejsce spadek wartości wskaźnika efektywności technologicznej aż o 13,1%, i co warto podkreślić, był on w całości spowodowany pogorszeniem się efektywności skali. Z kolei województwo śląskie z województwa nieefektywnego technologicznie w roku 1998, dzięki lepszymu wykorzystaniu efektów skali, stało się w roku 2008 województwem efektywnym technologicznie. Przeciwnieństwem województwa śląskiego było województwo wielkopolskie, które będąc w roku 1998 województwem efektywnym technologicznie w wyniku pogorszenia efektywności skali o 1,3% oraz o 0,6% wskaźnika czystej efektywności technologicznej, w roku 2008 znalazło się poniżej granicy technologicznej i jednocześnie w obszarze rosnących efektów skali nakładów.

5.4.3. Podsumowanie

Efektywność ekonomiczna regionalnych gospodarek zależy nie tylko od wielkości i struktury nakładów, technologii czy sposobu organizacji produkcji, lecz również od skali produkcji. Istnieje, bowiem taka wielkość produkcji dla każdej gospodarki, która pozwala w pełni wykorzystać efekty skali. W wyniku zastosowania w badaniu zmodyfikowanej metody DEA, możliwe było uwzględnienie wpływu efektów skali na poziom wskaźnika efektywności technologicznej. Ponadto dzięki zastosowaniu zmodyfikowanej postaci indeksu Malmquista, dokonano pomiaru wpływu efektów skali na poziom wskaźnika efektywności technologicznej pomiędzy dwiema chwilami czasu.

Wyniki przeprowadzonego badania pokazały, że istotnym źródłem niższej efektywności technologicznej w większości gospodarek województw w Polsce, w całym rozpatrywanym horyzoncie czasu, była nieoptymalna skala produkcji, przez co gospodarki te nie w pełni wykorzystują możliwości efektów skali. Z kolei obszar, w jakim znajduje się zdecydowana większość gospodarek – obszar rosnących efektów skali (z wyjątkiem województwa łódzkiego w roku 2008) - sugeruje, że przyczyną nie w pełni wykorzystywanych efektów skali były zbyt małe nakłady. Gospodarki te, działając w obszarze rosnących efektów skali, przez zwiększenie rozmiarów zaangażowanych nakładów, mogą zwiększyć wyniki w stosunku do wzrostu nakładów i osiągnąć najkorzystniejszą relację nakładów do wyników, a więc taką, jaką charakteryzują się gospodarki będące liderami technologicznymi w Polsce.

Aneks do rozdział 5

A. 5.1 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa łódzkiego w roku 1998.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,59 X			
sektor I	8,2%	5%	8,0%	60%
sektor II	8,9%	5%	13,7%	38%
sektor III	22,7%	13%	20,7%	65%
Kapitał rzeczowy	46,46	27,41	28,60	96%
PKB	23,171	13,671	13,718	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.2 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa małopolskiego w roku 1998.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,6 X			
sektor I	8,2%	5%	7,8%	63%
sektor II	8,9%	5%	12,8%	41%
sektor III	22,7%	14%	18,4%	74%
Kapitał rzeczowy	46,46	27,88	30,57	91%
PKB	23,171	139,02	13,878	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.3 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa podkarpackiego w roku 1998.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,5 X			
sektor I	8,2%	4%	8,1%	50%
sektor II	8,9%	4%	11,7%	38%
sektor III	22,7%	11%	16,6%	69%
Kapitał rzeczowy	46,46	23,23	24,45	95%
PKB	23,17	11,58	11,586	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.4 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa podlaskiego w roku 1998.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,52 X			
sektor I	8,2%	4%	14,7%	29%
sektor II	8,9%	5%	8,8%	52%
sektor III	22,7%	12%	20,5%	58%
Kapitał rzeczowy	46,46	24,16	28,21	86%
PKB	23,171	12,049	12,138	99%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.5 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa świętokrzyskiego w roku 1998.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,51X			
sektor I	8,2%	4%	13,5%	31%
sektor II	8,9%	5%	11,2%	40%
sektor III	22,7%	12%	16,8%	69%
Kapitał rzeczowy	46,46	23,69	28,03	85%
PKB	23,171	11,817	11,808	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.6 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa lubuskiego w roku 1998.

Wzorzec	SLA	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,84X			
sektor I	1,7%	1%	3,1%	46%
sektor II	14,8%	12%	13,9%	90%
sektor III	16,1%	13%	21,4%	63%
Kapitał rzeczowy	32,88	27,62	28,40	97%
PKB	16,83	14,140	14,151	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.7 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa opolskiego w roku 1998.

Wzorzec	SLA	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,82X			
sektor I	1,7%	1,4%	4,7%	30%
sektor II	14,8%	12,2%	13,0%	93%
sektor III	16,1%	13,2%	18,9%	70%
Kapitał rzeczowy	32,88	26,96	36,66	74%
PKB	16,83	13,80	13,784	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.8 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa warmińsko-mazurskiego w roku 1998.

Wzorzec	SLA	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,6X			
sektor I	1,7%	1,0%	4,6%	22%
sektor II	14,8%	8,9%	10,0%	89%
sektor III	16,1%	9,6%	18,8%	51%
Kapitał rzeczowy	32,88	19,72	28,19	70%
PKB	16,83	10,100	101,50	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.9 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa pomorskiego w roku 1998.

Wzorzec	MAZ	SLA	Technologia optymalna	Technologia faktyczna	Wartości optymalne jako procent wartości faktycznych
λ	0,29X	0,51x			
sektor I	8,2%	1,7%	3,23%	2,9%	113%
sektor II	8,9%	14,8%	10,14%	10,6%	96%
sektor III	22,7%	16,1%	14,79%	18,3%	81%
Kapitał rzeczowy	46,46	32,88	30,24	30,67	99%
PKB	23,17	16,833	15,304	15,388	99%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.10 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa zachodniopomorskiego w roku 1998.

Wzorzec	MAZ	SLA	Technologia optymalna	Technologia faktyczna	Wartości optymalne jako procent wartości faktycznych
λ	0,22X	0,62x			
sektor I	8,2%	1,7%	2,84%	3,8%	75%
sektor II	8,9%	14,8%	11,15%	11,1%	100%
sektor III	22,7%	16,1%	14,96%	21,1%	71%
Kapitał rzeczowy	46,46	32,88	30,60	33,25	92%
PKB	23,171	16,833	15,534	15,262	102%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.11 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa dolnośląskiego w roku 1998.

Wzorzec	MAZ	SLA	WIE	Technologia optymalna	Technologia faktyczna	Wartości optymalne jako procent wartości faktycznych
λ	0,01X	0,77x	0,15x			
sektor I	8,2%	1,7%	7,8%	2,55%	3,6%	70%
sektor II	8,9%	14,8%	13,4%	13,52%	13,6%	100%
sektor III	22,7%	16,1%	18,5%	15,37%	22,6%	68%
Kapitał rzeczowy	46,46	32,88	30,81	30,40	30,69	99%
PKB	23,171	16,833	16,374	15,649	15,746	99%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.12 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa lubelskiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,42X			
sektor I	5,9%	2,5%	13,5%	18%
sektor II	12,0%	5,0%	10,2%	49%
sektor III	29,7%	12,5%	21,8%	57%
Kapitał rzeczowy	91,81	38,56	45,89	84%
PKB	50,449	21,188	21,303	99%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.13 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa opolskiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,50X			
sektor I	5,9%	3,0%	5,2%	57%
sektor II	12,0%	6,0%	13,6%	44%
sektor III	29,7%	14,8%	19,2%	77%
Kapitał rzeczowy	91,81	45,90	57,25	80%
PKB	50,449	25,224	25,482	99%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.14 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa podkarpackiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,43X			
sektor I	5,9%	2,5%	9,5%	27%
sektor II	12,0%	5,2%	11,9%	43%
sektor III	29,7%	12,8%	20,2%	63%
Kapitał rzeczowy	91,81	39,47	46,26	85%
PKB	50,449	21,693	21,426	101%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.15 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa podlaskiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,46X			
sektor I	5,9%	2,7%	11,3%	24%
sektor II	12,0%	5,5%	9,4%	59%
sektor III	29,7%	13,6%	20,9%	65%
Kapitał rzeczowy	91,81	42,23	50,25	84%
PKB	50,449	23,206	23,356	99%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.16 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa świętokrzyskiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,48X			
sektor I	5,9%	2,8%	11,6%	24%
sektor II	12,0%	5,8%	14,3%	40%
sektor III	29,7%	14,2%	20,4%	70%
Kapitał rzeczowy	91,81	4406,8%	46,48	95%
PKB	50,44	24,215	24,09	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.17 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa warmińsko-mazurskiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	Technologia optymalna	Technologia empiryczna	Wartości optymalne jako procent wartości empiryczna
λ	0,44X			
sektor I	5,9%	2,6%	5,0%	52%
sektor II	12,0%	5,3%	13,1%	40%
sektor III	29,7%	13,1%	21,1%	62%
Kapitał rzeczowy	91,81	40,39	47,33	85%
PKB	50,449	22,197	22,072	101%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.18 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa dolnośląskiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	SLA	Technologia optymalna	Technologia faktyczna	Wartości optymalne jako procent wartości faktycznych
λ	0,01X	0,77x			
sektor I	5,9%	1,0%	1,55%	2,7%	58%
sektor II	12,0%	15,7%	13,96%	15,5%	90%
sektor III	29,7%	22,5%	21,64%	21,7%	100%
Kapitał rzeczowy	91,81	57,84	57,62	62,49	92%
PKB	50,449	33,677	33,163	33,17	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.19 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa łódzkiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	SLA	Technologia optymalna	Technologia faktyczna	Wartości optymalne jako procent wartości faktycznych
λ	0,47X	0,16x			
sektor I	5,9%	1,0%	2,94%	8,4%	35%
sektor II	12,0%	15,7%	8,15%	17,0%	48%
sektor III	29,7%	22,5%	17,55%	26,7%	66%
Kapitał rzeczowy	91,81	57,84	52,40	52,39	100%
PKB	50,449	33,677	29,099	29081,10	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.20 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa małopolskiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	SLA	Technologia optymalna	Technologia faktyczna	Wartości optymalne jako procent wartości faktycznych
λ	0,5X	0,05x			
sektor I	5,9%	1,0%	3,01%	6,2%	48%
sektor II	12,0%	15,7%	6,78%	12,3%	55%
sektor III	29,7%	22,5%	15,96%	21,7%	74%
Kapitał rzeczowy	91,81	57,84	48,79	48,81	100%
PKB	50,449	33,677	26,908	26,911	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.21 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa pomorskiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	SLA	Technologia optymalna	Technologia faktyczna	Wartości optymalne jako procent wartości faktycznych
λ	0,23X	0,58x			
sektor I	5,9%	1,0%	1,94%	2,7%	70%
sektor II	12,0%	15,7%	11,86%	11,8%	100%
sektor III	29,7%	22,5%	19,88%	21,3%	93%
Kapitał rzeczowy	91,81	57,84	54,66	55,30	99%
PKB	50,449	33,677	31,136	30,928	101%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.22 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa zachodniopomorskiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	SLA	Technologia optymalna	Technologia faktyczna	Wartości optymalne jako procent wartości faktycznych
λ	0,26X	0,47x			
sektor I	5,9%	1,0%	2,00%	2,1%	97%
sektor II	12,0%	15,7%	10,49%	10,5%	100%
sektor III	29,7%	22,5%	18,30%	20,9%	88%
Kapitał rzeczowy	91,81	57,84	51,05	55,21	92%
PKB	50,449	33,677	28,945	28,821	100%

Źródło: obliczenia własne.

A. 5.23 Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa wielkopolskiego w roku 2008.

Wzorzec	MAZ	KUJ	Technologia optymalna	Technologia faktyczna	Wartości optymalne jako procent wartości faktycznych
λ	0,44X	0,4x			
sektor I	5,9%	6,2%	5,10%	6,0%	85%
sektor II	12,0%	11,8%	10,01%	13,9%	72%
sektor III	29,7%	17,4%	20,02%	19,5%	102%
Kapitał rzeczowy	91,81	45,39	58,55	58,94	99%
PKB	50,449	27,520	33,205	33,413	99%

Źródło: obliczenia własne.

Rozdział 6

Konwergencja PKB na osobę pracującą w polskich regionach w latach 1998 - 2008

Wprowadzenie

Istnieje wiele przyczyn determinujących poziom rozwoju i wynikające z niego zróżnicowanie wartości PKB, zarówno w skali globalnej i między krajami, jak i w obrębie poszczególnych krajów. Poziom zróżnicowania PKB zmienia się w zależności od stopnia agregacji jednostek terytorialnych oraz przyjętego horyzontu czasowego. Inne czynniki zróżnicowania dochodu mierzonego wartością PKB na osobę pracującą występowały we wczesnych okresach historycznych, inne w okresie industrializacji, inne w świecie współczesnym. Problem oceny skali i przyczyn występujących różnic międzyregionalnych, określa się w ekonomii konwergencją. Przez proces konwergencji rozumieć będziemy zdolność gospodarek regionów słabiej rozwiniętych do szybszego wzrostu gospodarczego, i w rezultacie do zmniejszania różnic pod względem wartości PKB na osobę pracującą w stosunku do regionów wyżej rozwiniętych gospodarczo.

Dynamiczny rozwój badań nad konwergencją, który trwa od połowy lat 80. XX wieku spowodował, że pojawiły się różne definicje, sposoby interpretacji oraz metody testowania hipotezy konwergencji. Z analizy literatury dotyczącej tej kategorii ekonomicznej wynika, że najczęściej spotykane są dwie podstawowe koncepcje konwergencji: *sigma* konwergencja oraz *beta* konwergencja bezwarunkowa i warunkowa. Terminy te zostały zaproponowane m. in. w pracach: Abramowitza (1989), Sala-i-Martina (1990), Barro, Sala-i-Martin (1995). Zgodnie z hipotezą o konwergencji typu *beta*, istnieje ujemna korelacja pomiędzy stopą wzrostu gospodarczego w badanym okresie, a poziomem PKB na osobę pracującą (na mieszkańca) w momencie początkowym. Pod pojęciem *beta* konwergencji rozumie się także pewną właściwość gospodarki, opisywaną modelami egzogenicznego, a incydentalnie endogenicznego wzrostu gospodarczego, która sprowadza się do zbieżności ścieżek wzrostu do stacjonarnego lub stacjonarnych stanów tejże gospodarki. Nazwa *beta* konwergencji bierze się od oznaczenia miary tempa zbieżności gospodarki do stabilnych i stacjonarnych stanów równowagi. Pojęcie *sigma* konwergencji odnosi się do zróżnicowania PKB na osobę pracującą w badanej grupie gospodarek, mierzonego odchyleniem standardowym. Jeżeli wartości tak określonego wskaźnika dyspersji maleją wraz z upływem czasu, to mówimy o

istnieniu *sigma* konwergencji. W sytuacji przeciwnej mamy prawo do mówienia o *sigma* dywergencji. Problematyką *beta* konwergencji rozumianej jako zbieżność gospodarki do stacjonarnego, stabilnego stanu równowagi zajmiemy się szczegółowo w rozdziale 7.

Niniejszy rozdział stanowi kontynuację celów badawczych zrealizowanych w rozdziale piątym. Określono w nim, które czynniki w największym stopniu przyczyniły się w latach 1998 – 2008 do wykształcenia się różnic w poziomach PKB na osobę pracującą pomiędzy regionami w Polsce. Badania przeprowadzono na podstawie zmiennych diagnostycznych, w których jako nakłady przyjęto kapitał rzeczowy i zasoby pracy, a jako wynik PKB na osobę pracującą.

W tym rozdziale przedmiotem naszego szczególnego zainteresowania będzie ocena wpływu rozpoznanych w rozdziale piątym czynników wzrostu gospodarczego na procesy konwergencji PKB na osobę pracującą w polskich regionach. Przedstawimy w nim sposób uwzględnienia wpływu czynników wzrostu gospodarczego na zmiany rozkładu regionalnego PKB na osobę pracującą. O zachodzących procesach konwergencji (dywergencji) wnioskować będziemy na podstawie zmian regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą. Do tego celu posłużymy się metodą estymacji jądrowej, zaproponowaną przez Quaha (1996). Polega ona na analizie rozkładu PKB na osobę pracującą i jego zmian w czasie¹³⁹. Zastosowanie tej metody pozwoli nam przedstawić ewolucję rozkładu PKB na osobę pracującą w kolejnych badanych latach. Ponadto na podstawie wyników dekompozycji indeksu Malmquista przeprowadzimy analizę alternatywnych rozkładów PKB na osobę pracującą z uwzględnieniem wpływu poszczególnych składowych tego indeksu na zmiany rozkładu PKB na osobę pracującą.

W niniejszym rozdziale przeprowadzimy także analizę *beta* konwergencji PKB na osobę pracującą w polskich regionach w latach 1998 – 2008. W tym celu oszacowane będą modele regresji opisujące zależność pomiędzy stopą wzrostu PKB na osobę pracującą, a wartością PKB na osobę pracującą w chwili początkowej oraz czynnikami warunkującymi procesy jego wzrostu w interesującym nas horyzoncie czasu. Celem badania będzie rozpoznanie siły i kierunku zależności pomiędzy wartością PKB na osobę pracującą w chwili początkowej, a procesami akumulacji kapitału rzeczowego, postępem technologicznym oraz zmianami wartości wskaźnika relatywnej efektywności technologicznej. Na tej podstawie dokonamy wnioskowania o zachodzących procesach konwergencji, dywergencji albo braku tego typu procesów. Procesy konwergencji będą zachodziły w naszej ocenie wtedy, kiedy

¹³⁹ Wójcik P. (2008a).

stopa wzrostu PKB na osobę pracującą będzie większa w regionach o niższej początkowej wartości PKB na osobę pracującą. Z kolei wartości niższe w regionach o niższej początkowej wartości PKB będą generowały rozbieżności. Na podstawie siły i kierunku zależności pomiędzy wartością PKB na osobę pracującą w chwili początkowej, a wpływem na wzrost gospodarczy mierzony wartością PKB na osobę pracującą oddzielnie każdego z czynników wzrostu, będziemy wnioskować o źródłach konwergencji (dywergencji) gospodarczej.

Dla uzupełnienia oceny nierówności regionalnych przeprowadzimy analizę *sigma* konwergencji PKB na osobę pracującą w polskich regionach w latach 1998 – 2008. O zachodzących procesach *sigma* konwergencji lub *sigma* dywergencji wnioskować będziemy na podstawie wartości wskaźnika dyspersji, mierzonego odchyleniem standardowym. Jeżeli wartości tak określonego wskaźnika dyspersji będzie malała wraz z upływem czasu, to przyjmiemy istnienie *sigma* konwergencji. W sytuacji przeciwnej będzie występowała *sigma* dywergencji.

6.1. Metoda badania ewolucji rozkładu PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce w latach 1998 – 2008

W badaniu posłużymy się wynikami otrzymanymi na podstawie przeprowadzonej w rozdziale piątym dekompozycji indeksu Malmquista. Analiza polega na rozpoznaniu wpływu poszczególnych składowych tego indeksu na zmiany wartości PKB na osobę pracującą w wybranych latach z okresu 1998 – 2008. W tym celu posłużymy się formułą zaproponowaną przez Kumar i Russell (2002):

$$(6.1) \quad y^{t+1} = E * TC * AK * y^t,$$

Zgodnie z równaniem (6.1), wartość PKB na osobę pracującą w chwili $t + 1$ jest iloczynem wartości PKB na osobę pracującą w chwili t i składowych indeksu Malmquista zapisanego równaniem (5.10). Dlatego poprzez pomnożenie wartości PKB na osobę pracującą z chwili t przez każdą z tych składowych z osobna, otrzymamy alternatywne wartości PKB na osobę pracującą, uwzględniające wyizolowany wpływ każdego z czynników wzrostu gospodarczego na zmiany PKB na osobę pracującą pomiędzy chwilami t i $t + 1$. Co opisuje następujący układ równań¹⁴⁰:

¹⁴⁰ Oznaczenia: E – wskaźnik efektywności technologicznej, TC – wskaźnik postępu technologicznego, AK – wskaźnik akumulacji kapitału rzeczowego.

$$(6.2) \quad y_E^{t+1} = E * y^t,$$

$$(6.3) \quad y_{TC}^{t+1} = TC * y^t,$$

$$(6.4) \quad y_{AK}^{t+1} = AK * y^t,$$

$$(6.5) \quad y_{E*TC}^{t+1} = E * TC * y^t,$$

$$(6.6) \quad y_{E*AK}^{t+1} = E * AK * y^t,$$

$$(6.7) \quad y_{TC*AK}^{t+1} = TC * AK * y^t,$$

gdzie:

y_E^{t+1} – hipotetyczne wartości PKB na osobę pracującą w polskich regionach w sytuacji, w której jedynym czynnikiem wzrostu gospodarczego pomiędzy chwilami t do $t + 1$ były zmiany wartości wskaźnika relatywnej efektywności technologii stosowanych w gospodarkach regionalnych.

y_{TC}^{t+1} – hipotetyczne wartości PKB na osobę pracującą w polskich regionach w sytuacji, w której jedynym czynnikiem wzrostu gospodarczego pomiędzy chwilami t do $t + 1$ był postęp technologiczny.

y_{AK}^{t+1} – hipotetyczne wartości PKB na osobę pracującą w polskich regionach w sytuacji, w której jedynym czynnikiem wzrostu gospodarczego pomiędzy chwilami t do $t + 1$ była akumulacja kapitału rzeczowego.

y_{E*TC}^{t+1} – hipotetyczne wartości PKB na osobę pracującą w polskich regionach w sytuacji, w której jako czynniki wzrostu gospodarczego pomiędzy chwilami t do $t + 1$ uwzględniono łączny wpływ zmian wartości wskaźnika relatywnej efektywności technologicznej oraz postęp technologiczny.

y_{E*AK}^{t+1} – hipotetyczne wartości PKB na osobę pracującą w polskich regionach w sytuacji, w której jako czynniki wzrostu gospodarczego pomiędzy chwilami t do $t + 1$ uwzględniono łączny wpływ zmian wartości wskaźnika relatywnej efektywności technologicznej oraz efektu akumulacji kapitału rzeczowego.

y_{TC*AK}^{t+1} – hipotetyczne wartości PKB na osobę pracującą w polskich regionach w sytuacji, w której jako czynniki wzrostu gospodarczego pomiędzy chwilami t do $t + 1$ uwzględniono łączny wpływ postępu technologicznego oraz efektu akumulacji kapitału rzeczowego.

Na podstawie tak sformułowanych równań dokonamy oceny wpływu źródeł wzrostu gospodarczego, rozpoznanych w wyniku dekompozycji indeksu Malmquista, na zmiany regionalnego rozkładu PKB na osobę pracującą w polskich regionach w latach 1998 – 2008.

W celu estymacji nieznanymi regionalnymi rozkładami PKB na osobę pracującą zapisanych układem równań (6.2)-(6.7) zastosowano metodę estymacji jądrowej. Zastosowanie tej metody w badaniu procesów konwergencji PKB na osobę pracującą, pozwala na analizę jego rozkładu i ewolucji w czasie. Ponadto stwarza ona możliwość zaobserwowania procesów polaryzacji PKB na osobę pracującą. Estymator jądrowy, warunkowej funkcji gęstości jest ciągłym odpowiednikiem histogramu. Pokazuje on, w jaki sposób PKB na osobę pracującą zmienia się w czasie.

Estymacja jądrowa sprowadza się do oszacowania nieznannej funkcji gęstości dla zmiennej losowej, na podstawie skończonej liczby obserwacji tej zmiennej. Wartości funkcji gęstości w kolejnych punktach liczone są jako względna częstość obserwacji w otoczeniu danego punktu. Otoczenie to nazwane jest pasmem estymacji (*bandwidth, window*), a do oszacowania względnej częstości wykorzystuje się znaną funkcję gęstości, zwaną funkcją jądra (*kernel*)

6.2. Estymacja parametryczna i nieparametryczna

Klasyczne metody estymacji polegają na wyborze jednego lub kilku typowych rozkładów prawdopodobieństwa, a następnie na dobraniu właściwych parametrów dopasowujących ten rozkład do danych. W literaturze przedmiotu najczęściej stosuje się rozkłady: normalny, jednostajny, trójkątny, beta, gamma, wykładniczy, t-Studenta, χ^2 (chi kwadrat) lub Poissona. Jeżeli mamy do czynienia z nieznanym rozkładem, to wybór jego rodzaju, spośród typowych rozkładów, stwarza problem. Aby wyeliminować tę niedogodność, polegającą na arbitralności wyboru, w niniejszym badaniu zastosowano nieparametryczną metodę estymacji jądrowej (*Kernel Density Estimators*). Zastosowanie tej metody powoduje, że przeprowadzenie analizy regionalnego PKB na osobę pracującą nie jest obciążone koniecznością dokonania arbitralnego wyboru konkretnego typu rozkładu.

W celu zdefiniowania estymatora jądrowego, zakłada się daną n -wymiarową (w naszym przypadku $n = 1$) zmienną losową x o funkcji gęstości rozkładu f . Wówczas wynikiem m niezależnych eksperymentów, jest m -elementowa próba losowa x_1, x_2, \dots, x_m , na

podstawie której można wyznaczyć estymator $\hat{f}: IR^n \rightarrow [0; \infty)$ funkcji gęstości rozkładu zmiennej losowej x .

Estymator jądrowy funkcji gęstości definiowany jest wzorem¹⁴¹:

$$(6.8) \quad \hat{f}(x) = \frac{1}{mh^n} \sum_{i=1}^m K\left(\frac{x-x_i}{h}\right),$$

n – wymiar zmiennej losowej x (w badaniu rozpatrujemy zmienną jednowymiarową),

x_1, x_2, \dots, x_m – próba losowa zmiennej¹⁴²,

m – liczność elementów próby,

$f(x)$ – funkcja gęstości rozkładu zmiennej losowej x ,

$\hat{f}(x)$ – estymator funkcji gęstości rozkładu skonstruowany na podstawie próby x ,

h – tzw. współczynnik wygładzania (szerokość pasma lub okna)¹⁴³.

$K(x)$ – jest określane mianem jądra estymacji i ma najczęściej postać funkcji gaussowskiej (normalnej):

$$(6.9) \quad K(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right).$$

$K: IR^n \rightarrow [0; \infty)$ – funkcja spełniająca warunki:

- (1) $\int K(x)dx = 1$ – pole powierzchni pod krzywą rozkładu równe 1,
- (2) $K(x) = K(-x)$ dla każdego $x \in R^n$ – funkcja symetryczna względem zera,
- (3) $K(0) \geq K(x)$ - funkcja posiadająca w punkcie $x = 0$ maksimum globalne.

Odwzorowanie K jest nazywane jądrem. Dla pojedynczego eksperymentu x_i estymatorem rozkładu zmiennej losowej x jest funkcja K przesunięta o wektor x_i oraz przeskalowana za pomocą współczynnika h . W przypadku m wyników niezależnych eksperymentów x_1, x_2, \dots, x_m estymator rozkładu zmiennej staje się sumą pojedynczych oszacowań. Jednak, aby otrzymana funkcja spełniała warunek $\int K(x)dx = 1$, który stawiany mierze probabilistycznej, ważymy tę sumę współczynnikiem $\frac{1}{mh^n}$.

¹⁴¹ Kulczycki P. (2005).

¹⁴² Rozkłady wyznaczyliśmy na podstawie wartości PKB na osobę pracującą w 16 województwach w Polsce. Minimalna liczność próby niezbędna do wyznaczenia wartości funkcji gęstości określana jest wzorem 4^n , gdzie n – to wymiar zmiennej. Zob. Kulczycki P. s. 103 i nast.

¹⁴³ Wartość współczynnika h wyznaczono ze wzoru na jego optymalizację: $h = 0,9 \min\left(s, \frac{q_3 - q_1}{1,349}\right)^{n-1/5}$ zaproponowanego przez Silverman w roku 1986.

Estymator jądrowy pozwala wyznaczyć funkcję gęstości bez konieczności uwzględniania z góry przyjętego rozkładu. Estymatory nieparametryczne warto stosować w przypadku niestandardowych rozkładów, w przypadku których metody parametryczne zawodzą, np. w przypadku rozkładów wielomodalnych. Dzięki uniezależnieniu się od przyjętego z góry, określonego typu rozkładu, możliwe jest określenie wielu własności badanej funkcji, np. położenie modalnych, symetrii, lub postaci rozkładu dla skrajnych wartości zmiennej losowej.

6.3. Testowanie hipotezy *beta* konwergencji

W dalszej części pracy, posługując się modelami regresji, dokonamy analizy zależności między stopą wzrostu PKB na osobę pracującą, a wartością PKB na osobę pracującą w chwili $t = 0$. W badaniu dodatkowo uwzględnimy oddzielnie wpływ każdego ze czynników wzrostu gospodarczego na zmiany wartości PKB na osobę pracującą. Następnie na podstawie siły i kierunku zależności pomiędzy tak dobranymi zmiennymi zweryfikujemy hipotezę o istnieniu *beta* konwergencji PKB na osobę pracującą w Polsce w ujęciu regionalnym. Dla zrealizowania tak sformułowanego celu badawczego posłużą nam następujące modele regresji:

$$(6.10) \quad \frac{\Delta y_i}{y_i} = \alpha + \beta y_{i0} + u_i,$$

$$(6.11) \quad \Delta y_{Ei} = \alpha_E + \beta y_{i0} + u_{Ei},$$

$$(6.12) \quad \Delta y_{TCi} = \alpha_{TC} + \beta y_{i0} + u_{TCi},$$

$$(6.13) \quad \Delta y_{AKi} = \alpha_{AK} + \beta y_{i0} + u_{AKi},$$

gdzie:

y_i – wartość PKB na osobę pracującą w i -tym regionie w chwili $t = 0$,

Δy_i – wzrost wartości PKB na osobę pracującą w i -tym regionie w okresie od chwili $t = 0$ do chwili $t+1$,

Δy_{Ei} – wpływ zmian relatywnej efektywności na wzrost wartości PKB na osobę pracującą w i -tym regionie w okresie od chwili $t = 0$, do chwili $t+1$,

Δy_{TCi} – wpływ postępu technologicznego na wzrost wartości PKB na osobę pracującą w i -tym regionie w okresie od chwili $t = 0$, do chwili $t+1$,

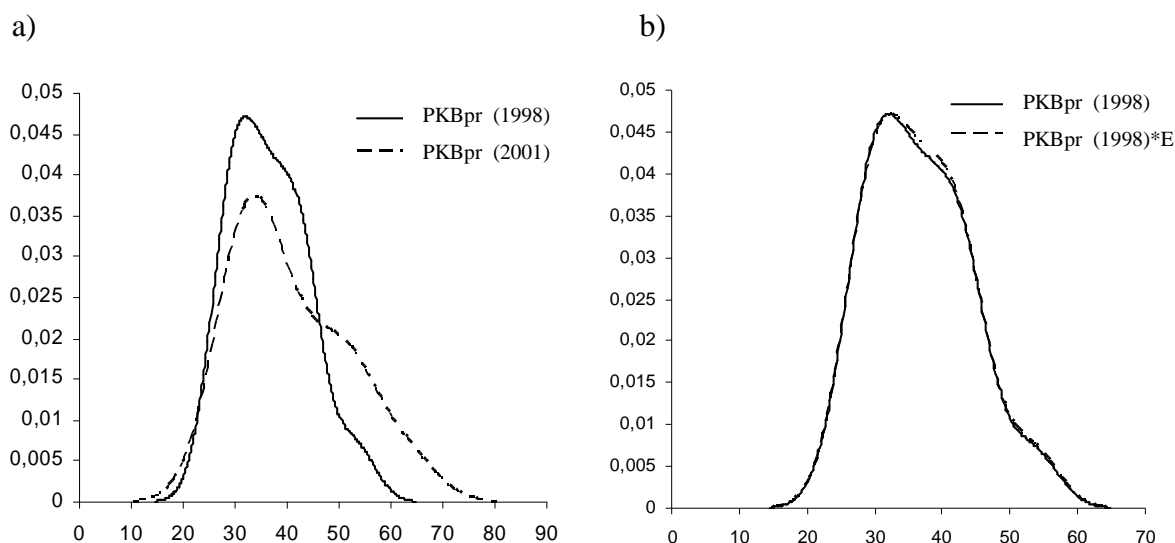
Δy_{AKi} – wpływ akumulacji kapitału rzeczowego na wzrost wartości PKB na osobę pracującą w i -tym regionie w okresie od chwili $t = 0$, do chwili $t+1$,

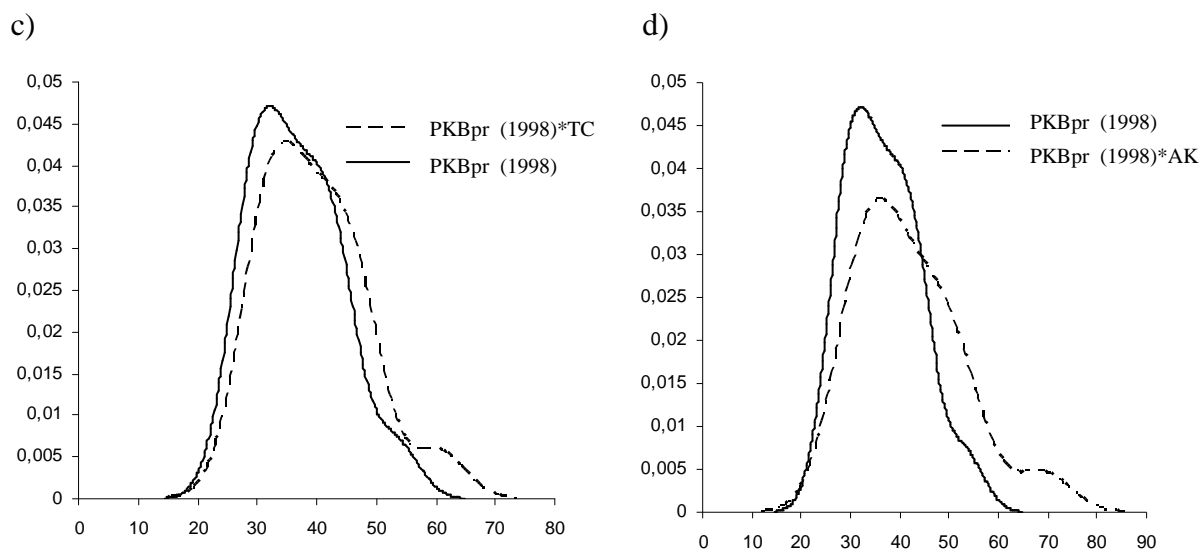
O zachodzących procesach *beta* konwergencji (dywergencji) wnioskować będziemy na podstawie siły i kierunku zależności między każdym z wyżej wymienionych czynników wzrostu gospodarczego w rozpatrywanym okresie, a wartością PKB na osobę pracującą w chwili początkowej. W wyniku czego możliwe będzie zidentyfikowanie źródeł konwergencji (dywergencji) regionalnego PKB na osobę pracującą. Wynikiem zrealizowanego celu badawczego będzie odpowiedź na pytanie, czy wzrost PKB na osobę pracującą w gospodarkach regionalnych ze względu na każdą ze zmiennych opisanych równaniami (6.9)-(6.12) jest większy w gospodarkach o początkowo niższych wartościach PKB na osobę pracującą, wtedy zgodnie, ze wskazaniem modelu, będzie zachodził proces konwergencji. W sytuacji, kiedy wzrost PKB na osobę pracującą ze względu na wymienione czynniki wzrostu gospodarczego będzie niższy w gospodarkach o początkowo niższych wartościach PKB na osobę pracującą, oznaczać to będzie postępujące procesy dywergencji.

6.4. Wyniki badania

Poniżej przedstawiono wykresy funkcji gęstości rozkładu PKB na osobę pracującą opracowane na podstawie wartości składowych indeksu produktywności Malmquista. Na osiach odciętych odłożono wartości PKB na osobę pracującą w danym roku, a na osiach rzędnych wartości funkcji gęstości, będące odpowiednikami liczebności regionów.

Rys. 6.1 Zmiany rozkładów regionalnego PKB na osobę pracującą obserwowane i pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w latach 1998 – 2001.





Źródło: opracowanie własne.

Porównanie rozkładów dla lat 1998 i 2001 (rys.6.1a) wskazuje na zmianę kształtu rozkładu PKB na osobę pracującą. Wykresy te różnią się od siebie. Rozkład PKB na osobę pracującą dla roku 2001 jest rozkładem bardziej płaskim, przesuniętym na prawo w stronę wyższych wartości PKB na osobę pracującą, względem rozkład PKB na osobę pracującą dla roku 1998. Sugeruje to większe zróżnicowanie dochodu pomiędzy województwami w roku 2001. Rozkłady PKB na osobę pracującą dla obu analizowanych lat są rozkładami jednomodalnymi, z zauważalną tendencją do wyodrębniania się drugiego wierzchołka, położonego na prawo od głównej części rozkładu. Wskazuje to na istnienie województw rozwijających się szybciej względem pozostałych województw w analizowanej grupie. Pozostałe rysunki (6.1b)-(6.1d) przedstawiają wyizolowany wpływ czynników wzrostu gospodarczego na rozkład PKB na osobę pracującą w okresie 1998 – 2001, otrzymane na podstawie równań (6.3)-(6.5). Rys. 6.1b pokazuje wpływ zmian wskaźnika relatywnej efektywności w okresie 1998 – 2001 na rozkład PKB na osobę pracującą oszacowany na podstawie równania (6.3). Rozkłady przedstawione na wykresie 6.1b pozwalają wnioskować o bardzo niewielkim wpływie zmian wartości wskaźnika relatywnej efektywności technologicznej na kształt rozkładu PKB na osobę pracującą. W metodologii DEA zmiany wskaźnika relatywnej efektywności uznawane są za miarę nadrobienia zaległości technologicznych dzięki dyfuzji technologii. Zatem przedstawione na rys. 6.1b rozkłady sugerują bardzo niewielki wpływ dyfuzji technologii na zmiany rozkładu PKB na osobę pracującą w badanym okresie.

Rozpatrując wykresy 6.1 c,d zauważalny jest silny wpływ postępu technologicznego i akumulacji kapitału rzeczowego na rozkład PKB na osobę pracującą. Wydaje się, że to

głównie te dwa czynniki przyczyniły się do zmiany kształtu rozkładu PKB na osobę pracującą w okresie od 1998 roku do 2001 roku. O ile w 1998 roku rozkład ten był bardziej pionowy, to już w roku 2001 jego kształt jest bardziej płaski, co jest wynikiem większego zróżnicowania poziomu PKB na osobę pracującą pomiędzy regionami w Polsce. Przyczyną takich zmian jest regionalnie zróżnicowany wpływ postępu technologicznego i akumulacji kapitału rzeczowego na wzrostu gospodarczy. Występuje grupa regionów, w których pod wpływem postępu technologicznego i akumulacji kapitału rzeczowego nastąpił relatywnie szybszy wzrost gospodarczy. Ponadto warto zauważyć, że wszystkie rozkłady są prawoskośne, przesunięte na prawo w kierunku wyższych wartości PKB na osobę pracującą. Jest to prawdopodobnie efektem silnego wpływu postępu technologicznego i akumulacji kapitału rzeczowego na procesy wzrostu gospodarczego, głównie w województwa o relatywnie wyższych wartościach PKB na osobę pracującą. W wyniku czego pomiędzy rokiem 1998 a 2001 miało miejsce nasilenie się regionalnego zróżnicowania PKB na osobę pracującą, będące efektem szybszego wzrostu gospodarczego w województwach o wyższych wartościach PKB na osobę pracującą.

Testowanie hipotezy *beta* konwergencji dla okresu 1998 - 2001

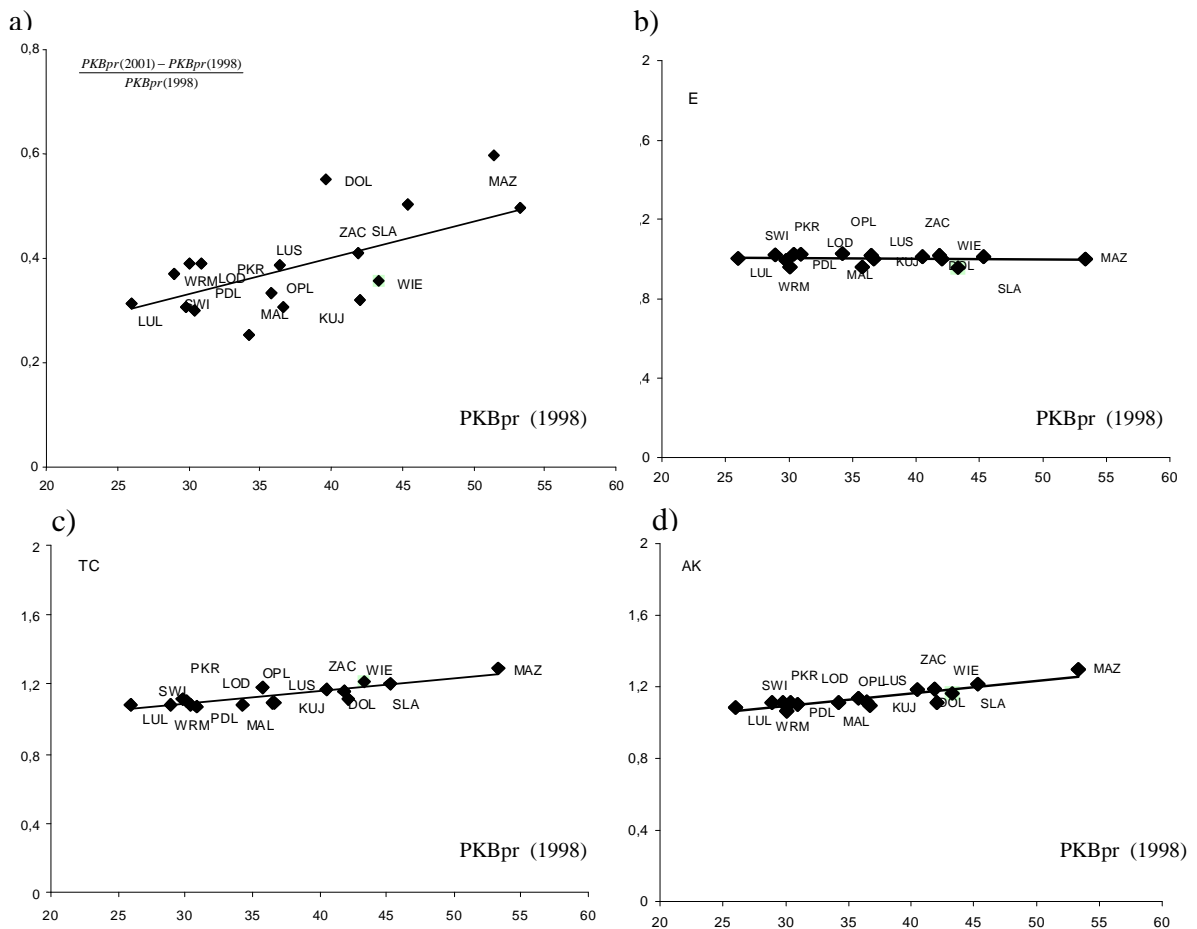
Naszym celem badawczym będzie zweryfikowanie hipotezy o *beta* konwergencji, rozumianej jako zależność pomiędzy stopą wzrostu PKB na osobę pracującą, a wartością PKB na osobę pracującą w roku 2001. Dodatkowo ocenimy wpływ każdego z czynników wzrostu gospodarczego, otrzymanych na podstawie dekompozycji wartości indeksu Malmquista, na przyrost wartości PKB na osobę pracującą.

W wyniku zrealizowania tak określonych celów badawczych uzyskamy możliwość wnioskowania o występowaniu *beta* konwergencji (dywergencji) i o jej prawdopodobnych źródłach. W badaniu posłużono się modelami regresji opisanymi warunkami (6.9)-(6.12).

Dodatnia zależność pomiędzy stopą wzrostu PKB na osobę pracującą w okresie od 1998 roku do 2001 roku, a wartością PKB na osobę pracującą w roku 1998, należy interpretować jako przejaw postępującej dywergencji PKB na osobę pracującą¹⁴⁴. Bowiem wyższym wartościom PKB na osobę pracującą w roku 1998 odpowiadają wyższe stopy wzrostu PKB na osobę pracującą w okresie 1998 – 2001. Głównymi przyczynami większego regionalnego zróżnicowania PKB na osobę pracującą był: postęp technologiczny i efekt akumulacji kapitału rzeczowego. Otrzymane wyniki potwierdzają wnioski wprowadzone na podstawie analizy rozkładów PKB na osobę pracującą dla tego okresu.

¹⁴⁴ Zob. rys. 6.2.

Rys. 6.2 Beta konwergencja PKB na osobę pracującą w latach 1998 – 2001.



Źródło: opracowanie własne.

Analizując wpływ wyróżnionych czynników wzrostu gospodarczego na zmiany wartości PKB na osobę pracującą należy zauważyć, zarówno w okresie 1998 – 2001¹⁴⁵, jak i w okresie 2001 – 2004¹⁴⁶, silny wpływ postępu technologicznego i akumulacji kapitału rzeczowego na tę kategorię ekonomiczną, przy jednoczesnym niewielkim efekcie zmian wskaźnika relatywnej efektywności. Uwzględnienie wpływu zmian relatywnej efektywności (rys. 6.2b) na rozkład PKB na osobę pracującą, skutkuje pewnym wyrównaniem rozkładu. Jest to spowodowane wzrostem liczby województw charakteryzujących się podobnymi wartościami PKB na osobę pracującą. Można zatem przypuszczać, że w badanym okresie, w odniesieniu do województw o niższych wartościach PKB na osobę pracującą miała miejsce dyfuzja technologii, której efektem było nadrobienie zaległości technologicznych. W metodologii DEA jest ona utożsamiana ze zbliżaniem się regionalnych gospodarek do granicy efektywności technologicznej, wyznaczonej przez najbardziej efektywne gospodarki w

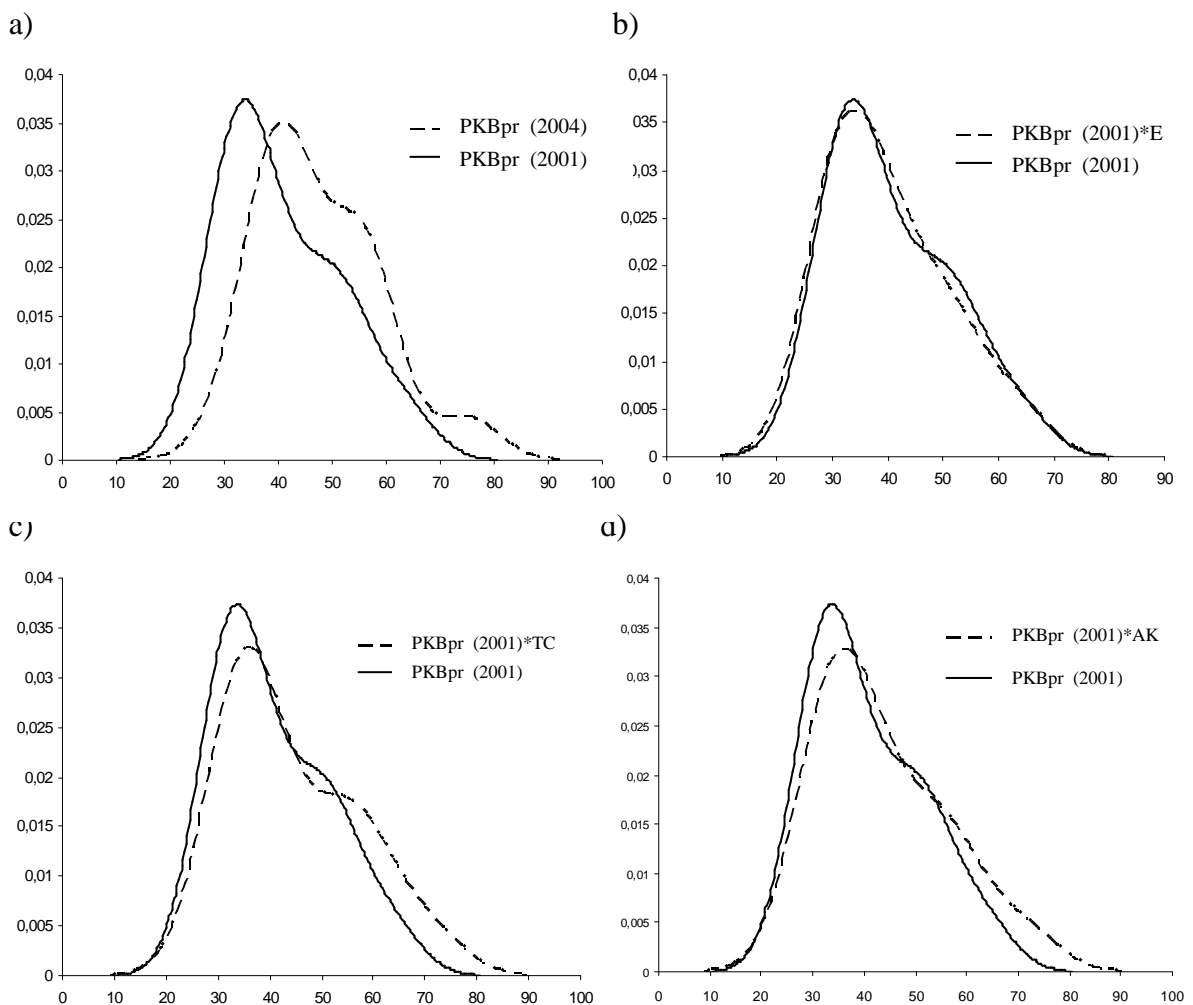
¹⁴⁵ Zob. rys. 6.2.

¹⁴⁶ Zob. rys. 6.4.

badanej grupie gospodarek. W kontekście procesów konwergencji oznaczać to będzie zmniejszenie zróżnicowania pomiędzy regionami pod względem PKB na osobę pracującą.

Przedstawione na rys. 6.3 regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą dla lat 2001 i 2004 są bardzo podobne do rozkładów z lat 1998 i 2001. Rozkład regionalnego PKB na osobę pracującą w roku 2001 jest rozkładem jednomodalnym, z zauważalną tendencją do kształtowania się drugiego wierzchołka. Jest to wynikiem nierównomiernego wzrostu wartości PKB na osobę pracującą w analizowanym okresie w poszczególnych regionach. Wokół wyższego wierzchołka rozkładu skupiona jest większość województw. Drugi niższy wierzchołek, przesunięty jest na prawo. Jest on efektem istnienia wyodrębnionej grupy województw, charakteryzujących się relatywnie wyższymi wartościami PKB na osobę pracującą, względem pozostałych województw

Rys. 6.3 Zmiany rozkładów regionalnego PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w latach 2001 – 2004.



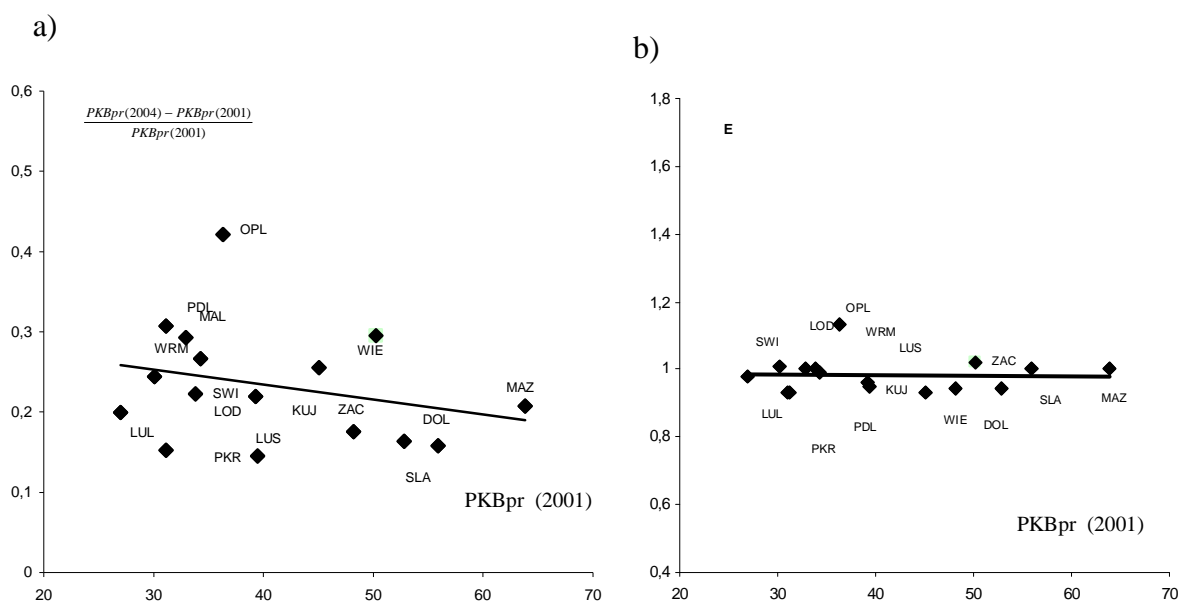
Źródło: opracowanie własne.

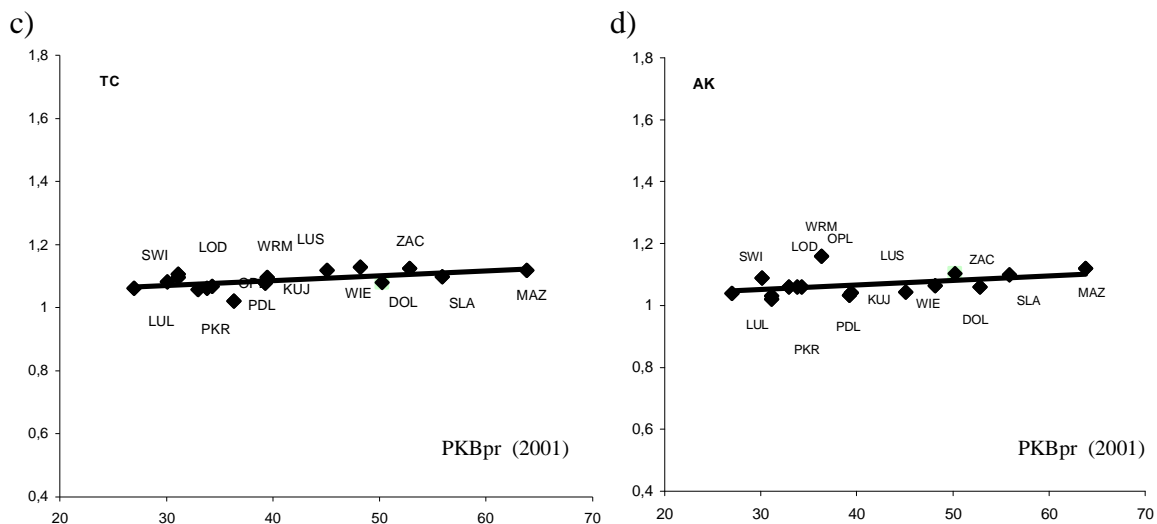
Rys. 6.3c,d przedstawia bardzo niewielkie przesunięcie rozkładu PKB na osobę pracującą na prawo w kierunku wyższych wartości PKB na osobę pracującą. W tej części rozkładu skupione są regiony charakteryzujące się wyższymi wartościami PKB na osobę pracującą i jednocześnie z relatywnie większym udziałem kapitału rzeczowego oraz nowych technologii w procesie produkcyjnym. W kontekście powyższych wniosków można przypuszczać, że w regionach tych kapitał rzeczowy znajduje także bardziej produktywnie zastosowanie, którego efektem był wyższy wzrost gospodarczy. Ogólnie w badanym okresie we wszystkich regionach zaobserwowano wzrost gospodarczy, którego głównymi źródłami był postęp technologiczny i akumulacja kapitału rzeczowego.

Testowanie hipotezy *beta* konwergencji dla okresu 2001 – 2004

Realizowanym celem badawczym jest zweryfikowanie hipotezy o *beta* konwergencji. Dla jego osiągnięcia zostaną oszacowane modele regresji, opisujące zależność pomiędzy stopą wzrostu wartości PKB na osobę pracującą w interesującym nas horyzoncie czasu, a wartością PKB na osobę pracującą w roku 2001 oraz czynnikami warunkującymi jego wzrost. W celu ułatwienia czytelnikowi zrozumienie analizowanych zależności i formułowanych wniosków, wyniki każdorazowo realizowanego badania przedstawiono na rysunku.

Rys. 6.4 *Beta* konwergencja PKB na osobę pracującą w latach 2001 – 2004.

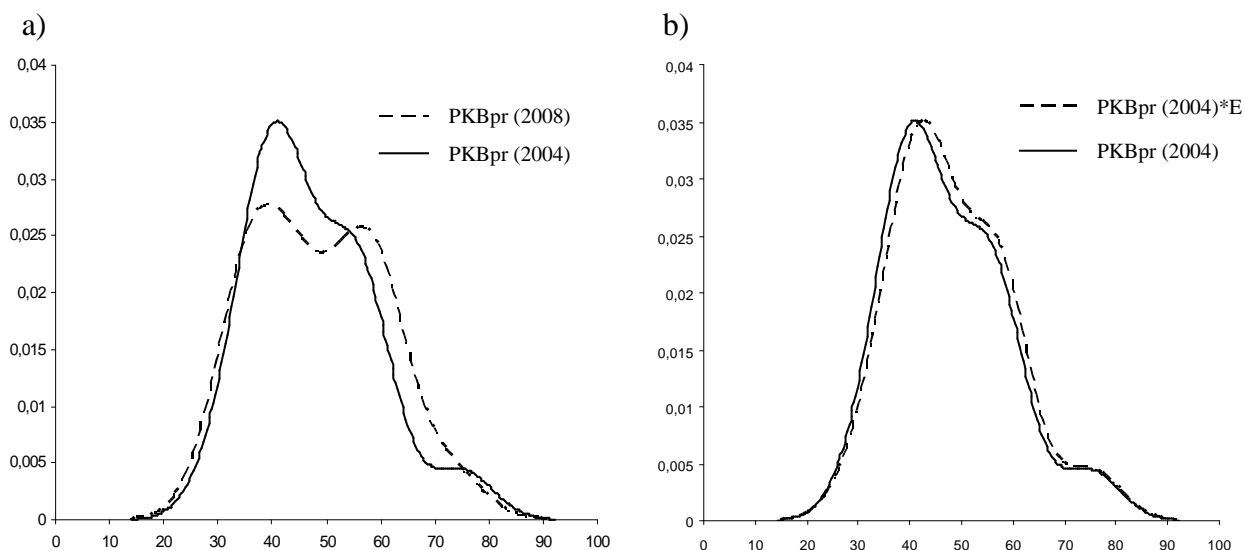


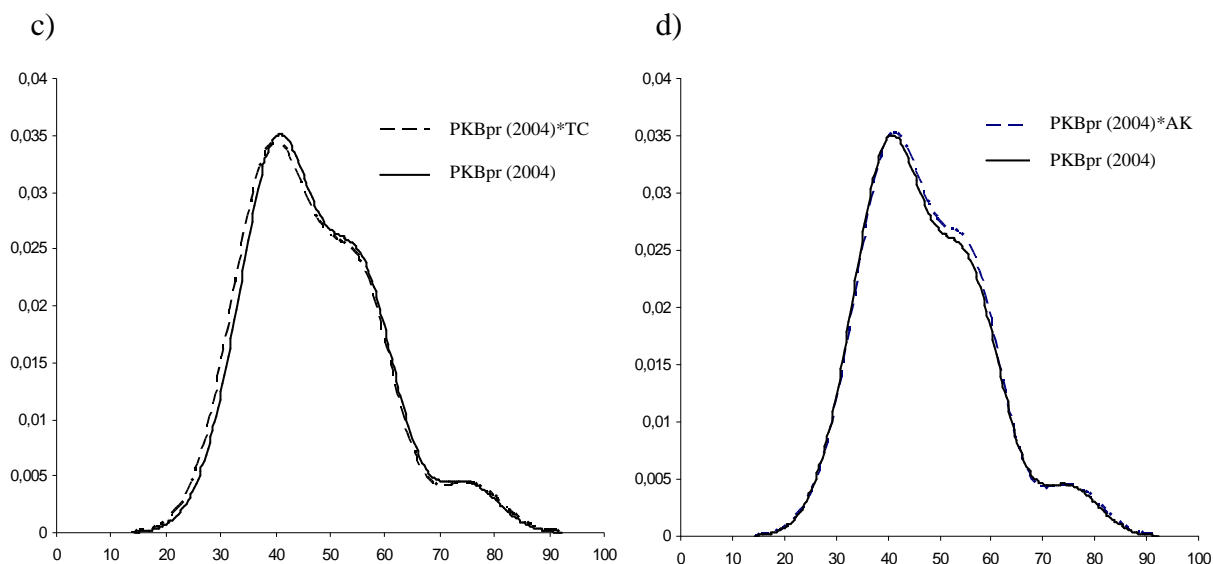


Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie ujemnej i bardzo niewielkiej zależności pomiędzy stopą wzrostu PKB na osobę pracującą (rys.6.4a), oszacowaną dla okresu 2001 – 2004, a wartością PKB na osobę pracującą w roku 2001, będziemy wnioskować o braku występowania konwergencji lub dywergencji tej zmiennej w rozpatrywanym horyzoncie czasu. Natomiast słaba dodatnia zależność pomiędzy wartością PKB na osobę pracującą w roku 2001, a efektem postępu technologicznego i akumulacji kapitału rzeczowego dla wzrostu gospodarczego oznacza niewielki wpływ omawianych czynników na wzrost gospodarczy, przy jednoczesnym małym zróżnicowanie przestrzennym. Ogólnie w okresie 2001 – 2004 miał miejsce wzrost gospodarczy, będący efektem postępu technologicznego i akumulacji kapitału rzeczowego, którego efekty były zbliżone we wszystkich województwach.

Rys. 6.5 Zmiany regionalnego rozkładu PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w latach 2004 – 2008.





Źródło: opracowanie własne.

Regionalne rozkład PKB na osobę pracującą dla roku 2004 jest rozkładem jednomodalnym, prawoskośnym z tendencją do kształtowanie się drugiego wierzchołka. W wyniku wzrostu wartości PKB na osobę pracującą we wszystkich województwach w okresie 2004 – 2008 nastąpiło przesunięcie całego rozkładu na prawo oraz powstanie drugiej wartości modalnej. Rozkład PKB na osobę pracującą dla roku 2008 jest już rozkładem bardziej płaskim i dwumodalnym, co jest efektem wzrostu zróżnicowania wartości PKB na osobę pracującą pomiędzy województwami. W okresie 2004 – 2008 nie zaobserwowano wpływu rozprzestrzeniania się technologii (mierzonego wskaźnikiem E na rys. 6.5b) na zmiany regionalnego rozkładu PKB na osobę pracującą. Natomiast miał miejsce niewielki pozytywny wpływ postępu technologicznego na wzrost gospodarczy. Wpływ ten jest zauważalny wśród województw o wyższych wartościach PKB na osobę pracującą. Analogiczna zależność występuje w odniesieniu do efektów akumulacji kapitału rzeczowego.

Podsumowując, w rozpatrywanym okresie postęp technologiczny zaobserwowano głównie w regionach o relatywnie wyższych wartościach PKB na osobę pracującą. Głównymi źródłami wzrostu PKB na osobę pracującą w interesującym nas okresie był postęp technologiczny i akumulacja kapitału rzeczowego (zob. rys. 6.5d), których wpływ na procesy wzrostu gospodarczego zaobserwowano głównie w regionach o najwyższych wartościach PKB na osobę pracującą. Innymi słowy w badanym okresie zaobserwowano wzrost gospodarczy w regionach o relatywnie wyższych wartościach PKB na osobę pracującą, którego głównymi źródłami była akumulacja kapitału rzeczowego i postęp technologiczny.

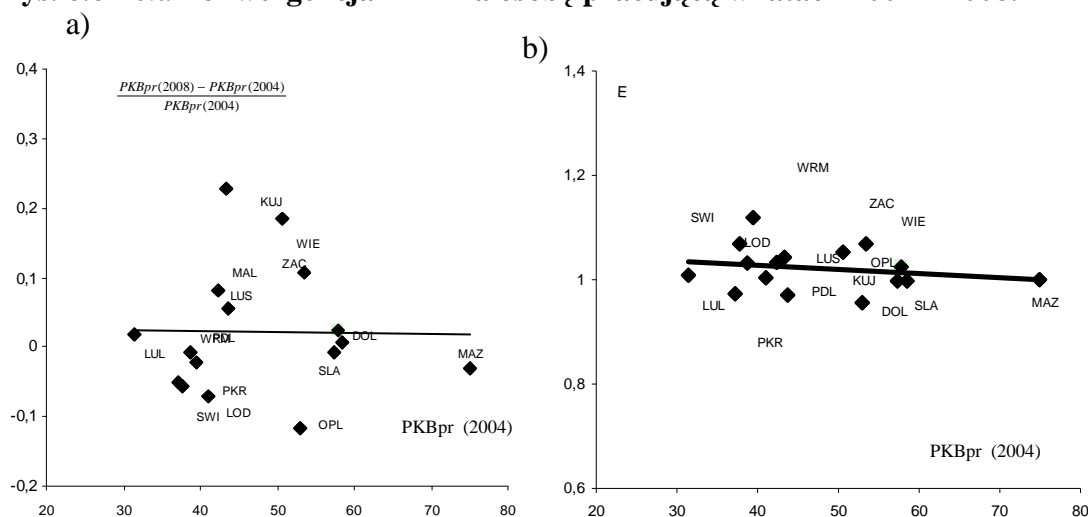
Przypuszczalnie tak bardzo zróżnicowany regionalnie wzrost gospodarczy w okresie 2004 – 2008 mógł być spowodowany akcesją Polski do UE i związanym z tym napływem środków z funduszy unijnych. Prawdopodobnie to właśnie regiony relatywnie wyżej rozwinięte, lepiej wyposażone w kapitał rzeczowy, dysponujące lepszymi technologiami oraz niezbędnymi zasobami kapitału ludzkiego, potrafiły lepiej wykorzystać nowe możliwości związane z integracją europejską.

Na podstawie analizy regionalnego rozkładu PKB na osobę pracującą dla okresu od roku 2004 do roku 2008 i głównych źródeł jego wzrostu, można uznać, że w badanym okresie województwa relatywnie bogatsze odnotowały wyższy wzrost gospodarczy, czego efektem była postępująca dywergencja regionalnego PKB na osobę pracującą w skali całego kraju. Na wykresie jest ona równoznaczna z wykształceniem się dla 2008 roku dwóch wartości modalnych, będących przejawem polaryzacji dochodu, albo początkiem powstawania klubów konwergencji PKB na osobę pracującą¹⁴⁷.

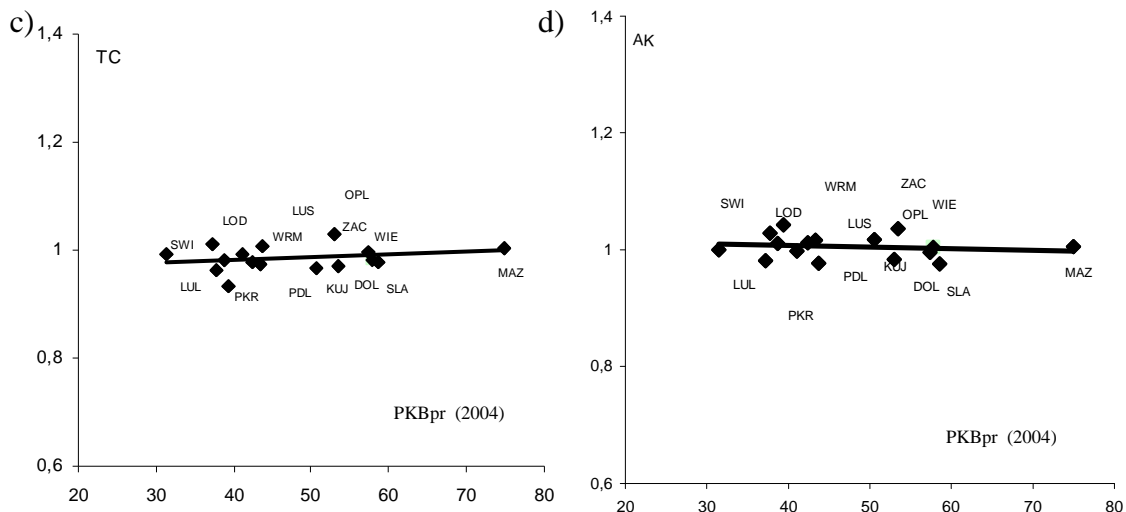
Testowanie hipotezy *beta* konwergencji dla okresu 2004 – 2008

Hipotezę *beta* konwergencji, analogicznie jak wcześniej, zweryfikujemy na podstawie oceny siły i kierunku zależności między stopą wzrostu PKB na osobę pracującą pomiędzy rokiem 2004 a 2008, a wartością PKB na osobę pracującą w roku początkowym. Następnie dokonamy oceny siły i kierunku zależności pomiędzy wartością PKB na osobę pracującą w roku 2004, a wpływem czynników warunkujących wzrost wartości PKB na osobę pracującą.

Rys. 6.6 Beta konwergencja PKB na osobę pracującą w latach 2004 – 2008.



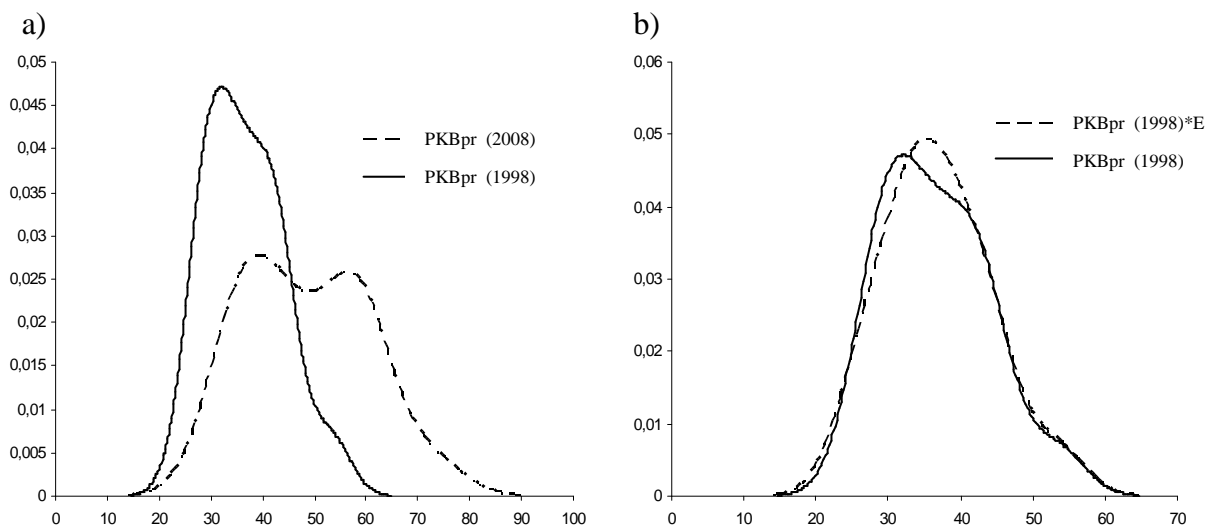
¹⁴⁷ Koncepcja zgodnie z którą kraje (regiony) o podobnych parametrach strukturalnych upodobniają się, gdy podobne są również pod względem początkowego poziomu PKB *p.c.* (na osobę pracującą). Powstają grupy krajów (regionów) – kluby, w których dochodzi do zmniejszania się różnic w poziomie dochodu *p.c.* (na osobę pracującą), co prowadzi do polaryzacji dochodu. Zob. Wójcik P. (2008).

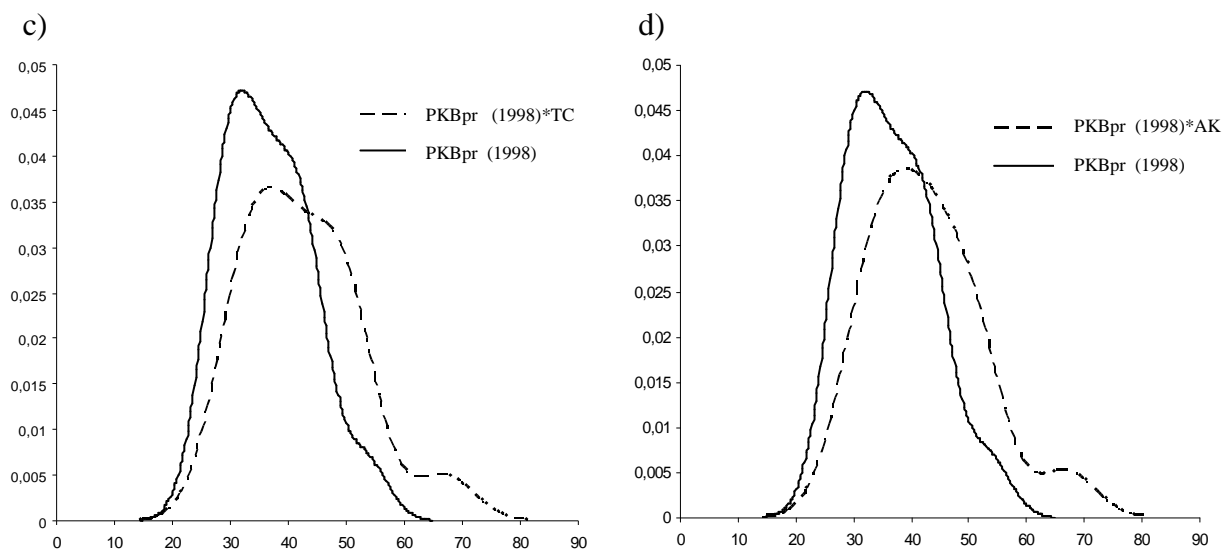


Źródło: opracowanie własne.

W okresie od roku 2004 do roku 2008 zaobserwowano bardzo słabą dodatnią zależność pomiędzy stopą wzrostu PKB na osobę pracującą, a wartością PKB na osobę pracującą w roku 2004. Oznacza to, że w omawianym okresie, województwa o wyższych wartościach PKB na osobę pracującą rozwijały się szybciej, od województw o relatywnie niższych wartościach PKB na osobę pracującą, prowadząc do większej polaryzacji dochodu. Na podstawie analizy rys.6.6c,d można przypuszczać, że główną przyczyną większego zróżnicowania dochodu był postęp technologiczny, wyższy w województwach o wyższych wartościach PKB na osobę pracującą oraz zróżnicowane przestrzennie efekty akumulacji kapitału rzeczowego dla wzrostu gospodarczego mierzonego wartością PKB na osobę pracującą.

Rys. 6.7 Zmiany regionalnego rozkładu PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w latach 1998 – 2008.





Źródło: opracowanie własne.

Na rys. 6.7 przedstawiono regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą dla lat 1998 i 2008. Rozkład dla roku 1998 charakteryzuje się mniejszym zróżnicowaniem wartości PKB na osobę pracującą. Jest on rozkładem jednomodalnym. Na podstawie jego kształtu można przypuszczać, że większość województw skupiona była wokół zbliżonych wartości PKB na osobę pracującą. Natomiast regionalny rozkład PKB na osobę pracującą dla roku 2008 jest rozkładem dwumodalnym. Na podstawie oceny jego kształtu można wyróżnić dwa skupiska województw. Pierwsze obejmuje województwa o niższych wartościach PKB na osobę pracującą, a drugie skupisko przesunięte jest na prawo i obejmuje mniejszą grupę województw o relatywnie wyższych wartościach PKB na osobę pracującą. W tej grupie województw znajduje się m.in. województwo mazowieckie. Zauważmy, że w kolejnych latach rozkład PKB na osobę pracującą stawał się coraz bardziej płaski (rys 6.7a). W całości przesuwał się na prawo, co było wynikiem wzrostu PKB na osobę pracującą we wszystkich województwach. Znacznie szybciej jednak wzrastała wartość PKB na osobę pracującą w najbogatszych regionach Polski. Bardziej płaski kształt rozkładu dla roku 2008 sugeruje większe regionalne zróżnicowanie PKB na osobę pracującą. Jednak niższy wierzchołek rozkładu przesunął się w prawo (pod wpływem silnego wzrostu gospodarczego) znacznie dalej niż wierzchołek wyższy, obejmujący województwa o relatywnie niższych wartościach PKB na osobę pracującą. Wskazuje to, że wszystkie województwa w badanym okresie otrzymały silny impuls wzrostowy, jednak najsilniej oddziaływał on w przypadku województw o wyższych wartościach PKB na osobę pracującą.

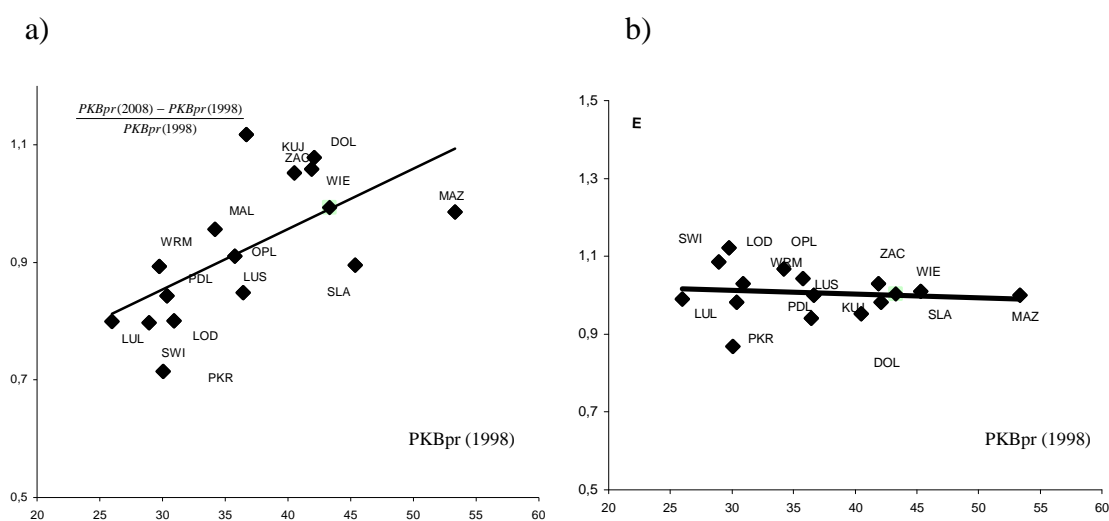
Rozpatrując wpływ poszczególnych czynników wzrostu gospodarczego na zmiany rozkładów wartości PKB na osobę pracującą w okresie od 1998r. do 2008r., obserwuje się znaczne ich zróżnicowanie regionalne. Zmiany wartości wskaźnika relatywnej efektywności (rys. 6.7b) nie spowodowały w badanym okresie zmian regionalnego zróżnicowania PKB na osobę pracującą. Zupełnie inaczej kształtują się rozkłady PKB na osobę pracującą, uwzględniające efekt postępu technologicznego i akumulacji kapitału rzeczowego. Rozkłady PKB na osobę pracującą uwzględniające efekty postępu technologicznego (rys.6.7c) i akumulacji kapitału rzeczowego (rys.6.7d), charakteryzują się bardzo podobnym kształtem. Są bardziej płaskie i przesunięte na prawo.

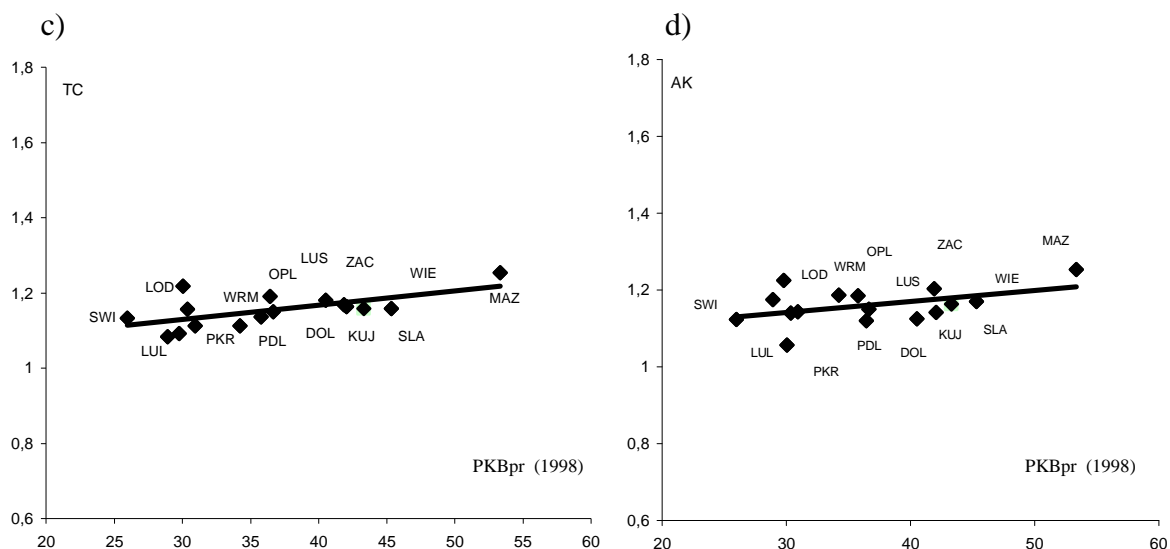
Przeprowadzona analiza rozkładów PKB na osobę pracującą i źródeł jego wzrostu pozwala stwierdzić, że w analizowanym okresie najsilniejsze impulsy dla wzrostu gospodarczego były efektem postępu technologicznego i akumulacji kapitału rzeczowego. Bardziej płaskie kształty rozkładów sugerują, że to właśnie postęp technologiczny i akumulacja kapitału rzeczowego, jakkolwiek pożądaną z punktu widzenia kreowania przez nie silnych impulsów dla wzrostu gospodarczego, były w okresie 1998 – 2008 najważniejszymi przyczynami wzrostu regionalnego zróżnicowania PKB na osobę pracującą.

Testowanie hipotezy *beta* konwergencji 1998 – 2008

Przedmiotem naszego zainteresowania będzie ocena siły i kierunku zależności pomiędzy stopą wzrostu PKB na osobę pracującą, a wartością PKB na osobę pracującą w roku początkowym oraz czynnikami warunkującymi jego wzrost.

Rys. 6.8 Beta konwergencja PKB na osobę pracującą w latach 1998 – 2008.





Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie analizy rys. 6.8 zauważamy, że dodatnia zależność pomiędzy siłą oddziaływania poszczególnych czynników wzrostu gospodarczego, a wartością PKB na osobę pracującą w roku początkowym, występuje w odniesieniu do procesów akumulacji kapitału rzeczowego i postęp technologicznego (rys 6.8 c,d). Innymi słowy wyższym wartościom PKB na osobę pracującą w momencie początkowym odpowiada wyższy udział wymienionych kategorii ekonomicznych w procesach wzrostu gospodarczego. Taka zależność oznaczać będzie dalsze pogłębianie się rozbieżności (dywergencji) PKB na osobę pracującą w badanym okresie. Jednocześnie zauważmy, że niższym początkowo wartościom PKB na osobę pracującą (osie odciętych na rys. 6.8c i 6.8d) odpowiada relatywnie niższy wpływ wzrostu akumulacji kapitału rzeczowego i postępu technologicznego w okresie 1998 – 2008 (oś rzędnych) na wzrost PKB na osobę pracującą. Regiony relatywnie bogatsze w roku 1998, rozwijały się w okresie 1998 – 2008 szybciej od pozostałych, osiągając w tym okresie wyższe stopy wzrostu. Zgodnie z kształtem zależności między zmiennymi na rysunku 6.8a można wnioskować, że zmiany relatywnej efektywności nie były w badanym okresie źródłem konwergencji (dywergencji).

Podsumowując można stwierdzić, że te czynniki, które były głównymi źródłami wzrostu gospodarczego okazały się być jednocześnie podstawowymi źródłami postępującej dywergencji PKB na osobę pracującą.

6.5. Sigma konwergencja PKB na osobę pracującą

W celu uzupełnienia analizy ewolucji regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą zostaną wyznaczone współczynniki *sigma* konwergencji dla empirycznych wartości PKB na osobę pracującą. Wartości współczynników *sigma* wyznaczmy ze wzoru:

$$(6.14) \quad \sigma_{y_t} = \sqrt{\sum_{i=1}^{16} (\ln y_{it} - \ln \bar{y}_t)^2},$$

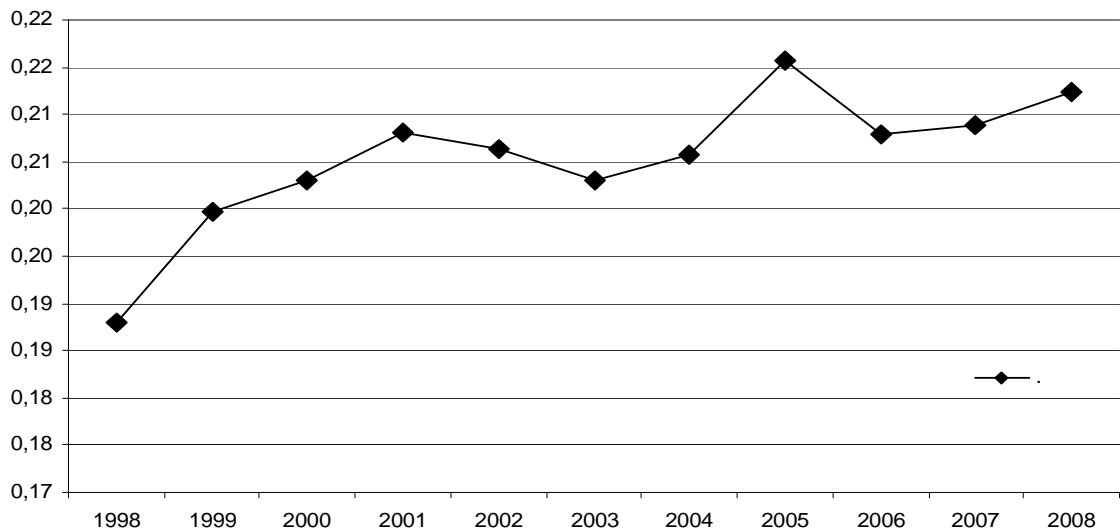
gdzie:

σ_{y_t} – dyspersja obserwowanych wartości PKB na osobę pracującą w grupie wszystkich województw w roku t ,

y_{it} – wartość PKB na osobę pracującą w i -tym województwie w Polsce w roku t ,

\bar{y}_t – średnia wartość PKB na osobę pracującą w Polsce w roku t .

Rys. 6.9 Wartości współczynników sigma konwergencji PKB na osobę pracującą w latach 1998 – 2008.



Źródło: opracowanie własne.

Pojęcie *sigma* konwergencji odnosi się do zróżnicowania PKB na osobę pracującą w badanej grupie gospodarek, mierzonego odchyleniem standardowym według równia (6.14). Jeżeli wartości tak określonego wskaźnika dyspersji maleją wraz z upływem czasu, to mówimy o występowaniu *sigma* konwergencji. W sytuacji przeciwnej w badanej grupie

gospodarek będzie występowała *sigma* dywergencja. Analizując rys. 6.9 należy dość do wniosku, że w Polsce nierówności regionalne mierzone wartością odchylenia standardowego PKB na osobę pracującą w latach 1998 – 2008 powoli, ale systematycznie rosły. W wyniku czego w latach 1998 – 2008 w polskich regionach miała miejsce *sigma* dywergencja PKB na osobę pracującą.

6.6. Podsumowanie

Zrealizowane w rozdziale cele badawcze są kontynuacją i uzupełnieniem wiedzy o nierównościach regionalnych w województwach w Polsce w latach 1998 – 2008, będącej wynikiem badań przeprowadzonych w rozdziałach 2, 4 i 5 niniejszej pracy. Dokonano w nim oceny wpływu rozpoznanych w rozdziale piątym czynników wzrostu gospodarczego na procesy konwergencji PKB na osobę pracującą w polskich regionach. Cel badawczy dotyczący procesów konwergencji PKB na osobę pracującą w polskich regionach zrealizowano w wyniku zastosowania kilku wzajemnie uzupełniających się metod. W szczególności przeprowadzono analizę zmian regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą. Następnie dla uzupełnienia zweryfikowano hipotezę o istnieniu *beta* oraz *sigma* konwergencji. Celem tak sformułowanej problematyki badawczej było zidentyfikowanie wymienionych typów konwergencji, ich skali oraz rozpoznanie źródeł konwergencji (dywergencji) regionalnego PKB na osobę pracującą.

Podstawowym wnioskiem wynikającym z analizy zmian regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą jest brak konwergencji między regionami w rozpatrywanym okresie. Ewolucja regionalnego rozkład PKB na osobę pracującą wykazywała tendencję do pogłębiania się regionalnego zróżnicowania PKB na osobę pracującą. Na podstawie analizy wpływu czynników wzrostu gospodarczego na dynamikę regionalnego rozkładu PKB na osobę pracującą można uznać, że podstawowymi źródłami postępującej międzyregionalnej dywergencji PKB na osobę pracującą w badanym okresie były zróżnicowane przestrzennie postęp technologiczny oraz akumulacja kapitału rzeczowego. Natomiast nie zaobserwowano istotnego wpływu zmian relatywnej efektywności technologii stosowanych w gospodarkach regionalnych na procesy konwergencji (dywergencji) PKB na osobę pracującą.

Przeprowadzona na podstawie modeli regresji analiza *beta* konwergencji PKB na osobę pracującą potwierdziła wyniki uzyskane na podstawie analizy regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą. Zaobserwowano bowiem dodatnią zależność pomiędzy stopą wzrostu PKB na osobę pracującą, a wartościami PKB na osobę pracującą w momencie

początkowym oraz wpływem postępu technologicznego i akumulacji kapitału rzeczowego na procesy wzrostu gospodarczego. Wyższym wartościom PKB na osobę pracującą w momencie początkowym odpowiadały wyższe efekty wymienionych czynników wzrostu gospodarczego, co sugeruje, że to właśnie postęp technologiczny i akumulacja kapitału rzeczowego były w badanym okresie głównymi źródłami postępującej *beta* dywergencji regionalnego PKB na osobę pracującą.

W celu uzupełnienia wiedzy o konwergencji (dywergencji) PKB na osobę pracującą w polskich regionach, zweryfikowano dodatkowo hipotezę o istnieniu *sigma* konwergencji. Na podstawie uzyskanych wyników odrzucono tę hipotezę, gdyż w analizowanym okresie zróżnicowanie poziomu PKB na osobę pracującą wzrasta, o czym świadczą rosnące wartości wyznaczonych miar dyspersji regionalnego PKB na osobę pracującą.

W wyniku zrealizowanych w niniejszym rozdziale celów badawczych należy wnioskować o występowaniu tendencji do polaryzacji regionalnego dochodu mierzonego wartością PKB na osobę pracującą, która prawdopodobnie nadal będzie się pogłębiać. Najszybciej w Polsce rozwijają się regiony obejmujące swoim zasięgiem duże miasta, o silnej koncentracji wykształconej siły roboczej, potrafiącej najlepiej wykorzystać osiągnięcia postępu technologicznego. Nie bez znaczenia dla wzrostu gospodarczego pozostaje wyposażenie regionu w szeroko rozumianą infrastrukturę. Na podstawie uzyskanych wyników wydaje się, że regiony relatywnie biedniejsze mogą rozwijać się korzystając z sąsiedztwa z szybciej rozwijających się regionów, jako swoistych motorów rozwoju technologii i kapitału intelektualnego.

Metody opisane w literaturze i najczęściej stosowane do identyfikacji procesów konwergencji PKB na osobę pracującą (*p.c.*) sprowadzają się do estymacji parametrów modeli wzrostu PKB na osobę pracującą (*p.c.*). W badaniach tego typu wykorzystuje się powszechnie modele wzrostu gospodarczego, a wnioskowanie o występujących zbieżnościach najczęściej dokonywane jest na podstawie estymowanych albo kalibrowanych parametrów modeli wzrostu gospodarczego. W rozdziale przedstawiono przykład zastosowania nieparametrycznej metody DEA w badaniu konwergencji PKB na osobę pracującą.

Rozdział 7

Retrospektywne i prospektywne rozkłady PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą w Polsce w ujęciu regionalnym

Wprowadzenie

Dotąd przedmiotem naszego zainteresowania były istniejące nierówności regionalne w Polsce w latach 1998 – 2008 w odniesieniu do zasobów czynników produkcji oraz efektów wzrostu gospodarczego.

W niniejszym rozdziale podejmiemy próbę wnioskowania o przyszłych nierównościach regionalnych w stosunku do PKB na osobę pracującą. Dokonamy w nim oceny skuteczności polityki spójności UE realizowanej w Polsce, w łagodzeniu tych nierówności w długim okresie. Określimy, które czynniki przyczynią się w największym stopniu do pogłębiania lub zmniejszania się nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą. Następnie przeprowadzimy analizę *beta* konwergencji PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce, w długim horyzoncie czasu. W tym celu oszacujemy modele regresji opisujące zależność między stopą wzrostu PKB na osobę pracującą, a wartością PKB na osobę pracującą w roku początkowym, i innymi czynnikami warunkującymi procesy wzrostu gospodarczego w długim okresie.

W obszarze naszych głównych zainteresowań jest znalezienie odpowiedzi na szereg pytań: jaka jest skala istniejących nierówności regionalnych w Polsce w zakresie PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą? Czy polityka spójności Unii Europejskiej realizowana w Polsce od roku 2004 sprzyjała konwergencji, czy też dywergencji PKB na osobę pracującą w poszczególnych województwach? Jaką rolę w konwergencji PKB na osobę pracującą w polskich regionach grają fundusze unijne? Czy na dynamikę procesów konwergencji PKB na osobę pracującą ma wpływ efektywność technologii stosowanych w gospodarkach regionalnych w Polsce? Jakie czynniki w największym stopniu w przyszłości będą warunkowały procesy konwergencji albo dywergencji PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce?

Znalezienie odpowiedzi na tak sformułowane pytania będzie wymagało zastosowania kilku wzajemnie uzupełniających się narzędzi analizy. Przedmiotem wnioskowania o skali istniejących nierówności regionalnych w zakresie PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą w Polsce, będzie ocena zmian w czasie rozkładów tych kategorii ekonomicznych,

przeprowadzona w ujęciu retrospektywnym (na podstawie danych statystycznych o PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą w latach 1998-2008), a następnie prospektywnym (analiza regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w neoklasycznych modelach wzrostu typu Solowa-Swana). Do analizy prospektywnej wykorzystamy dwa warianty neoklasycznych modeli wzrostu typu Solowa-Swana. Pierwszym z nich będzie tzw. model podstawowy z zerowym saldem środków Unii Europejskiej, drugim natomiast model wzrostu Solowa-Swana z niezerowym saldem środków UE. Do wyznaczenia retrospektywnych i prospektywnych rozkładów PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą zastosujemy metodę nieparametryczną estymatorów jądrowych warunkowej funkcji gęstości dla rozkładów PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą. Pomiaru i dekompozycji przewidywanego w przyszłości wzrostu gospodarczego dokonamy, stosując do tego celu nieparametryczną metodę DEA oraz indeks produktywności Malmquista.

Przedmiotem naszego zainteresowania będzie analiza stabilności regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą w kolejnych latach. Rozważymy dwa warianty. W wariacie pierwszym, założymy zerowe saldo środków Unii Europejskiej. W wariacie drugim, z niezerowym saldem środków Unii Europejskiej, rozpatrzmy dwa przypadki. Pierwszy, w którym wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi wyznaczmy przy założeniu stosowania technologii, która może ale nie musi być dla danej gospodarki regionalnej efektywna. Natomiast w drugim przypadku nasze analizy przeprowadzimy przy założeniu, że w każdej gospodarce regionalnej stosowana jest technologia efektywna w rozumieniu metody DEA.

W wyniku zrealizowania celów badawczych uzyskamy możliwość wnioskowania o wpływie efektywności technologii regionalnych gospodarek na wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi oraz na tempo zbieżności ścieżek wzrostu PKB na osobę pracującą do stabilnych stanów równowagi w modelach z dodatnim i z zerowym saldem środków UE. Następnie na podstawie składowych indeksu Malmquista określimy, które czynniki w największym stopniu przyczynią się w przyszłości do wykształcenia się różnic w poziomach PKB na osobę pracującą pomiędzy poszczególnymi regionami w Polsce.

Uzyskane wyniki posłużą nam do sformułowania wniosków na temat istniejących i przewidywanych (na podstawie neoklasycznych modeli wzrostu typu Solowa-Swana) nierówności regionalnych w Polsce w zakresie PKB na osobę pracującą. Wnioski te będą wyprowadzane na podstawie różnych scenariuszy polityki spójności prowadzonej w Polsce. W warunkach braku środków pochodzących z UE, w modelu z dodatnim saldem środków UE oraz przy założeniu pełnej efektywności technologii stosowanych w regionalnych

gospodarkach. Na tej podstawie ocenimy wpływ salda środków Unii Europejskiej na zmienność w czasie regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą, a tym samym na nierówności regionalne w Polsce w ujęciu prospektywnym.

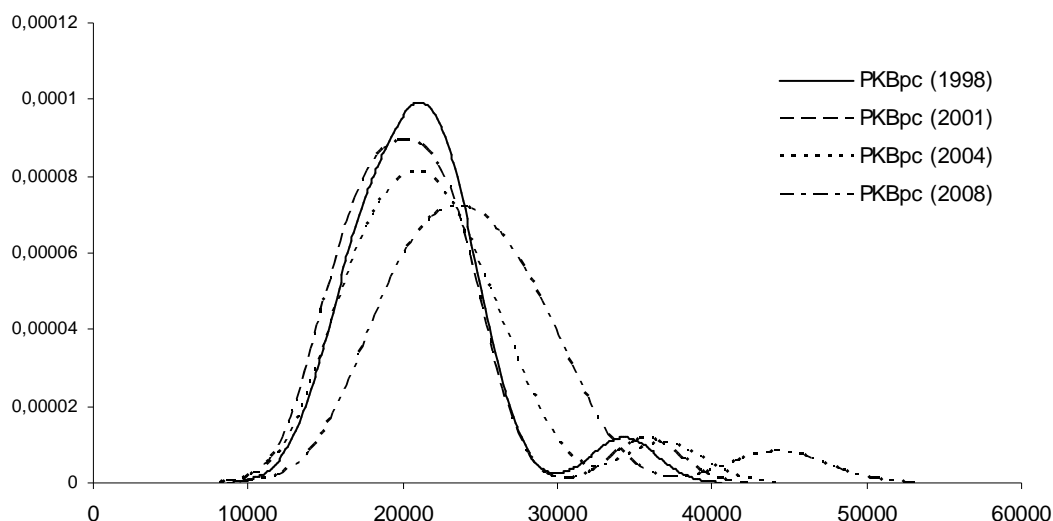
7.1 Regionalne rozkłady zasobów czynników oraz efektów wzrostu gospodarczego

Podstawowym celem rozdziału jest próba określenia skuteczności polityki spójności UE w wyrównywaniu dysproporcji międzyregionalnych w Polsce w zakresie PKB na osobę pracującą. Szczegółową analizę nierówności regionalnych dla województw na podstawie danych statystycznych o zasobach czynników produkcji (praca i kapitał rzeczowy, nakłady inwestycyjne na środki trwałe) przeprowadzono w rozdziale 2 niniejszej pracy. W tym rozdziale skupimy się na efektach wzrostu gospodarczego wyrażonych za pomocą PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą.

7.2. Regionalne rozkłady PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce w wybranych latach z okresu 1998 – 2008

W badaniu zachodzących procesów konwergencji (dywergencji) posłużono się m.in. metodą estymacji jądrowej funkcji gęstości. Polega ona na analizie rozkładu PKB na osobę pracującą (lub mieszkańca) i jego zmian w czasie¹⁴⁸.

Rys. 7.1 Rozkłady PKB *p.c.* w województwach w Polsce w wybranych latach z okresu 1998 – 2008.



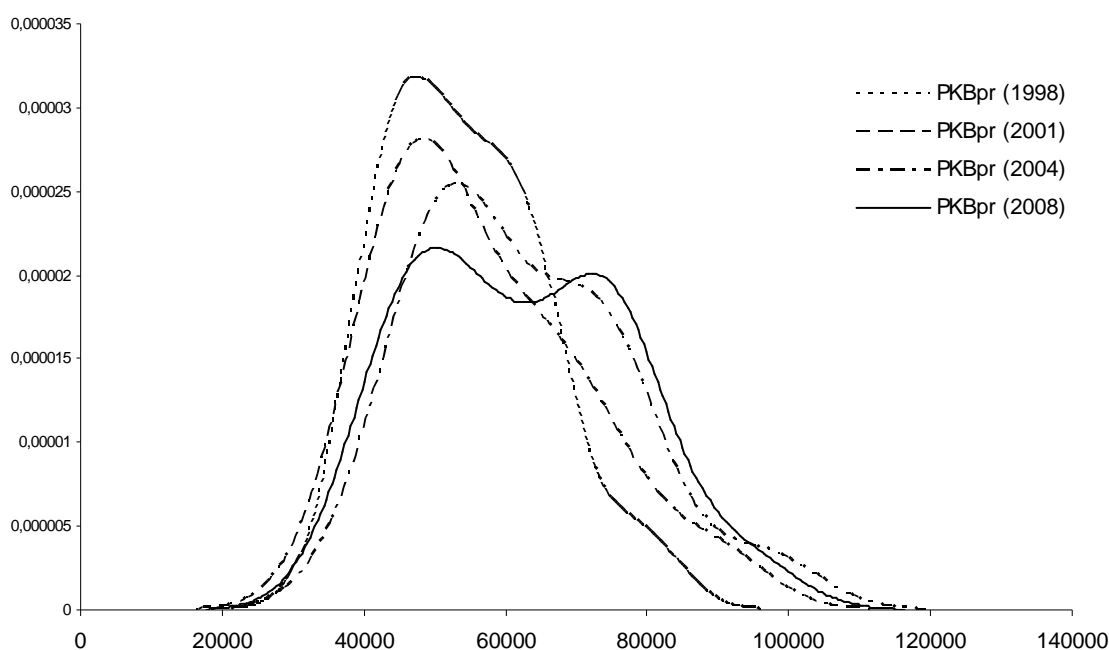
Źródło: opracowanie własne.

¹⁴⁸ Metoda została opisana w rozdziale 6. s. 185 i nast.

Na rys. 7.1. przedstawiono wykresy funkcji gęstości rozkładu PKB *p.c.* w polskich regionach w wybranych latach z okresu 1998 – 2008. Prezentacja ewolucji rozkładów w kategoriach PKB *p.c.* ma jedynie charakter uzupełniający, gdyż dalsze rozważania będziemy prowadzić tylko w kategoriach wartości PKB na osobę pracującą. Na osi odciętych odłożono wartości PKB *p.c.* w danym roku, a na osi rzędnych, wartości funkcji gęstości, będącej odpowiednikiem liczebności lub częstości regionów.

Przedstawione rozkłady PKB *p.c.* charakteryzują się dużą stabilnością w całym rozpatrywanym okresie. Są one rozkładami dwumodalnymi. W każdym z badanych lat zdecydowana większość województw skupiona jest wokół niższych wartości PKB *p.c.*, którym odpowiadają najwyższe wartości funkcji gęstości.. Z kolei niższe wierzchołki przesunięte na prawo od początku układu współrzędnych, obejmują mniej liczną grupę województw o znacznie wyższych wartościach PKB *p.c.* Na podstawie kształtu rozkładu PKB *p.c.* przedstawionego na rys. 7.1. należy wnioskować o braku konwergencji regionalnego PKB *p.c.* w Polsce w latach 1998 – 2008. Niższe i bardziej płaskie rozkłady PKB *p.c.* w kolejnych latach sugerują postępującą dywergencję PKB *p.c.* w ujęciu regionalnym.

Rys. 7.2 Rozkłady PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce w wybranych latach z okresu 1998 – 2008.



Źródło: opracowanie własne.

Przedstawione na rys. 7.2 regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą znacznie różnią się od regionalnych rozkładów PKB *p.c.* Przede wszystkim rozkłady PKB na osobę pracującą dla lat 1998 i 2001 są rozkładami jednomodalnymi i prawoskośnymi. Większa część województw charakteryzowała się wyższymi niż przeciętne wartościami PKB na osobę pracującą. Natomiast rozkłady PKB na osobę pracującą w latach 2004 i 2008 wykazują wyraźną tendencję do wykształcenia się drugiego skupiska województw o wyższych wartościach tej kategorii ekonomicznej. Na podstawie analizy ewolucji regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą można wnioskować o postępującej dywergencji pod względem PKB na osobę pracującą w województwach w latach 1998 – 2008¹⁴⁹.

7.3. Wpływ środków z funduszy unijnych na wzrost gospodarczy i procesy konwergencji w polskich regionach w świetle modeli wzrostu typu Solowa-Swana

Zasadniczym celem rozdziału jest próba wyjaśnienia kwestii dotyczącej wpływu środków unijnych wydatkowanych w ramach polityki spójności UE realizowanej w Polsce za pośrednictwem NPR i NSS¹⁵⁰ na konwergencję regionalnego PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce w długim okresie. Zrealizowanie tak sformułowanego celu badawczego wymagało określenie ram czasowych badania. Horyzont czasowy badania to okres od 1998 do 2008 roku. Ponieważ polityka spójności UE realizowana jest w Polsce od 2004 roku, więc szczególną wagę przywiązano do okresu 2004 – 2008.

W dalszej części rozdziału przedstawimy neoklasyczny model wzrostu gospodarczego z saldem środków UE, który jest uogólnieniem podstawowego modelu wzrostu typu Solowa-Swana. Omówimy przyjęty układ założeń, zdefiniujemy stacjonarne stany równowagi oraz dokonamy ich typologii. Podamy metody kalibracji parametrów rozpatrywanych modeli wzrostu i wyznaczania wartości zmiennych występujących w modelach w stacjonarnych i stabilnych stanach równowagi.

Jako metodę oceny wpływu środków unijnych na wzrost gospodarczy i konwergencję przyjęto prawdopodobny ich wpływ na procesy akumulacji kapitału rzeczowego. Analizę przeprowadzono na podstawie modeli wzrostu gospodarczego typu Solowa-Swana z saldem środków UE¹⁵¹. W modelach tych wytworzony produkt krajowy brutto (PKB) powiększony o środki pochodzące z funduszy UE, wydatkowane w ramach prowadzonej polityki spójności,

¹⁴⁹ Dwumodalność funkcji gęstości skłania do wniosku o postępującej dywergencji w zbiorze wszystkich województw oraz wykształceniu się dwóch „klubów konwergencji” PKB na osobę pracującą.

¹⁵⁰ Narodowy Plan Rozwoju na lata 2004-2006 i Narodowa Strategia Spójności na lata 2007-2013.

¹⁵¹ Kościelski T., Malaga K. (2008b).

jest przeznaczany na konsumpcję, inwestycje w kapitał rzeczowy oraz środki wpłacane przez dany region do budżetu UE¹⁵²:

$$(7.1) \quad Y_i(t) + Wp_i(t) = C_i(t) + I_{K_i}(t) + Wd_i(t),$$

gdzie:

$i = 1, \dots, 16$, $t \in [0, T) \subset R_+^1$ - czas jako zmienna ciągła, $Y_i(t)$ - PKB w i -tym województwie w chwili t , $Wp_i(t)$ - wpływy środków z budżetu UE w i -tym województwie w chwili t , $Wd_i(t)$ - wydatki wnoszone do budżetu UE przez i -te województwo w chwili t , $C_i(t)$ - zagregowana konsumpcja w i -tym województwie w chwili t , $I_{K_i}(t)$ - nakłady inwestycyjne w kapitał rzeczowy w i -tym województwie w chwili t .

Różnicę między środkami finansowymi otrzymanymi i wpłacanymi do budżetu UE nazywać będziemy saldem środków UE w i -tym województwie w chwili t :

$$(7.2) \quad Sd_i(t) = Wp_i(t) - Wd_i(t),$$

$Sd_i(t)$ - saldo środków otrzymanych i wpłacanych do budżetu UE w i -tym województwie w chwili t .

$$(7.3) \quad I_{K_i}(t) = Y_i(t) - C_i(t) + Wp_i(t) - Wd_i(t).$$

$$(7.4) \quad I_{K_i}(t) = s_{K_i}(Y_i(t) + Sd_i(t)),$$

gdzie:

$s_{K_i} \in [0, 1]$ – stopa inwestycji w kapitał rzeczowy.

Inwestycje w kapitał rzeczowy są finansowane z oszczędności oraz z funduszy unijnych:

$$(7.5) \quad I_{K_i}(t) = Y_i(t) - C_i(t) + Sd_i(t) = S_i(t) + Sd_i(t),$$

gdzie:

$$(7.6) \quad S_i(t) = Y_i(t) - C_i(t),$$

oznacza oszczędności w i -tym województwie w chwili t .

Z równania (7.5) wynika, że inwestycje w kapitał rzeczowy są sumą oszczędności i salda środków unijnych w i -tym województwie w chwili t . Zauważmy że jeżeli $Sd_i(t) > 0$, to inwestycje są równe oszczędnościom powiększonym o transfery netto z budżetu UE.

¹⁵² W rozdziale rozpatrujemy równocześnie szesnaście modeli wzrostu Solowa-Swana dla województw, które oznaczyliśmy indeksem $i = 1, \dots, 16$.

Natomiast gdy $Sd_i(t) < 0$, to oszczędności są przeznaczane na inwestycje w kapitał rzeczowy oraz na pokrycie ujemnego salda środków unijnych.

Akumulację kapitału rzeczowego opisuje równanie różniczkowe:

$$(7.7) \quad \frac{dK_i(t)}{dt} = I_{K_i}(t) - \rho K_i(t),$$

gdzie: ρ - wskaźnik deprecjacji kapitału rzeczowego¹⁵³.

Procesy produkcji w i -tym regionie w Polsce w chwili t opisywane są za pomocą neoklasycznej funkcji produkcji¹⁵⁴:

$$(7.8) \quad Y_i(t) = F_i(K_i(t), L_i(t)),$$

gdzie: $L_i(t)$ - liczba pracujących w i -tym województwie w chwili t .

Stopa wzrostu liczby pracujących¹⁵⁵ jest określona równaniem:

$$(7.9) \quad \frac{dL_i(t)}{dt} \frac{1}{L_i(t)} = \eta_i.$$

Z przyjętego układu założeń wynika następujące równanie akumulacji kapitału rzeczowego dla i -tej gospodarki w chwili t :

$$(7.10) \quad \frac{dK_i(t)}{dt} = s_{K_i} (F_i(K_i(t), L_i(t)) + Sd_i(t)) - \rho K_i(t).$$

Natomiast równanie akumulacji kapitału rzeczowego na osobę pracującą przyjmuje wówczas postać¹⁵⁶:

$$(7.11) \quad \frac{dk_i(t)}{dt} = s_{K_i} f_i(k_i(t)) + \tilde{\delta}_i(t) - (\eta_i + \rho)k_i(t),$$

¹⁵³ Ze względu na trudności z oszacowaniem współczynników deprecjacji kapitału rzeczowego, przyjmuje się arbitralnie jego wartość na poziomie 5%.

¹⁵⁴ Dwuczynnikowa funkcja produkcji $F: R_+^2 \rightarrow R_+^1$ jest neoklasyczną funkcją produkcji, jeżeli jest rosnąca, wklęsła, dodatnio jednorodna stopnia pierwszego i spełnia graniczne warunki Inady.

¹⁵⁵ Z punktu widzenia konstrukcji neoklasycznego modelu wzrostu założenie o stałych i egzogenicznych stopach wzrostu liczby ludności, liczby zatrudnionych lub liczby pracujących są identyczne. Prowadzenie analizy w kategoriach zmiennych, których wartości przeliczane są na osobę pracującą miało na celu uwzględnienie w rozważaniach malejącego, lecz utrzymującego się ciągle w Polsce i w poszczególnych województwach wysokiego poziomu bezrobocia.

¹⁵⁶ W celu wyznaczenia wartości kapitału rzeczowego na pracującego w stacjonarnym stanie równowagi przyjmujemy, że $\tilde{\delta}_i(t) = \tilde{\delta}_i$. Oznacza to, że skorygowane, regionalne saldo środków na osobę pracującą otrzymywanych (wpłacanych) z (do) budżetu Unii Europejskiej, traktujemy jako parametr rozpatrywanego modelu wzrostu. W przeciwnym przypadku w modelu nie istniałyby stacjonarne stany równowagi.

gdzie: $y_i(t) = s_{K_i} f_i(k_i(t))$ - PKB na osobę pracującą, $k_i(t) = \frac{K_i(t)}{L_i(t)}$ - zasób kapitału

rzeczowego na osobę pracującą, $\tilde{\delta}_i(t) = s_{K_i} \frac{Sd_i(t)}{L_i(t)}$ - skorygowane saldo środków UE na osobę pracującą.

Przyjmijmy szczególną postać neoklasycznej funkcji produkcji:

$$(7.12) \quad Y_i(t) = F_i(K_i(t), L_i(t)) = A_i K_i(t)^{\alpha_i} L_i(t)^{1-\alpha_i}, \quad A_i > 0, \alpha_i \in (0, 1),$$

która jest funkcją produkcji Cobb-Douglasa z postępem technicznym neutralnym w sensie Hicksa. Intensywna postać tej funkcji produkcji dla i -tego regionu w Polsce przyjmuje wtedy postać¹⁵⁷:

$$(7.13) \quad y_i(t) = A_i k_i(t)^{\alpha_i},$$

gdzie: $A_i > 0$ oznacza całkowitą produktywność czynników produkcji. Wtedy równanie

(7.11) przyjmie postać:

$$(7.14) \quad \frac{dk_i(t)}{dt} = s_{K_i} A_i k_i(t)^{\alpha_i} + \tilde{\delta}_i - (\eta_i + \rho) k_i(t).$$

Jego ilustracją geometryczną jest rys. 7.3., na którym wyróżniono wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stacjonarnych stanach równowagi w zależności od wartości parametru $\tilde{\delta}_i$, opisującego skorygowane saldo środków UE na osobę pracującą.

Widzimy, że jeżeli: $\tilde{\delta}_i > 0$, to w modelu występują pojedyncze stacjonarne stany równowagi. Jeżeli $\tilde{\delta}_i \in (\tilde{\delta}^{\min}, 0]$, to w modelu wzrostu występują dwa stacjonarne stany równowagi. Natomiast gdy $\tilde{\delta}_i = \tilde{\delta}^{\min}$, to w modelu wzrostu występuje stan bifurkacji.

Nietrudno zauważyć, że:

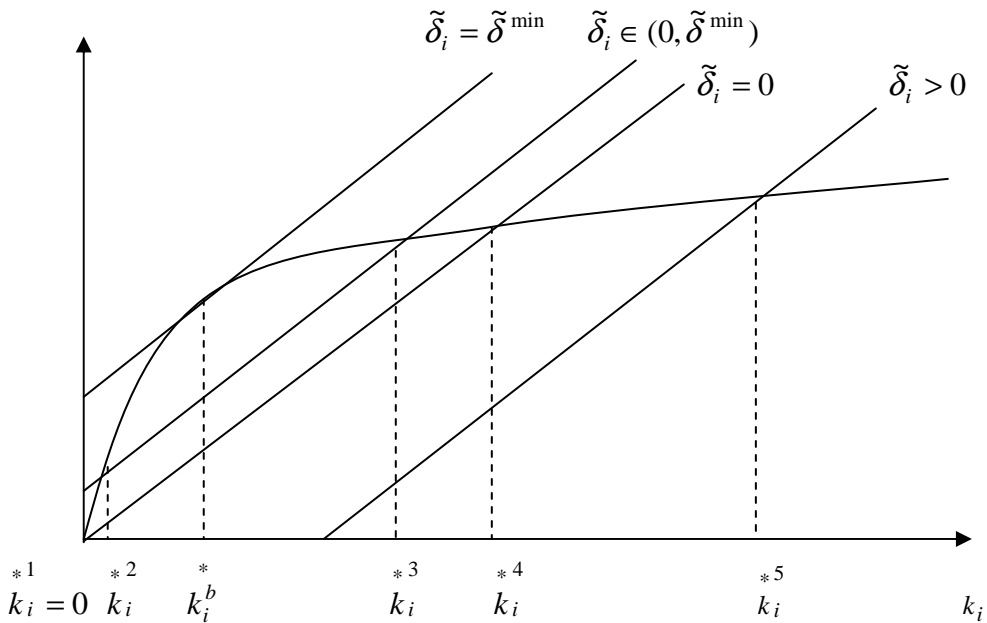
$$(7.15) \quad \frac{dk_i(t)}{dt} > 0 \text{ wtedy i tylko wtedy, gdy } s_{K_i} f_i(k_i(t)) + \tilde{\delta}_i - (\eta_i + \rho) k_i(t) > 0,$$

$$(7.16) \quad \frac{dk_i(t)}{dt} < 0 \text{ wtedy i tylko wtedy, gdy } s_{K_i} f_i(k_i(t)) + \tilde{\delta}_i - (\eta_i + \rho) k_i(t) < 0,$$

$$(7.17) \quad \frac{dk_i(t)}{dt} = 0 \text{ wtedy i tylko wtedy, gdy } s_{K_i} f_i(k_i(t)) + \tilde{\delta}_i - (\eta_i + \rho) k_i(t) = 0.$$

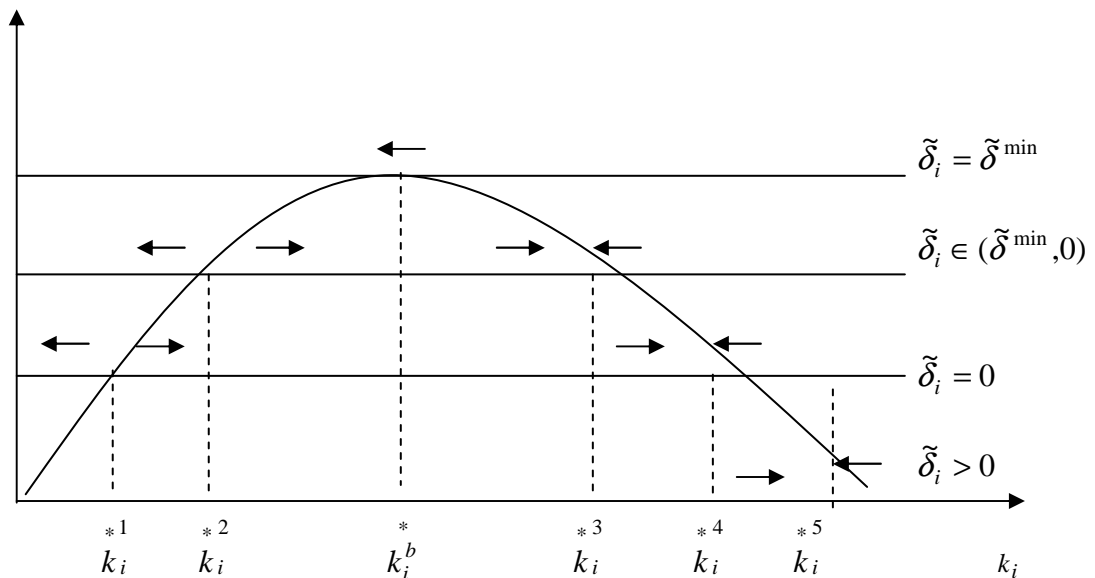
¹⁵⁷ W intensywniej postaci funkcji produkcji Cobb-Douglasa wartości wszystkich zmiennych przeliczane są na osobę pracującą.

Rys. 7.3 Wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stacjonarnych stanach równowagi w modelu wzrostu z saldem środków UE.



Źródło: Równanie (7.14).

Rys. 7.4 Diagram stacjonarnych stanów równowagi i bifurkacji w modelu wzrostu z saldem środków UE.



Źródło: Równanie (7.14).

Wynika stąd następująca typologia stacjonarnych stanów równowagi: wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą: k_i^1 , k_i^2 odpowiadają niestabilnym stanom

równowagi, natomiast wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą k_i^3 , k_i^4 i k_i^5 odpowiadają stabilnym stanom równowagi. Wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą k_i^b odpowiada stanowi bifurkacji, który nie jest ani stabilnym, ani niestabilnym stanem równowagi.

Na podstawie równania (7.14) nie można wyznaczyć analitycznie wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą k_i^j , a tym samym wartości PKB na osobę pracującą y_i^j w stacjonarnych stanach równowagi (gdzie $j = 1, \dots, 5$), poza przypadkiem¹⁵⁸, gdy $\forall i \tilde{\delta}_i = 0$,

wówczas: $k_1^* = y_1^* = 0$ oraz $k_4^* = \left(\frac{A_i s_{K_i}}{n_i + \rho} \right)^{\frac{1}{1-\alpha_i}}$, zatem $y_4^* = A_i^{\frac{1}{1-\alpha_i}} \left(\frac{s_{K_i}}{n_i + \rho} \right)^{\frac{\alpha_i}{1-\alpha_i}}$.

W pozostałych przypadkach wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą, a co zatem idzie wartości PKB na osobę pracującą w stacjonarnych stanach równowagi można wyznaczyć tylko numerycznie.

Stopy wzrostu, tempo zbieżności i okresy połowicznej konwergencji ścieżek wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą do stabilnych stanów równowagi

Przedmiotem naszego szczególnego zainteresowania, obok wyznaczenia wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą w stacjonarnych stanach równowagi, będzie pomiar tempa zbieżności ścieżek wzrostu wymienionych zmiennych do stabilnych stanów równowagi. W tym celu zdefiniujemy stopę wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą:

$$(7.18) \quad \gamma_{k_i}(t) = \frac{dk_i(t)}{dt} = s_{K_i} A_i k_i(t)^{\alpha_i-1} + \frac{\tilde{\delta}_i}{k_i(t)} - (\eta_i + \rho).$$

Rozwijając stopę wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą w szereg Taylora w otoczeniu stacjonarnego i zarazem stabilnego stanu równowagi k_i^j , $j = 3, 4, 5$ otrzymujemy wyrażenie:

¹⁵⁸ W przypadku gdy $\tilde{\delta}_i = 0$, rozpatrywany przez nas neoklasyczny model wzrostu z saldem środków UE redukuje się do podstawowego modelu wzrostu Solowa-Swana.

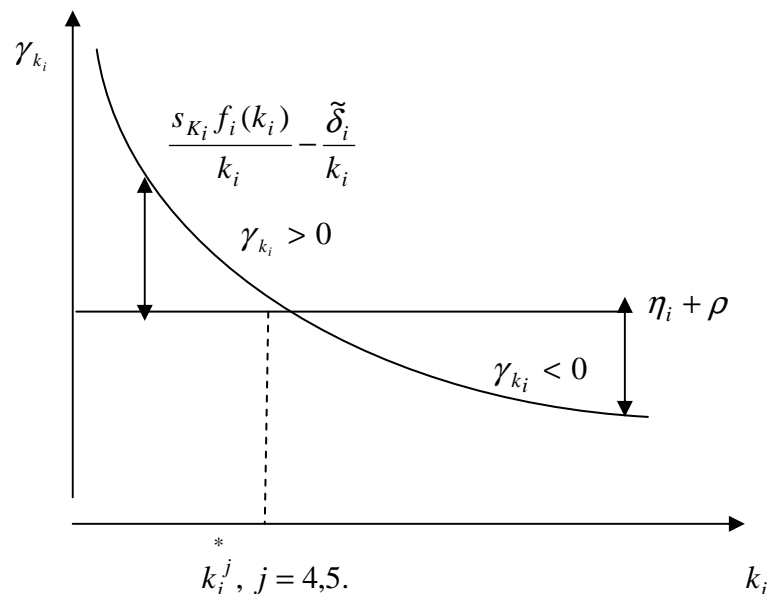
$$(7.19) \quad \gamma_{k_i}(t) \equiv - \left[(1 - \alpha_i)(\eta_i + \rho) - \alpha_i \frac{\tilde{\delta}_i}{k_i^j} \right] \left(\ln k_i(t) - \ln k_i^{*j} \right),$$

gdzie:

$$(7.20) \quad k_i^{*j} = \begin{cases} k_i^{*3} & \Leftrightarrow \tilde{\delta}_i \in (\tilde{\delta}_i^{\min}, 0), \\ k_i^{*4} & \Leftrightarrow \tilde{\delta}_i = 0, \\ k_i^{*5} & \Leftrightarrow \tilde{\delta}_i > 0, \end{cases}$$

oznaczają wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w regionie i -tym w zależności od obserwowanych wartości skorygowanego salda środków z UE na osobę pracującą. Wykresy stóp wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą w zależności od wartości współczynnika $\tilde{\delta}_i$ przedstawiono na rysunkach 7.5 i 7.6.

Rys. 7.5 Stopa wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą γ_{k_i} w neoklasycznym modelu wzrostu z saldem środków UE dla $\tilde{\delta}_i \geq 0$.



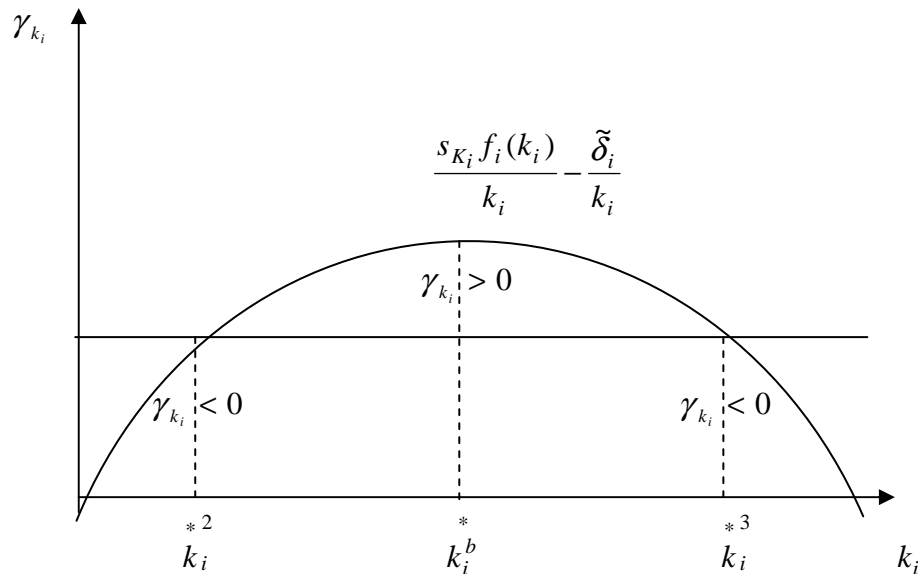
Źródło: Równanie (7.18).

Miarą tempa zbieżności ścieżki wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą lub PKB na osobę pracującą¹⁵⁹ do stabilnego stanu równowagi w regionie i -tym jest współczynnik otrzymany na podstawie równania (7.18):

¹⁵⁹ Ponieważ w przypadku funkcji produkcji Cobba-Douglasa stopa wzrostu PKB na osobę pracującą jest proporcjonalna do stopy wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą (współczynnikiem proporcjonalności

$$(7.21) \quad \beta_i^j = -\frac{\gamma_{k_i}(t)}{\ln \frac{k_i(t)}{k_i^j}} = (1 - \alpha_i)(\eta_i + \rho) + \alpha_i \frac{\tilde{\delta}_i}{k_i^j}.$$

Rys. 7.6 Stopa wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą γ_{k_i} w neoklasycznym modelu wzrostu z saldem środków UE dla $\tilde{\delta}_i \in (\tilde{\delta}_i^{\min}, 0)$.



Źródło: Równanie (7.18).

W neoklasycznym modelu wzrostu z saldem środków UE, tempo zbieżności ścieżek wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą lub PKB na osobę pracującą do stacjonarnego i stabilnego stanu równowagi w i -tym regionie jest tym wyższe, im wyższa jest stopa realnej deprecjacji kapitału rzeczowego na osobę pracującą; i tym niższe, im wyższa jest elastyczność produkcji względem kapitału rzeczowego oraz im mniejszy jest stosunek salda środków UE na osobę pracującą do wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi.

Współczynnik ten określa, o ile w przybliżeniu procent w jednostce czasu zmniejsza się odległość między wartością kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą w i -tym regionie w chwili t , a wartościami tych zmiennych w stacjonarnych i stabilnych stanach równowagi.

jest elastyczność PKB względem kapitału rzeczowego) więc wartości miar tempa zbieżności ścieżek wzrostu PKB na osobę pracującą i kapitału rzeczowego na osobę pracującą do stabilnych stanów równowagi są takie same.

Drugą miarą tempa zbieżności ścieżek wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą do stabilnych i stacjonarnych stanów równowagi jest tzw. okres ich połowicznej zbieżności do stabilnych stanów równowagi, który oblicza się ze wzoru:

$$(7.22) \quad t_i^j = \frac{\ln 2}{\beta_i^j}, \quad j = 3, 4, 5,$$

który opisuje w przybliżeniu liczbę lat koniecznych do zmniejszenia o połowę różnicy między wartością kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą w i -tym województwie w chwili t , a wartościami tych zmiennych w stabilnych stanach równowagi.

7.4 Metody kalibracji parametrów modeli wzrostu

Wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą w stabilnych i niestabilnych stanach równowagi wyznaczymy numerycznie metodą podziału dychotomicznego:

$$(7.23) \quad k_{i,n+1}^*(t) = k_{i,n}(t) - \frac{s_{K_i} A_i k_{i,n}(t)^\alpha + \tilde{\delta}_i - (\eta_i + \rho) k_{i,n}(t)}{\alpha_i s_{K_i} A_i k_{i,n}(t)^{\alpha_i - 1} - (\eta_i + \rho)},$$

gdzie: $k_{i,n+1}^*(t)$ - wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stacjonarnym stanie równowagi w regionie i -tym w chwili t , uzyskana w $n+1$ iteracji, $k_{i,n}(t)$ - wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą obliczona dla i -tego regionu w chwili t , którą uzyskano w n -tej iteracji¹⁶⁰.

W kolejnych iteracjach, począwszy od danego stanu początkowego gospodarki, należy szukać kolejnych wartości $k_{i,n}(t)$, dla których:

$$(7.24) \quad s_{K_i} A_i k_{i,n}(t)^{\alpha_i} + \tilde{\delta}_i - (\eta_i + \rho) k_{i,n}(t) = 0,$$

podstawiając za $k_{i,n}(t)$ wartości otrzymane w poprzedniej iteracji.

¹⁶⁰ Omawiając wyniki otrzymane dla województw w Polsce pominiemy wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą w niestabilnych stanach równowagi. Uczynimy tak, gdyż obserwowane wartości skorygowanego salda środków UE są we wszystkich województwach dużo większe od ich wartości minimalnych. Co upoważnia nas do wniosku, że w żadnym województwie nie ma możliwości znalezienia się w niestabilnym stanie równowagi.

Znając wartości kapitału rzeczowego w stacjonarnych (stabilnych lub niestabilnych) stanach równowagi łatwo można wyznaczyć wartości PKB na osobę pracującą w i -tym regionie w stacjonarnych (stabilnych lub niestabilnych) stanach równowagi:

$$(7.25) \quad y_i = A_i (k_i^*)^{\alpha_i}.$$

Elastyczność PKB względem kapitału rzeczowego można wyznaczyć z warunków koniecznych zadania maksymalizacji zysku:

$$(7.26) \quad \Pi_i(K_i(t), L_i(t)) = \{A_i K_i^{\alpha_i}(t) L_i^{1-\alpha_i}(t) - rK_i(t) - wL_i(t)\} \rightarrow \max,$$

gdzie: w – przeciętna płaca, r - stopa procentowa w Polsce.

Wyznaczając krańcowy zysk względem zasobu pracy i przyrównując go do zera:

$$(7.27) \quad \frac{d \Pi_i(K_i(t), L_i(t))}{dN_i(t)} = (1 - \alpha_i) A_i K_i^{\alpha_i}(t) L_i^{-\alpha_i}(t) - w = 0,$$

otrzymujemy:

$$(7.28) \quad (1 - \alpha_i) = \frac{w}{A_i K_i^{\alpha_i}(t) L_i^{-\alpha_i}(t)} = \frac{wL_i(t)}{A_i K_i^{\alpha_i}(t) L_i^{1-\alpha_i}(t)} = \frac{wL_i(t)}{Y_i(t)},$$

wartość elastyczności PKB względem pracujących, która jest równa udziałowi wynagrodzenia za pracę w PKB w i -tym regionie w Polsce i można ją wyznaczyć na podstawie dostępnych danych statystycznych.

Wartość współczynnika elastyczności PKB względem kapitału rzeczowego otrzymamy dopełniając do jedności współczynnik elastyczności produkcji względem zasobu pracy:

$$(7.29) \quad \alpha_i = 1 - \frac{wL_i(t)}{Y_i(t)}.$$

Wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą w i -tym regionie w stanach bifurkacji

W dowolnym stacjonarnym stanie równowagi spełniony jest warunek:

$$(7.30) \quad s_{K_i} A_i (k_i^*)^{\alpha_i} + \tilde{\delta}_i = (\eta_i + \rho) k_i^*,$$

W celu wyznaczenia wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą w i -tym regionie w Polsce w stanie bifurkacji, szukamy funkcji stycznej do funkcji

$s_{K_i} A_i k_i(t)^{\alpha_i}$ w punkcie (k_i^b, y_i^b) i jednocześnie równoległej do prostej

$(\eta_i + \rho) k_i(t)$. Ma ona postać:

$$(7.31) \quad s_{K_i} A_i k_i(t)^{\alpha_i} - s_{K_i} A_i k_i^{b\alpha_i} = \alpha_i s_{K_i} A_i k_i^{b\alpha_i-1} (k_i(t) - k_i^b),$$

czyli:

$$(7.32) \quad s_{K_i} A_i k_i(t)^{\alpha_i} = \alpha_i s_{K_i} A_i k_i^{b\alpha_i-1} k_i(t) - \alpha_i s_{K_i} A_i k_i^{b\alpha_i-1} k_i^b + s_{K_i} A_i k_i^{b\alpha_i}.$$

Ponieważ funkcja ma być równoległa do $(\eta_i + \rho) k_i(t)$, zatem obie mają takie same współczynniki kierunkowe i zachodzi równość:

$$(7.33) \quad \alpha_i s_{K_i} A_i k_i^{b\alpha_i-1} = (\eta_i + \rho),$$

na podstawie której otrzymujemy wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stanie bifurkacji:

$$(7.34) \quad k_i^b = \left(\frac{\alpha_i A_i s_{K_i}}{\eta_i + \rho} \right)^{\frac{1}{1-\alpha_i}},$$

a także wartość PKB na osobę pracującą w stanie bifurkacji w i -tym regionie w Polsce:

$$(7.35) \quad y_i^b = \left(\frac{\alpha_i A_i s_{K_i}}{\eta_i + \rho} \right)^{\frac{\alpha_i}{1-\alpha_i}}.$$

Minimalne wartość salda środków UE na osobę pracującą

Minimalne wartości salda środków UE na osobę pracującą i -tym regionie w Polsce wyznaczamy z równania:

$$(7.36) \quad \tilde{\delta}_i^{\min} = (\eta_i + \rho) k_i(t) - s_{K_i} f_i(k_i(t)).$$

Jak wiemy w stanie bifurkacji zachodzi równość:

$$(\eta_i + \rho) = s_{K_i} \left. \frac{df_i(k_i(t))}{dk_i} \right|_{k_i = k_i^b}. \text{ Zatem dla funkcji produkcji Cobba-Douglasa w}$$

intensywnej postaci otrzymujemy:

$$(7.37) \quad \tilde{\delta}_i^{\min} = \alpha_i s_{K_i} A_i k_i^{b \alpha_i - 1} k_i^b - s_{K_i} A_i k_i^{b \alpha_i} = -s_{K_i} A_i (1 - \alpha_i) k_i^{b \alpha_i} < 0.$$

Całkowita produktywność czynników produkcji

Wartości współczynników całkowitej produktywności czynników produkcji w poszczególnych województwach wyznaczono jako średnie dla badanych lat z układu równań:

$$(7.38) \quad A_i(t) = \frac{y_i(t)}{k_i^{\alpha_i}(t)}, t \in [0, T).$$

Stopa inwestycji w kapitał rzeczowy

Jak pamiętamy $I_{K_i}(t) = s_{K_i}(Y_i(t) + Sd_i(t))$. Tym samym stopa oszczędności jest równa stopie inwestycji w kapitał rzeczowy, a tę z kolei wyznacza prosta zależność:

$$(7.39) \quad s_{K_i} = \frac{I_{K_i}(t)}{Y_i(t) + Sd_i(t)}.$$

Współczynnik deprecjacji kapitału rzeczowego

Przyjęliśmy, że wartość współczynnika deprecjacji kapitału rzeczowego ρ jest jednakowa dla wszystkich regionów i jest równa 0,05¹⁶¹.

Stopa wzrostu ludności pracującej

Stopę wzrostu ludności pracującej oszacowaliśmy jako średnią ze stóp wzrostu liczby ludności pracującej w analizowanym horyzoncie czasu.

7.5. Produkcja faktyczna i potencjalna

Zastosowanie metody DEA pozwoli nam na włączenie do rozważań aspektu efektywności technologicznej. W miejsce empirycznych wartości PKB na pracującego wyznaczmy wartości PKB na pracującego uzyskane przy założeniu, że rozpatrywana gospodarka stosuje technologię efektywną w rozumieniu metody DEA. Wówczas wartość potencjalnego PKB na osobę pracującą w i -tym województwie wyznaczać będziemy na podstawie formuły:

$$(7.40) \quad y_i^e(t) = y_{i(t)} * e_i(t),$$

¹⁶¹ Jest to najczęściej przyjmowana w literaturze wartość wskaźnika deprecjacji kapitału rzeczowego.

gdzie:

$i = 1, \dots, 16$,

$e_i(t)$ – wartość współczynnika efektywności technologicznej i -tego województwa uzyskana w wyniku rozwiązania zadania typu DEA dla chwili t ,

$y_i(t)$ – PKB na osobę pracującą w i -tym województwie w chwili t ,

$y_i^e(t)$ – wartość PKB na osobę pracującą w i -tym województwie w chwili t , możliwa do uzyskania w wyniku zastosowania efektywnej technologii w rozumienia metody DEA. Określa ona maksymalną wartość PKB na osobę pracującą, jaką można wytworzyć przy danych zasobach czynników produkcji, stosując efektywną technologię produkcji w i -tym województwie w chwili t .

Tab. 7.1 Współczynniki efektywności technologicznej gospodarek województw w latach 1998 – 2008.

Rok	DOL	KUJ	LUL	LUS	LOD	MAL	MAZ	OPL
1998	1,033	1,000	1,294	1,106	1,124	1,173	1,000	1,355
2001	1,020	1,000	1,291	1,080	1,097	1,136	1,000	1,391
2004	1,091	1,043	1,318	1,300	1,250	1,136	1,000	1,261
2005	1,075	1,000	1,289	1,284	1,263	1,097	1,000	1,331
2006	1,033	1,000	1,309	1,287	1,249	1,075	1,000	1,335
2007	1,031	1,000	1,309	1,368	1,271	1,094	1,000	1,313
2008	1,084	1,000	1,306	1,295	1,245	1,100	1,000	1,299
Rok	PKR	PDL	POM	SLA	SWI	WRM	WIE	ZAC
1998	1,137	1,286	1,036	1,013	1,268	1,459	1,000	1,123
2001	1,182	1,250	1,091	1,000	1,248	1,455	1,000	1,096
2004	1,273	1,346	1,066	1,000	1,249	1,456	1,072	1,178
2005	1,240	1,308	1,033	1,000	1,246	1,434	1,054	1,141
2006	1,264	1,299	1,012	1,004	1,218	1,191	1,038	1,127
2007	1,314	1,289	1,022	1,001	1,166	1,208	1,036	1,127
2008	1,309	1,305	1,032	1,003	1,169	1,300	1,019	1,089

Źródło: obliczenia własne.

Do oceny efektywności regionalnych gospodarek w chwili t (analogiczne badanie przeprowadzono dla chwili $t+1$) zastosowano model ukierunkowany na wyniki¹⁶². Rozwiązanie zadania optymalizacyjnego polega na znalezieniu maksymalnej wartości mnożnika wyników e_i , będącego współczynnikiem efektywności technologii gospodarki analizowanego regionu. Wskazuje on o ile w gospodarce danego regionu należałoby zwiększyć wyniki (PKB) przy niezmiennym poziomie nakładów, aby uzyskać 100% efektywność. Określa on, ile można by produkować przy danych zasobach czynników

¹⁶² Zob. rozdz. 3., s. 83.

produkcji, gdyby dana gospodarka, charakteryzowała się maksymalną efektywnością, tzn. gdyby znajdowała się na granicy technologicznej. Współczynnik efektywności technologicznej przyjmuje wartości $e_i \geq 1$. Jeżeli współczynnik ten równy jest 1, to oznacza to, że gospodarka regionu jest efektywna technologicznie i jednocześnie znajduje się na granicy efektywności technologicznej. Jeżeli wartość współczynnika jest większa od 1, to oznacza to, że gospodarka jest nieefektywna technologicznie. Współczynniki efektywności technologicznej gospodarek województw w latach 1998 – 2008 podano w tabeli 7.1. W pełni efektywna w całym badanym okresie była gospodarka województwa mazowieckiego. Wysoką efektywnością charakteryzowały się gospodarki województw: kujawsko-pomorskiego, śląskiego i wielkopolskiego.

7.6. Wyniki badania

Przedmiotem naszego zainteresowania będą wyniki otrzymane na podstawie modeli wzrostu typu Solowa-Swana. Każdy z modeli wzrostu stosowany do opisu gospodarek regionalnych w Polsce rozpatrywać będziemy w dwóch wariantach. W pierwszym rozpatrzemy wyniki otrzymane na podstawie podstawowych modeli wzrostu gospodarczego Solowa-Swana¹⁶³. Tak otrzymane wyniki porównamy z wynikami otrzymanymi na podstawie modeli wzrostu gospodarczego Solowa-Swana z saldem środków UE. W efekcie uzyskamy możliwość wnioskowania o nierównościach regionalnych w Polsce w długim horyzoncie czasu z uwzględnieniem i z pominięciem efektów polityki spójności i konwergencji UE, realizowanej w naszym kraju. Konwergencja gospodarcza i wpływ na jej przebieg salda środków UE zostaną także opisane za pomocą miar tempa zbieżności ścieżek wzrostu PKB na osobę pracującą ze stacjonarnymi stanami równowagi, co wiąże się z pojęciem *beta* konwergencji warunkowej. Dodatkowo skonstruujemy modele wzrostu typu Solowa-Swana, w których w miejsce empirycznych wartości PKB na osobę pracującą uwzględnimy potencjalne wartości PKB na osobę pracującą, określające ile można by produkować przy danych zasobach czynników produkcji, gdyby dana gospodarka, charakteryzowała się maksymalną efektywnością, tzn. gdyby znajdowała się na granicy efektywności technologicznej. W wyniku zrealizowania tak sformowanego celu badawczego, uzyskamy możliwość oceny wpływu efektywności na procesy konwergencji PKB na osobę pracującą.

¹⁶³ Użycie nazwy modele wzrostu w liczbie mnogiej wynika stąd, że za każdym razem analizujemy wyniki uzyskane dla modeli wzrostu opisujących gospodarki 16 województw.

7.6.1. Wartości parametrów modeli wzrostu typu Solowa-Swana

W tabeli 7.2 podano wartości parametrów modeli wzrostu Solowa-Swana.

Tab. 7.2 Wartości podstawowych parametrów regionalnych modeli wzrostu dla lat 1998 – 2008¹⁶⁴.

Parametry	DOL	KUJ	LUL	LUS	LOD	MAL	MAZ	OPL	
A_i	27,97	68,91	517,74	78,71	133,86	98,80	11,73	53,44	
α_i	0,665	0,585	0,381	0,564	0,515	0,546	0,742	0,590	
$\eta_i + \rho$	0,050	0,041	0,052	0,062	0,060	0,050	0,062	0,034	
s_{K_i}	1998	0,197	0,143	0,141	0,182	0,151	0,177	0,252	0,185
	1999	0,201	0,148	0,146	0,187	0,161	0,176	0,257	0,184
	2000	0,173	0,130	0,134	0,149	0,143	0,172	0,279	0,149
	2001	0,183	0,123	0,117	0,142	0,140	0,143	0,230	0,125
	2002	0,151	0,120	0,106	0,132	0,118	0,141	0,164	0,110
	2003	0,138	0,108	0,105	0,134	0,116	0,150	0,146	0,115
	2004	0,146	0,104	0,110	0,126	0,126	0,137	0,144	0,106
	2005	0,149	0,117	0,113	0,141	0,147	0,140	0,138	0,120
	2006	0,171	0,123	0,121	0,143	0,153	0,164	0,145	0,124
	2007	0,180	0,146	0,134	0,166	0,191	0,175	0,162	0,140
2008	0,194	0,175	0,166	0,158	0,199	0,182	0,180	0,149	
Parametry	PKR	PDL	POM	SLA	SWI	WRM	WIE	ZAC	
A_i	220,28	142,56	27,99	25,97	209,50	155,56	38,68	31,18	
α_i	0,466	0,503	0,666	0,676	0,470	0,493	0,638	0,651	
$\eta_i + \rho$	0,051	0,052	0,055	0,050	0,050	0,063	0,047	0,043	
s_{K_i}	1998	0,193	0,156	0,176	0,177	0,184	0,169	0,178	0,168
	1999	0,161	0,150	0,181	0,181	0,166	0,155	0,186	0,151
	2000	0,138	0,129	0,173	0,153	0,140	0,145	0,171	0,146
	2001	0,122	0,105	0,136	0,121	0,114	0,134	0,159	0,124
	2002	0,131	0,111	0,133	0,120	0,135	0,140	0,140	0,111
	2003	0,139	0,123	0,122	0,118	0,115	0,136	0,158	0,114
	2004	0,139	0,128	0,129	0,112	0,124	0,137	0,146	0,129
	2005	0,137	0,143	0,133	0,119	0,120	0,165	0,138	0,118
	2006	0,148	0,150	0,147	0,142	0,115	0,158	0,142	0,152
	2007	0,161	0,156	0,185	0,162	0,136	0,164	0,151	0,148
2008	0,175	0,173	0,204	0,175	0,182	0,187	0,177	0,185	

Źródło: obliczenia własne.

gdzie: s_{K_i} - wartości stóp inwestycji w kapitał rzeczowy w i -tym województwie w latach 1998 – 2008, A_i - przeciętne wartości całkowitej produktywności czynników produkcji w okresie 1998-2008, α_i - elastyczność PKB względem kapitału rzeczowego w i -tym województwie, w okresie 1998-2008, $\eta_i + \rho$ - wskaźnik realnej deprecjacji kapitału rzeczowego, który jest sumą stóp wzrostu liczby pracujących η_i oraz stałego wskaźnika deprecjacji kapitału rzeczowego ρ w i -tym województwie w Polsce, w okresie 1998-2008.

¹⁶⁴ Parametry wyznaczano na podstawie wartości zmiennych wyrażonych w cenach stałych z 2004 r.

Wartości całkowitej produktywności czynników produkcji, elastyczność PKB względem kapitału rzeczowego oraz wskaźniki realnej deprecjacji kapitału rzeczowego wyznaczono jako wartości średnie z lat 1998 – 2008. Najwyższe wartości współczynników elastyczności otrzymano dla województw: mazowieckiego, zachodniopomorskiego, dolnośląskiego, pomorskiego i wielkopolskiego. Z kolei najniższe w województwach: lubelskim, podkarpackim i świętokrzyskim. Elastyczności PKB względem kapitału rzeczowego, ze względu na sposób ich kalibracji, są tym wyższe, im niższy jest udział wynagrodzenia z tytułu pracy w wartości PKB danego województwa. Stopy inwestycji w kapitał rzeczowy podano oddzielnie dla każdego roku i regionu. Wartości stóp inwestycji w latach 1998 – 2003 wykazywały tendencje spadkowe. Przez resztę rozpatrywanego okresu stopy inwestycji w kapitał rzeczowy charakteryzowały się tendencją wzrostową.

Tab. 7.3 Obserwowane i minimalne wartości skorygowanego salda środków UE na osobę pracującą w latach 2004-2008 w zł. w cenach stałych z 2004 r.

Parametry	DOL	KUJ	LUL	LUS	LOD	MAL	MAZ	OPL	
$\tilde{\delta}_i$	2004	721,3	447,8	359,4	623,4	388,5	277,8	287,1	533,9
	2005	625,1	411,2	317,6	557,7	330,6	194,1	456,4	446,9
	2006	696,3	530,3	408,6	659,8	418,6	245,2	366,5	570,5
	2007	641,3	1049,0	996,4	779,4	525,3	725,0	852,1	666,1
	2008	594,3	1013,0	965,6	779,8	451,0	657,1	709,9	597,7
$\tilde{\delta}_i^{\min}$	2004	-3806,3	-2033,8	-1454,5	-1490,3	-1605,2	-2525,0	-2564,8	-1708,5
	2005	-4058,9	-2668,2	-1520,6	-1937,0	-2223,6	-2676,0	-2180,4	-2269,0
	2006	-6085,7	-3012,6	-1681,8	-1986,6	-2389,4	-3800,6	-2639,9	-2496,8
	2007	-7127,0	-4614,3	-1996,3	-2782,1	-3783,2	-4367,0	-4061,4	-3343,1
	2008	-8841,2	-7087,5	-2811,7	-2488,8	-4141,3	-4759,9	-6133,6	-3849,1
Parametry	PKR	PDL	POM	SLA	SWI	WRM	WIE	ZAC	
$\tilde{\delta}_i$	2004	402,6	485,0	691,9	514,8	426,6	651,9	413,2	956,5
	2005	356,2	440,8	615,0	433,5	373,3	629,2	320,6	946,3
	2006	431,1	565,6	756,0	555,8	434,8	674,0	421,1	1180,4
	2007	1372,4	1611,8	995,2	546,1	1401,6	1783,1	520,4	1328,0
	2008	1278,4	1457,0	901,7	462,9	1363,4	1725,9	451,8	1214,8
$\tilde{\delta}_i^{\min}$	2004	-2223,8	-1720,1	-2206,9	-1967,2	-1810,3	-1548,1	-4177,1	-2974,4
	2005	-2173,0	-2121,2	-2437,6	-2342,5	-1705,8	-2231,8	-3543,7	-2310,0
	2006	-2506,1	-2361,8	-3295,3	-4093,1	-1551,7	-2052,5	-3897,9	-4686,8
	2007	-2929,4	-2549,0	-6491,8	-6074,9	-2135,1	-2222,6	-4578,8	-4385,1
	2008	-3437,4	-3139,8	-8684,9	-7740,6	-3714,2	-2885,6	-7139,0	-8295,8

Źródło: obliczenia własne.

Oznaczenia: $\tilde{\delta}_i$ wartość skorygowanego¹⁶⁵ salda środków z UE na osobę pracującą w *i*-tym województwie, $\tilde{\delta}_i^{\min}$ - minimalna wartość salda środków z UE na osobę pracującą w *i*-tym województwie w Polsce.

¹⁶⁵ Skorygowanie wartości salda środków UE miało na celu uwzględnienie tylko tej części salda środków, która przeznaczana jest na inwestycje w kapitał rzeczowy.

We wszystkich województwach obserwowane wartości skorygowanego salda środków UE były wyższe, od wartości minimalnych, wyznaczonych w stanach bifurkacji. Zatem w każdej gospodarce regionalnej można było wyznaczyć wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi.

7.6.2 Wartości PKB na osobę pracującą obserwowane i w stabilnych stanach równowagi w różnych wariantach modeli wzrostu typu Solowa-Swana

W tym podpunkcie przeanalizujemy wartości PKB na osobę pracującą obserwowane w latach 2004 – 2008 dla poszczególnych województw oraz w stabilnych stanach równowagi w różnych wariantach modeli wzrostu typu Solowa-Swana. Wyróżnimy wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w podstawowych modelach wzrostu Solowa-Swana z zerowym saldem. Można je traktować jako docelowe wartości PKB na osobę pracującą, które ustaliłyby się w długim horyzoncie czasu, gdyby poszczególne województwa nie korzystały ze środków UE. Następnie przedstawimy wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w modelach Solowa-Swana z dodatnim saldem środków UE. W wyniku czego możliwa będzie ocena efektów polityki spójności UE realizowanej w Polsce od roku 2004. Dodatkowo podamy potencjalne wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi, możliwe do uzyskania przy założeniu pełnej efektywności technologicznej poszczególnych województw. Dzięki czemu ocenimy wpływ efektywności technologicznej na wartości PKB na osobę pracującą w długim horyzoncie czasu w stabilnych stanach równowagi w modelu Solowa-Swana z saldem środków UE.

W tabeli 7.4 Podano bezwzględne wartości PKB na osobę pracującą obserwowane i w stabilnych stanach równowagi w różnych wariantach: wartości PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w podstawowym modelu Solowa-Swana (z zerowym saldem środków UE), wartości PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu Solowa-Swana z dodatnim saldem środków UE oraz potencjalne wartości PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu Solowa-Swana z dodatnim saldem środków UE, wyznaczone przy założeniu dla każdej z regionalnych gospodarek 100% efektywności technologicznej. Natomiast w tabeli 7.5 podano regionalne rozkłady wartości PKB na osobę pracującą w różnych relacjach. Celem tak przeprowadzonej analizy jest ocena w kategoriach względnych długookresowego wzrostu gospodarczego, efektów polityki spójności i wpływu efektywności technologicznej na wzrost gospodarczy w długim okresie.

Tabela 7.4 Wartości PKB na osobę pracującą obserwowane i w stabilnych stanach równowagi w województwach w Polsce w zł¹⁶⁶.

Województwo	Rok	$y_i(t)$	* 4 $y_i(t)$	* 5 $y_i(t)$	* * 5 $y_i(t) = e_i(t) y_i(t)$
DOL	2004	75 188	175 180	184 626	186 151
	2005	72 522	182 833	190 901	198 707
	2006	73 011	239 382	247 293	283 334
	2007	77 473	265 908	272 854	316 461
	2008	72 932	306 912	312 930	330 147
KUJ	2004	58 444	100 225	106 007	102 056
	2005	59 344	117 492	122 301	124 438
	2006	64 716	126 143	132 013	134 457
	2007	68 309	161 904	171 533	175 043
	2008	68 108	208 145	216 065	220 990
LUL	2004	40 953	38 651	40 539	52 681
	2005	39 019	39 312	40 950	54 868
	2006	41 781	40 851	42 815	58 555
	2007	42 603	43 610	47 683	70 661
	2008	41 015	49 693	52 993	86 040
LUS	2004	57 881	56 885	62 752	66 455
	2005	55 768	65 956	70 755	78 959
	2006	55 778	66 902	72 471	81 429
	2007	57 694	80 906	86 643	94 267
	2008	59 090	75 975	81 962	95 179
LOD	2004	52 561	53 189	56 290	61 477
	2005	51 911	62 908	65 208	73 579
	2006	54 351	65 283	68 078	79 165
	2007	53 412	82 715	85 545	104 985
	2008	48 817	86 660	89 001	113 756
MAL	2004	55 426	84 431	86 820	101 348
	2005	54 535	87 154	88 794	109 491
	2006	56 541	105 567	107 336	141 734
	2007	62 145	113 891	118 694	155 418
	2008	58 702	119 379	123 591	162 151
MAZ	2004	96 520	163 132	168 748	171 734
	2005	100 522	144 609	153 748	156 036
	2006	100 304	166 664	173 742	176 924
	2007	102 297	229 465	243 999	250 492
	2008	92 913	311 611	322 694	333 875
OPL	2004	67 786	83 624	90 380	175 148
	2005	60 405	98 859	104 009	197 430
	2006	61 281	104 598	110 879	216 157
	2007	66 513	124 251	130 795	291 539
	2008	59 981	135 022	140 615	337 138
PKR	2004	48 185	58 358	60 778	81 292
	2005	47 213	57 733	59 910	82 252
	2006	47 749	61 699	64 135	89 163
	2007	48 403	66 351	73 057	103 221
	2008	45 203	71 482	77 328	113 090

¹⁶⁶ Wartości PKB na osobę pracującą podano w cenach stałych z roku 2004.

Tab.7.4 – cd.

Województwo	Rok	$y_i(t)$	* 4 $y_i(t)$	* 5 $y_i(t)$	* * 5 $y_i(t) = e_i(t) y_i(t)$
PDL	2004	51 632	53 974	57 556	76 689
	2005	50 416	59 973	62 953	91 659
	2006	54 293	63 304	66 903	101 560
	2007	54 981	65 779	74 944	119 897
	2008	49 119	73 048	80 746	133 135
POM	2004	76 151	115 245	125 292	132 451
	2005	75 817	123 131	131 867	149 317
	2006	80 278	150 494	160 246	193 279
	2007	80 405	236 344	246 730	305 995
	2008	75 747	286 873	295 497	366 891
SLA	2004	78 866	122 445	131 521	138 754
	2005	74 093	137 778	145 105	154 308
	2006	75 728	200 884	208 799	225 922
	2007	78 966	262 309	269 215	299 102
	2008	75 370	308 968	314 413	352 250
SWI	2004	50 148	53 616	56 490	74 880
	2005	46 187	52 139	54 744	71 682
	2006	46 749	49 871	53 020	70 073
	2007	47 809	57 937	65 911	100 342
	2008	45 605	75 145	81 251	139 003
WRM	2004	48 446	44 404	48 628	60 846
	2005	46 512	53 173	56 656	80 365
	2006	55 170	51 023	54 879	100 371
	2007	55 637	53 065	62 063	116 110
	2008	49 431	60 350	68 244	125 277
WIE	2004	69 791	174 186	179 057	175 263
	2005	68 940	156 846	160 864	161 621
	2006	71 569	166 669	171 749	177 668
	2007	76 138	184 690	190 606	198 334
	2008	76 726	245 150	249 570	270 219
ZAC	2004	69 487	146 801	159 736	188 060
	2005	69 613	124 526	138 288	168 722
	2006	74 107	197 367	211 164	286 633
	2007	79 080	189 003	204 739	275 981
	2008	75 625	286 221	298 097	468 680

Źródło: opracowanie własne.

Oznaczenia: $y_i(t)$ - obserwowana wartość PKB na osobę pracującą w i -tym województwie w roku t , $y_i(t)$ - wartość PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu wzrostu z zerowym saldem środków UE w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t , $y_i(t)$ - wartość PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu wzrostu z niezerowym saldem środków UE w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t , $y_i(t) = e_i(t) y_i(t)$ - wartość PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu wzrostu z niezerowym saldem środków UE i pełną efektywnością techniczną w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t

W tabeli 7.4 zestawiono dane statystyczne o obserwowanych wartościach PKB na osobę pracującą i wartościach PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w różnych wariantach modeli wzrostu typu Solowa-Swana. W wariacie dla podstawowego modelu Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE warto zauważyć, że od roku 2004 wraz z przystąpieniem Polski do UE we wszystkich województwach, w całym rozpatrywanym horyzoncie czasu, miał miejsce stały wzrost obserwowanych wartości PKB na osobę pracującą oraz wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi. Do grupy województw o najwyższych obserwowanych wartościach PKB na osobę pracującą należy zaliczyć: mazowieckie, śląskie, pomorskie, dolnośląskie, wielkopolskie i zachodniopomorskie. Natomiast w długim horyzoncie czasu w stabilnych stanach równowagi w modelu Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE do grupy najzamożniejszych województw zaliczymy: mazowieckie, dolnośląskie, wielkopolskie, śląskie i zachodniopomorskie. Z kolei województwami o najniższych wartościach PKB na osobę pracującą w długim horyzoncie czasu w stabilnych stanach równowagi są województwa: lubelskie, warmińsko-mazurskie, łódzkie, podlaskie i świętokrzyskie.

Uwzględnienie w modelu Solowa-Swana salda środków UE skutkuje wzrostem wartości PKB na osobę pracującą we wszystkich województwach w całym rozpatrywanym horyzoncie czasu. O ile można wnioskować o dodatnim wpływie polityki spójności UE na wzrost gospodarczy w długim horyzoncie czasu, to już trudniej mówić o istotnym wpływie tej polityki na wyrównywanie się wartości PKB na osobę pracującą.

Nie bez znaczenia dla wzrostu gospodarczego w długim okresie pozostaje efektywność technologiczna. Wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi, otrzymane przy założeniu pełnej efektywności technologicznej charakteryzują się wyższymi poziomami od wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w podstawowym modelu wzrostu Solowa-Swana. Efekt ten jest zauważalny przede wszystkim w województwach o relatywnie niższych obserwowanych wartościach PKB na osobę pracującą.

Przeprowadzone badania wykazały, że także efektywność technologiczna jest ważnym czynnikiem wzrostu gospodarczego w długim okresie, szczególnie w odniesieniu do gospodarek relatywnie biedniejszych, dla których czynnik ten może być istotnym źródłem wzrostu gospodarczego. Warto podkreślić, że analizach empirycznych prowadzonych na podstawie modeli wzrostu gospodarczego, kontekst efektywności technologicznej jest na ogół traktowany dość marginalnie.

Tabela 7.5 Relacje między wartościami PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi i obserwowanymi w województwach w Polsce.

Województwo	Rok	* 4 $y_i(t)/y_i(t)$	* 5 $y_i(t)/y_i(t)$	* $y_i(t)/y_i(t)$	* 5 * 4 $y_i(t)/y_i(t)$	* * 4 $y_i(t)/y_i(t)$
DOL	2004	2,33	2,46	2,48	1,05	1,06
	2005	2,52	2,63	2,74	1,04	1,09
	2006	3,28	3,39	3,88	1,03	1,18
	2007	3,43	3,52	4,08	1,03	1,19
	2008	4,21	4,29	4,53	1,02	1,08
KUJ	2004	1,71	1,81	1,75	1,06	1,02
	2005	1,98	2,06	2,10	1,04	1,06
	2006	1,95	2,04	2,08	1,05	1,07
	2007	2,37	2,51	2,56	1,06	1,08
	2008	3,06	3,17	3,24	1,04	1,06
LUL	2004	0,94	0,99	1,29	1,05	1,36
	2005	1,01	1,05	1,41	1,04	1,40
	2006	0,98	1,02	1,40	1,05	1,43
	2007	1,02	1,12	1,66	1,09	1,62
	2008	1,21	1,29	2,10	1,07	1,73
LUS	2004	0,98	1,08	1,15	1,10	1,17
	2005	1,18	1,27	1,42	1,07	1,20
	2006	1,20	1,30	1,46	1,08	1,22
	2007	1,40	1,50	1,63	1,07	1,17
	2008	1,29	1,39	1,61	1,08	1,25
LOD	2004	1,01	1,07	1,17	1,06	1,16
	2005	1,21	1,26	1,42	1,04	1,17
	2006	1,20	1,25	1,46	1,04	1,21
	2007	1,55	1,60	1,97	1,03	1,27
	2008	1,78	1,82	2,33	1,03	1,31
MAL	2004	1,52	1,57	1,83	1,03	1,20
	2005	1,60	1,63	2,01	1,02	1,26
	2006	1,87	1,90	2,51	1,02	1,34
	2007	1,83	1,91	2,50	1,04	1,36
	2008	2,03	2,11	2,76	1,04	1,36
MAZ	2004	1,69	1,75	1,78	1,03	1,05
	2005	1,44	1,53	1,55	1,06	1,08
	2006	1,66	1,73	1,76	1,04	1,06
	2007	2,24	2,39	2,45	1,06	1,09
	2008	3,35	3,47	3,59	1,04	1,07
OPL	2004	1,23	1,33	2,58	1,08	2,09
	2005	1,64	1,72	3,27	1,05	2,00
	2006	1,71	1,81	3,53	1,06	2,07
	2007	1,87	1,97	4,38	1,05	2,35
	2008	2,25	2,34	5,62	1,04	2,50
PKR	2004	1,21	1,26	1,69	1,04	1,39
	2005	1,22	1,27	1,74	1,04	1,42
	2006	1,29	1,34	1,87	1,04	1,45
	2007	1,37	1,51	2,13	1,10	1,56
	2008	1,58	1,71	2,50	1,08	1,58

Tab. 7.5 – cd.

Województwo	Rok	* 4 $y_i(t)/y_i(t)$	* 5 $y_i(t)/y_i(t)$	* $y_i(t)/y_i(t)$	* 5 * 4 $y_i(t)/y_i(t)$	* * 4 $y_i(t)/y_i(t)$
PDL	2004	1,05	1,11	1,49	1,07	1,42
	2005	1,19	1,25	1,82	1,05	1,53
	2006	1,17	1,23	1,87	1,06	1,60
	2007	1,20	1,36	2,18	1,14	1,82
	2008	1,49	1,64	2,71	1,11	1,82
POM	2004	1,51	1,65	1,74	1,09	1,15
	2005	1,62	1,74	1,97	1,07	1,21
	2006	1,87	2,00	2,41	1,06	1,28
	2007	2,94	3,07	3,81	1,04	1,29
	2008	3,79	3,90	4,84	1,03	1,28
SLA	2004	1,55	1,67	1,76	1,07	1,13
	2005	1,86	1,96	2,08	1,05	1,12
	2006	2,65	2,76	2,98	1,04	1,12
	2007	3,32	3,41	3,79	1,03	1,14
	2008	4,10	4,17	4,67	1,02	1,14
SWI	2004	1,07	1,13	1,49	1,05	1,40
	2005	1,13	1,19	1,55	1,05	1,37
	2006	1,07	1,13	1,50	1,06	1,41
	2007	1,21	1,38	2,10	1,14	1,73
	2008	1,65	1,78	3,05	1,08	1,85
WRM	2004	0,92	1,00	1,26	1,10	1,37
	2005	1,14	1,22	1,73	1,07	1,51
	2006	0,92	0,99	1,82	1,08	1,97
	2007	0,95	1,12	2,09	1,17	2,19
	2008	1,22	1,38	2,53	1,13	2,08
WIE	2004	2,50	2,57	2,51	1,03	1,01
	2005	2,28	2,33	2,34	1,03	1,03
	2006	2,33	2,40	2,48	1,03	1,07
	2007	2,43	2,50	2,60	1,03	1,07
	2008	3,20	3,25	3,52	1,02	1,10
ZAC	2004	2,11	2,30	2,71	1,09	1,28
	2005	1,79	1,99	2,42	1,11	1,35
	2006	2,66	2,85	3,87	1,07	1,45
	2007	2,39	2,59	3,49	1,08	1,46
	2008	3,78	3,94	6,20	1,04	1,64

Źródło: opracowanie własne.

Oznaczenia: $y_i(t)$ - obserwowana wartość PKB na osobę pracującą w i -tym województwie w roku t , $y_i(t)$ - wartość PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu wzrostu z zerowym saldem środków UE w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t , $y_i(t)$ - wartość PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu wzrostu z niezerowym saldem środków UE w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t , $y_i(t) = e_i(t) y_i(t)$ - wartość PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu wzrostu z niezerowym saldem środków UE i pełną efektywnością techniczną w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t .

W tabeli 7.5 podano regionalne rozkłady wartości PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce w stabilnych stanach równowagi dla modelu Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE, następnie dla modelu z dodatnim saldem środków UE i dla modelu z dodatnim saldem środków UE i przy założeniu efektywności technologicznej.

We wszystkich województwach (za wyjątkiem lubelskiego, lubuskiego i warmińsko-mazurskiego) poziom PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi jest większy od poziomu PKB na osobę pracującą w latach 2004 – 2008. Największy relatywny wzrost wartości PKB na osobę pracującą w długim horyzoncie czasu przewidywany jest dla województwa dolnośląskiego, wielkopolskiego, zachodnio-pomorskiego, mazowieckiego i śląskiego. Z kolei najmniejszy w województwach warmińsko-mazurskim i lubelskim.

Przeprowadzone symulacje prowadzą do podstawowego wniosku o dalszej dywergencji pod względem wartości PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce w długim okresie. Wyniki te zostały uzyskane na podstawie modeli wzrostu gospodarczego typu Solowa-Swana, które traktują każdą w regionalnych gospodarek jako oddzielną, zamkniętą gospodarkę, rozwijającą się przy wykorzystaniu własnych zasobów. W wyniku czego największe szanse rozwojowe stoją przed regionami lepiej wyposażonymi w zasoby czynników wzrostu gospodarczego, natomiast województwa biedniejsze: warmińsko-mazurskie, świętokrzyskie, podlaskie, podkarpackie, lubelskie, lubuskie, łódzkie są niejako skazane na stagnację. Świadczy o tym zbliżony poziom PKB na osobę pracującą obserwowany w latach 2004 – 2008 i w stabilnych stanach równowagi.

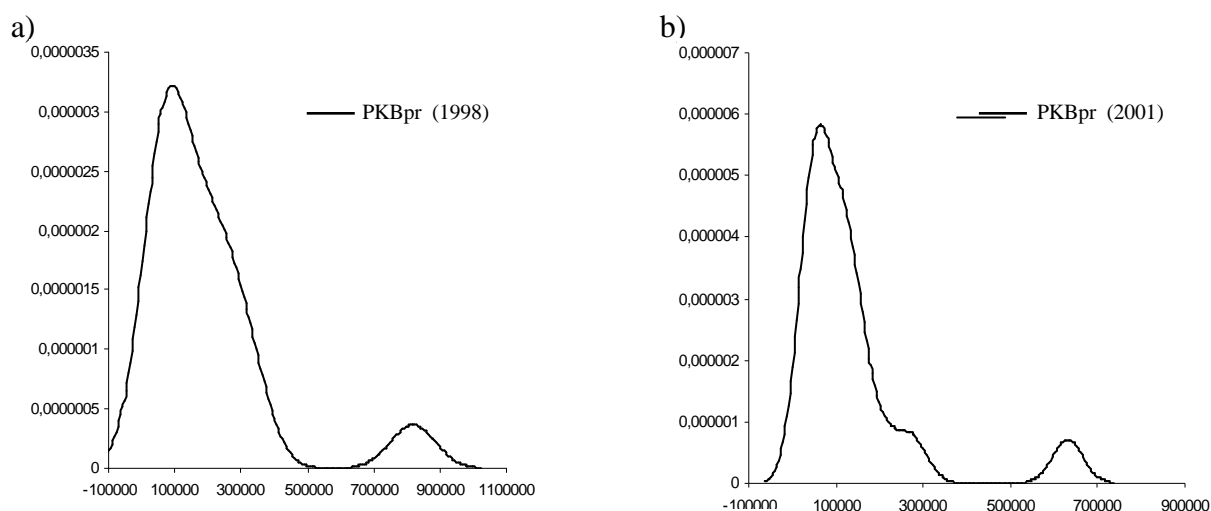
Uwzględnienie w modelu Solowa-Swana salda środków UE skutkuje wzrostem wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi względem wartości PKB na osobę w stabilnych stanach równowagi w modelu Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE. Można zatem wnioskować o pozytywnym wpływie polityki spójności UE na procesy wzrostu gospodarczego w długim okresie. Niemniej jednak regionalne zróżnicowanie efektów wzrostu gospodarczego w stabilnych stanach równowagi w Polsce jest bardzo duże i względnie stabilne, zarówno dla modelu z zerowym, jak i dodatnim saldem środków UE.

Przyjęcie założenia pełnej efektywności technologicznej dla wszystkich województw skutkuje względnie dużym wzrostem PKB na osobę pracującą w województwach biedniejszych m.in.: warmińsko-mazurskim, świętokrzyskim, podlaskim, opolskim, łódzkim, lubuskim i lubelskim. Na tej podstawie należy uznać, że nie bez znaczenia dla wzrostu gospodarczego w województwach uznawanych za najbiedniejsze pozostaje aspekt efektywności technologicznej ich gospodarek.

7.6.3. Regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą – obserwowane i w stabilnych stanach równowagi w zł. w cenach stałych z 2004 r.¹⁶⁷

Na rys. 7.7 i 7.8 przedstawiono regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą w latach 1998 i 2001 w stabilnych stanach równowagi dla województw. Wartości PKB na osobę pracującą wyznaczono na podstawie podstawowego modelu wzrostu Solowa-Swana.

Rys. 7.7 Regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi dla lat 1998 i 2001¹⁶⁸.



Źródło: opracowanie własne.

Na rys. 7.7 przedstawiono regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą w wybranych latach 1998 – 2001 w stabilnych stanach równowagi dla województw w Polsce. Wartości PKB na osobę pracującą wyznaczono na podstawie podstawowych modeli wzrostu Solowa-Swana dla układów wartości parametrów z roku 1998 i 2001. Odpowiadają one docelowym wartościom PKB na osobę pracującą, które ustaliłyby się w długim horyzoncie czasu, gdyby poszczególne województwa w Polsce w praktyce nie korzystały ze środków UE.

Na podstawie rys 7.8 zauważmy, że o ile regionalne rozkłady empirycznych wartości PKB na osobę pracującą dla układów wartości parametrów dla lat 1998 i 2001 były rozkładami jednodomałnymi¹⁶⁹, to już rozkłady PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi są wyraźnie dwumodałne. Na podstawie kształtu powyższych rozkładów PKB na

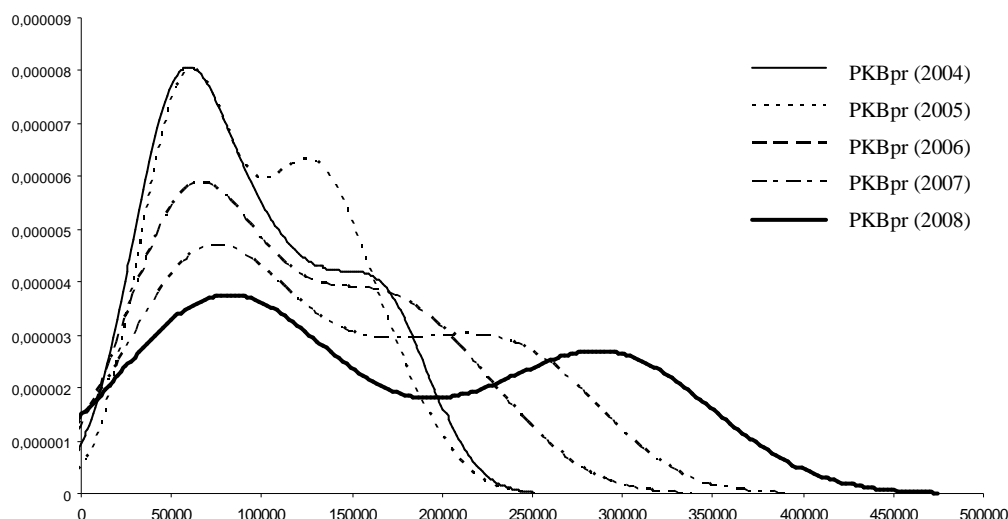
¹⁶⁷ Regionalne rozkłady kapitału rzeczowego na osobę pracującą w latach 1998 – 2008 empiryczne, przy założeniu efektywności technologicznej oraz w stabilnych stanach równowagi z dodatnim i zerowym saldem środków UE umieszczono w aneksie do niniejszego rozdziału.

¹⁶⁸ Zob. rys. 7.2.

¹⁶⁹ Rozpatrujemy regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi wyznaczone na podstawie modeli Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE, gdyż przed 2004 r. Polska nie była członkiem UE i nie korzystała ze środków UE przewidzianych w ramach polityki regionalnej UE.

osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi można wnioskować o dywergencji docelowych wartości PKB na osobę pracującą, które ustaliłyby się w długim okresie.

Rys. 7.8 Regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi dla lat 2004 – 2008¹⁷⁰.



Źródło: opracowanie własne.

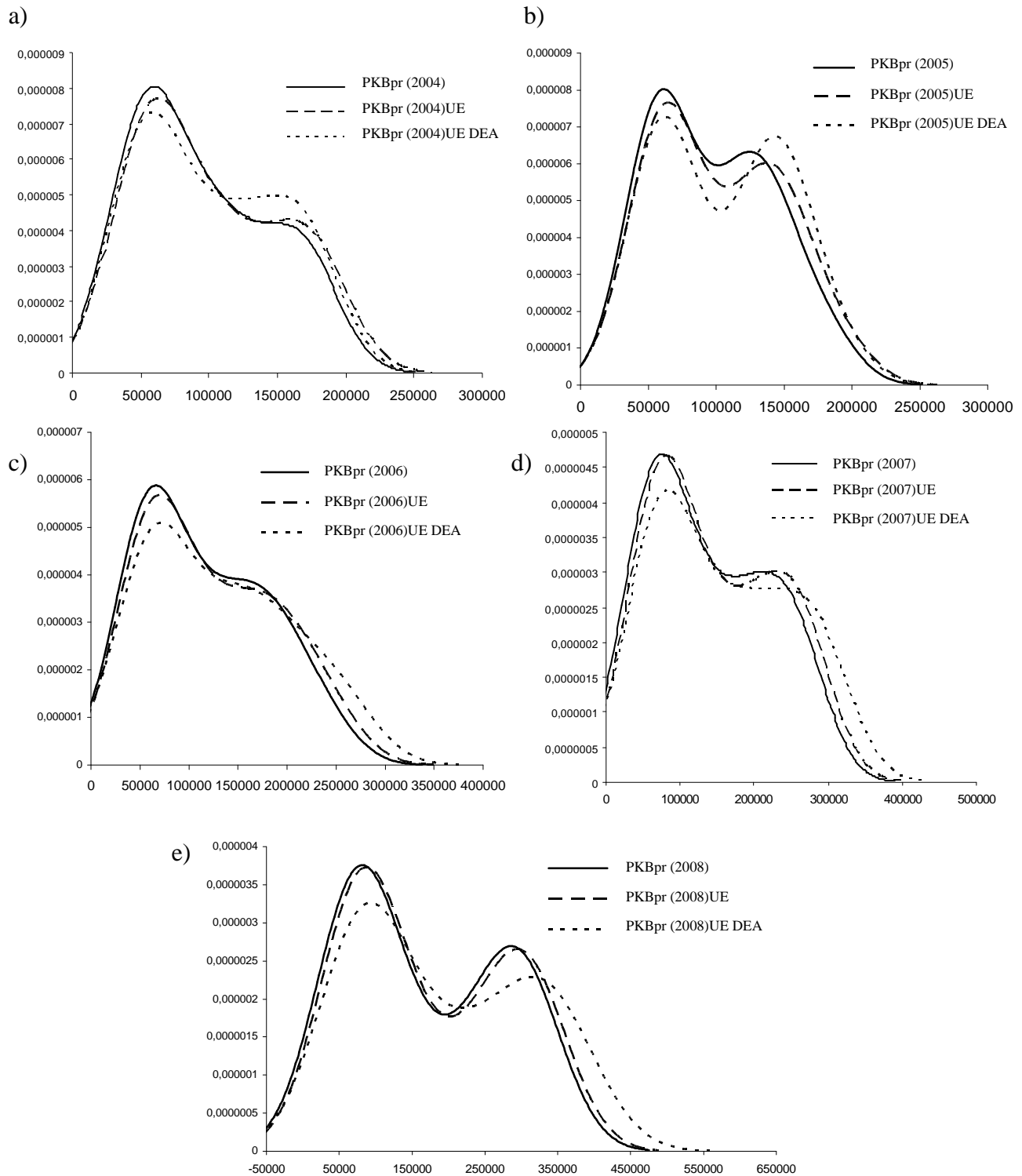
Analiza rozkładów PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w latach od 2004 do 2008 roku pozwala wnioskować o postępującej w długim horyzoncie czasu dywergencji PKB na osobę pracującą w województwach. Charakterystyczne jest kształtowanie się dwumodalnego rozkładu PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi. Prawdopodobnie dwumodalny kształt rozkładów w długim horyzoncie czasu może być wynikiem szybciej rozwijających się województw, obejmujących swoim zasięgiem duże aglomeracje miejskie, co będzie dodatkową przyczyną rosnącego międzyregionalnego zróżnicowania wartości PKB na osobę pracującą w przyszłości.

Rysunek 7.9. ilustruje rozkłady PKB na osobę pracującą w modelach Solowa-Swana z dodatnim saldem środków UE na tle rozkładów PKB na osobę pracującą w modelach Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE. Dodatkowo przedstawiono hipotetyczne rozkłady PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi z dodatnim saldem środków UE, które wyznaczono przy założeniu pełnej efektywności dla każdej z regionalnych gospodarek¹⁷¹.

¹⁷⁰ Rozpatrujemy regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi wyznaczone na podstawie modeli Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE

¹⁷¹ Parametry modeli Solowa-Swana otrzymane przy założeniu pełnej efektywności wszystkich gospodarek regionalnych umieszczono w tabeli 7.1 w aneksie do rozdziału 7.

Rys. 7.9 Regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi¹⁷².



Źródło: opracowanie własne.

¹⁷² Oznaczenia: PKB(rok) – wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w modelu Solowa-Swana z zerowy saldem środków UE wyznaczona na podstawie parametrów z danego roku, PKB(rok)UE - wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w modelu Solowa-Swana z dodatnim saldem środków UE, PKB(rok)UE DEA - wartości PKB na osobę pracującą stabilnych stanach równowagi w modelu Solowa-Swana z dodatnim saldem środków UE i przy założeniu pełnej efektywności technologicznej.

Przedstawione na rys. 7.9 regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą wyznaczono na podstawie wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi. Wartości te przyporządkowano do określonego roku aby podkreślić, że zostały one jedynie wyznaczone dla wartości parametrów modelu wzrostu z wyróżnionego roku.

Włączenie do modelu dodatniego salda środków UE skutkuje w każdym z analizowanych lat niewielkim przesunięciem rozkładu w prawo, w kierunku wyższych wartości PKB na osobę pracującą. Na podstawie ewolucji kształtu rozkładów, pod wpływem salda środków UE należy uznać, że nie przyczyniają się one w jakiś istotny sposób do konwergencji PKB na osobę pracującą w długim horyzoncie czasu. W przypadku rozkładów PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi wyznaczonych dla roku 2005 zauważalna jest dywergencja PKB na osobę pracującą. Podobnie przyjęcie założenia 100% efektywności technologicznej dla wszystkich gospodarek regionalnych nie przyczynia się do zmiany rozkładu w kierunku większej konwergencji PKB na osobę pracującą. Można zatem przyjąć, że w interesujących nas horyzontach czasu, efektywność technologiczna nie wpłynie w istotny sposób na procesy konwergencji PKB na osobę pracującą. Nie oznacza to, że rozkłady są identyczne. Przyjęcie założenia 100% efektywności technologicznej we wszystkich województwach skutkowało przesunięciem przede wszystkim prawej części rozkładów w kierunku wyższych wartości PKB na osobę pracującą.

7.6.4. Zbieżność ścieżek wzrostu PKB na osobę pracującą ze stacjonarnymi i stabilnymi stanami równowagi

W tabeli 7.6 zestawiono wartości miar tempa zbieżności oraz okresy połowicznej zbieżności ścieżek wzrostu PKB na osobę pracującą do stabilnych stanów równowagi wyznaczone z uwzględnieniem i pominięciem salda środków UE. Dodatkowo podane wartości wyznaczone w dwóch wariantach. W pierwszym dla obserwowanych efektywności technologii gospodarek regionalnych. W drugim wariantcie założono, że w każdej z gospodarek regionalnych stosowana jest technologii efektywna w rozumieniu metody DEA. Tym samym uzyskano możliwość wnioskowania o wpływie efektywności technologicznej na tempo zbieżności oraz okresy połowicznej zbieżności ścieżek wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą do stabilnych stanów równowagi.

Tab. 7.6 Prędkość i okresy połowicznej zbieżności ścieżek wzrostu PKB na osobę pracującą do stabilnych stanów równowagi.

Miary	DOL	KUJ	LUL	LUS	LOD	MAL	MAZ	OPL
β_i^j	0,0174	0,0179	0,0340	0,0289	0,0303	0,0231	0,0166	0,0148
t_i^j	39,84	38,66	20,41	24,01	22,88	29,98	41,77	46,86
β_i^4	0,0168	0,0171	0,0322	0,0268	0,0292	0,0225	0,0159	0,0140
t_i^4	41,20	40,46	21,53	25,84	23,76	30,81	43,70	49,42
β_{iDEA}^j	0,0167	0,0178	0,0264	0,0247	0,0260	0,0207	0,0163	0,0109
t_{iDEA}^j	41,50	38,83	26,28	28,01	26,62	33,42	42,58	63,45
β_{iDEA}^4	0,0161	0,0170	0,0241	0,0220	0,0247	0,0202	0,0156	0,0103
t_{iDEA}^4	43,02	40,66	28,77	31,47	28,11	34,39	44,55	67,06
Miary	PKR	PDL	POM	SLA	SWI	WRM	WIE	ZAC
β_i^j	0,0287	0,0277	0,0195	0,0169	0,0283	0,0350	0,0176	0,0162
t_i^j	24,147	25,026	35,574	40,919	24,506	19,780	39,320	42,754
β_i^4	0,0272	0,0257	0,0184	0,0163	0,0264	0,0320	0,0172	0,0151
t_i^4	25,50	26,93	37,59	42,58	26,23	21,67	40,35	45,91
β_{iDEA}^j	0,0232	0,0220	0,0181	0,0161	0,0230	0,0261	0,0173	0,0144
t_{iDEA}^j	29,82	31,49	38,20	42,97	30,18	26,52	40,17	48,18
β_{iDEA}^4	0,0215	0,0199	0,0172	0,0155	0,0211	0,0229	0,0168	0,0133
t_{iDEA}^4	32,24	34,77	40,37	44,72	32,93	30,27	41,28	51,98

Źródło: opracowanie własne.

Oznaczenia: β_i^j współczynnik tempa zbieżności ścieżki wzrostu PKB na osobę pracującą do stabilnego stanu równowagi, gdzie $j = 3$ dla $\delta_i \in (\delta_i^{\min}, 0)$, $j = 4$ dla $\delta_i = 0$, lub $j = 5$ dla $\delta_i > 0$, t_i^j - współczynnik połowicznej zbieżności ścieżki wzrostu PKB na osobę pracującą do stabilnego stanu równowagi, gdzie $j = 3$ dla $\delta_i \in (\delta_i^{\min}, 0)$, $j = 4$ dla $\delta_i = 0$, lub $j = 5$ dla $\delta_i > 0$ ¹⁷³. Symbol DEA oznaczają miary tempa zbieżności ścieżek wzrostu PKB na osobę pracującą do stabilnego stanu równowagi w i -tym regionie w Polsce przy założeniu, że gospodarka i -tego regionu stosuje efektywną technologię produkcji.

¹⁷³ Jeżeli $j = 4$ to β_i^j, t_i^j oznaczają miary tempa zbieżności ścieżek wzrostu PKB na osobę pracującą do stabilnego stanu równowagi w i -tym regionie w Polsce w podstawowym modelu wzrostu Solowa-Swana.

Tempo zbieżności ścieżek wzrostu gospodarczego do stabilnych stanów równowagi w przypadku włączenia do rozważań salda środków UE było wyższe, a okresy połowicznej zbieżności krótsze, niż w przypadku braku środków Unii Europejskiej. Z kolei przeprowadzona analiza na podstawie modeli, w których założono, że każda gospodarka regionalna efektywnie technologicznie w rozumieniu metody DEA przekształca posiadane nakłady (pracy i kapitału rzeczowego) w wynik (PKB na osobę pracującą), skutkuje obniżeniem tempa zbieżności ścieżek wzrostu gospodarczego do stabilnych stanów równowagi. Uwzględnienie, w modelach z założeniem optymalnej efektywności technologicznej, dodatniego salda środków Unii Europejskiej, skutkowało wyższym tempem zbieżności ścieżek wzrostu do stabilnych stanów równowagi, a okresy połowicznej zbieżności były krótsze, aniżeli w przypadku gdyby nie istniała możliwość korzystania ze środków UE

7.6.5. Zróżnicowanie poziomu PKB na osobę pracującą i jego przyczyny w województwach w ujęciu prospektywnym

W dalszej części rozdziału określimy, które czynniki w przyszłości mogą przyczynić się do wykształcenia się różnic w poziomie PKB na osobę pracującą między poszczególnymi województwami w Polsce. Dokonamy także oceny skuteczności polityki spójności UE w łagodzeniu nierówności PKB na osobę pracującą w długim okresie. Jako wartości PKB na osobę pracującą w długim okresie przyjmujemy wartości tej kategorii ekonomicznej otrzymane w stacjonarnych i stabilnych stanach równowagi w modelach wzrostu Solowa-Swana z saldem środków UE.

Podjęta w tym punkcie rozdziału problematyka badawcza jest bezpośrednią kontynuacją celów badawczych zrealizowanych w rozdziałach 5 i 6. Tym samym wybór okresów objętych analizą, pozostaje w ścisłym związku ze wspomnianymi rozdziałami pracy. O ile we wspomnianych wyżej rozdziałach zrealizowane cele badawcze dotyczyły ujęcia retrospektywnego, to w tej części rozprawy przedmiotem naszego zainteresowania będzie ujęcie prospektywne. Poszukiwać będziemy odpowiedzi na pytanie o skalę i przyczyny nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą w przyszłości, w długim horyzoncie czasu.

Sformułowane cele badawcze zostaną zrealizowane dzięki zastosowaniu kilku wcześniej już stosowanych w tej pracy narzędzi, do których zaliczymy: modele wzrostu Solowa-Swana z saldem środków UE, nieparametryczną metodę DEA, indeks produktywności Malmquista, metodę estymacji jądrowej funkcji gęstości oraz modele

regresji¹⁷⁴. Zastosowanie indeksu produktywności Malmquista pozwoli nam dokonać dekompozycji zmian PKB na osobę pracującą na trzy składniki: zmiany relatywnej efektywności, postęp technologiczny oraz akumulację kapitału rzeczowego. W rezultacie rozpoznamy źródła wzrostu PKB na osobę pracującą w ujęciu prospektywnym.

Wartości indeksu Malmquista i jego składowych dla okresu od roku 2001 do chwili osiągnięcia stabilnych stanów równowagi

W tabeli 7.7 podano wartości indeksu Malmquista i jego składowych. Pomiaru i dekompozycji wzrostu produktywności dokonano dla okresu od roku 2001 do chwili osiągnięcia przez każdą z regionalnych gospodarek stabilnego stanu równowagi¹⁷⁵.

Tab. 7.7 Wartości indeksu Malmquista i jego składowych wyrażone w procentach dla okresu od roku 2001 do chwili osiągnięcia przez gospodarki stabilnych stan równowagi.

Województwo	Indeks Malmquista	Efektywność technologiczna	Granica technologiczna	Akumulacja kapitału rzeczowego
DOL	201,1	1,3	73,5	71,4
KUJ	149,3	-8,1	57,9	71,9
LUL	100,6	20,3	41,6	17,8
LUS	99,6	8,0	41,3	30,8
LOD	100,6	9,7	41,6	29,1
MAL	134,6	-5,9	53,2	62,8
MAZ	316,7	0,0	104,1	104,1
OPL	149,5	-8,9	58,0	73,5
PKR	101,2	3,2	41,8	37,5
PDL	99,8	10,6	41,4	27,9
POM	144,1	8,2	56,2	44,4
SLA	151,5	0,0	58,6	58,6
SWI	101,2	0,2	41,8	41,5
WRM	96,1	35,9	40,0	3,0
WIE	178,4	-8,7	66,9	82,8
ZAC	147,2	1,4	57,2	55,0
Śr.	142,0	4,2	54,7	50,8
Odch. St.	54,8	11,3	16,3	25,7

Źródło: obliczenia własne.

Analiza podanych w tabeli 7.7 wartości pozwoli nam wyłonić gospodarki o najwyższym potencjale wzrostu gospodarczego w ujęciu prospektywnym, mierzonym wartością PKB na osobę pracującą. Na podstawie wartości poszczególnych składowych

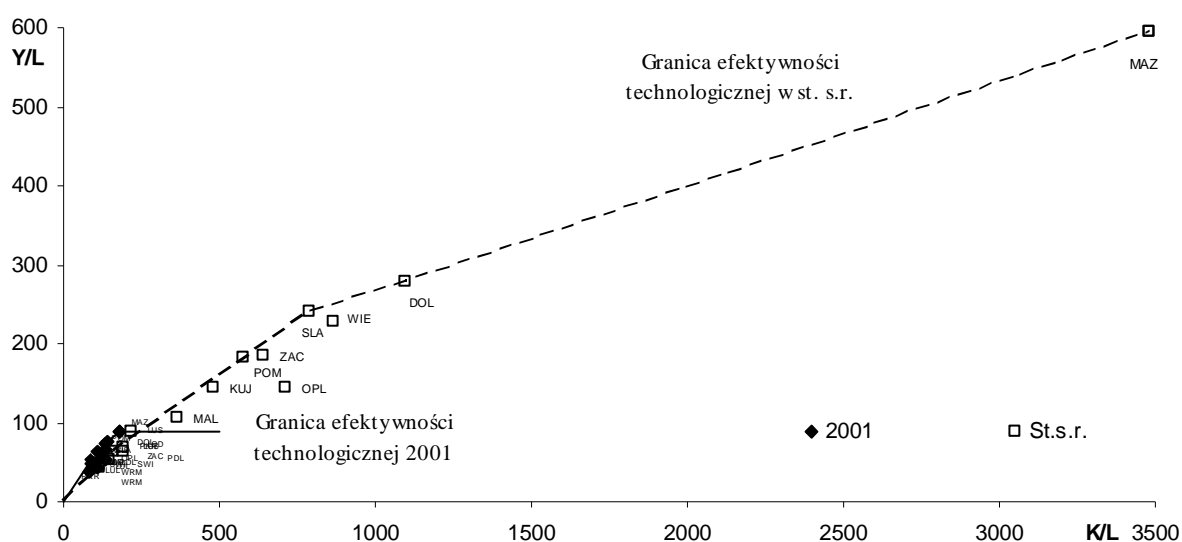
¹⁷⁴ Wymienione metody zostały szczegółowo opisane we wcześniejszych rozdziałach pracy, więc w tej części pracy przejdziemy bezpośrednio do omawiania wyników.

¹⁷⁵ Wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi wyznaczono na podstawie modelu Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE. Parametry modelu pochodzą z tabeli 7.2. Jako stopę inwestycji w kapitał rzeczowy przejęliśmy jej średnią wartość z okresu 1998 – 2001.

indeksu Malmquista, otrzymanych w wyniku jego dekompozycji, będziemy wnioskować o przewidywanych źródłach wzrostu gospodarczego z długim horyzoncie czasu i zarazem przyczynach jego regionalnego zróżnicowania.

Największy wzrost wartości indeksu Malmquista w przyszłości (w długim horyzoncie czasu) jest przewidywany dla województwa mazowieckiego 316,7%. (zob. tab.7.7) W stabilnym stanie równowagi gospodarka tego województwa będzie wyznaczać nową granicę efektywności technologicznej. Wysoki wzrost wartości indeksu Malmquista jest przewidywany także dla województw: dolnośląskiego, śląskiego i wielkopolskiego. Głównym źródłem tego wzrostu w odniesieniu do zdecydowanej większości gospodarek będzie przesuwanie się ku górze ich granicy efektywności technologicznej, przeciętnie o 54,7%. Ciekawy jest przypadek województwa wielkopolskiego, w którym za przyszły wzrost gospodarczy będzie odpowiedzialna w największym stopniu akumulacja kapitału rzeczowego. Warto jeszcze zwrócić uwagę na zmiany efektywności technologicznej, rozumiane jako zmiana położenia danej gospodarki względem gospodarek najbardziej efektywnych, wyznaczających granicę efektywności technologicznej w danej chwili. Zauważmy, że w województwie warmińsko-mazurskim i lubelskim istotnym czynnikiem wzrostu gospodarczego będzie poprawa względnej efektywności technologicznej.

Rys. 7.10 Granica efektywności technologicznej dla roku 2001 oraz w chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi¹⁷⁶.



Źródło: opracowanie własne.

¹⁷⁶ Oznaczenia: st.s.r. – wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w modelu Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE.

Na rysunku 7.10 przedstawiono przesunięcie granicy efektywności technologicznej między rokiem 2001, a chwilą osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnych stanów równowagi. Na podstawie dekompozycji indeksu Malmquista ustalono, że podstawowym źródłem wzrostu gospodarczego w długim okresie będzie przesuwanie granicy efektywności technologicznej, przy jednoczesnym znacznym zróżnicowaniu przestrzennym tego efektu. Do województw, które w przyszłości zbliżą się do granicy efektywności technologicznej należą województwa: warmińsko-mazurskie, lubelskie i podlaskie. Natomiast województwa: opolskie, wielkopolski i kujawsko-pomorskie w wyniku pogorszenia się ich relatywnej efektywności, oddalą się od granicy efektywności technologicznej.

Tab. 7.8 Ranking efektywności technologicznej województw dla roku 2001 i w chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi.

Pozycja	Województwo	2001	Województwo	St.s.r.
1	KUJ	1,00	MAZ	1,00
2	WIE	1,00	SLA	1,00
3	SLA	1,00	LUS	1,00
4	MAZ	1,00	LOD	1,00
5	DOL	0,98	DOL	0,99
6	LUS	0,93	POM	0,99
7	POM	0,92	WRM	0,93
8	ZAC	0,91	LUL	0,93
9	LOD	0,91	ZAC	0,93
10	MAL	0,88	KUJ	0,92
11	PKR	0,85	WIE	0,91
12	SWI	0,80	PDL	0,88
13	PDL	0,80	PKR	0,87
14	LUL	0,77	MAL	0,83
15	OPL	0,72	SWI	0,80
16	WRM	0,69	OPL	0,65

Źródło: opracowanie własne.

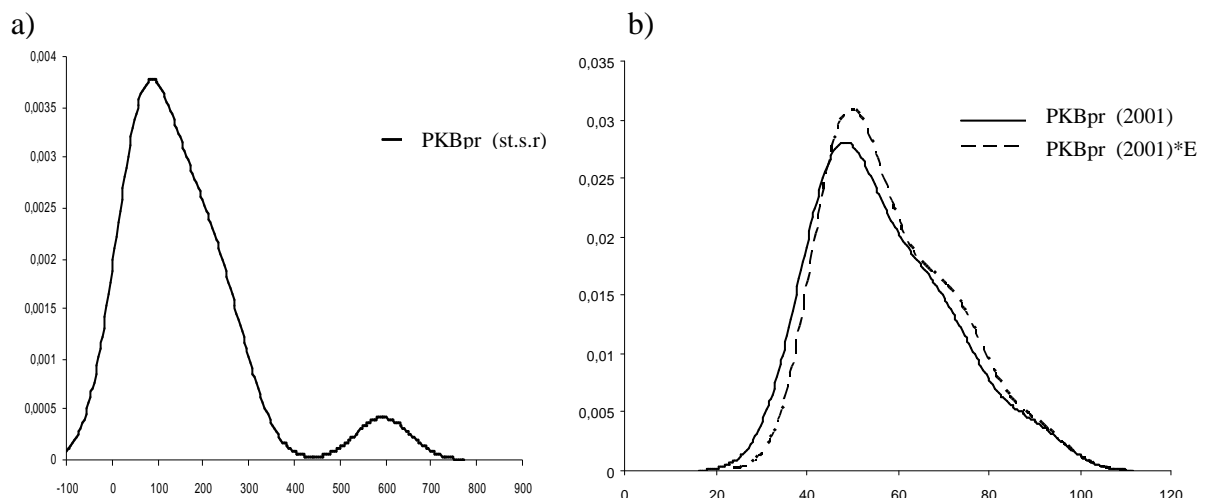
W tabeli 7.8 przedstawiono ranking województw pod względem efektywności stosowanych technologii. Ranking został opracowany na podstawie współczynników efektywności technologicznej uzyskanych z rozwiązania dla każdego z województw zadania optymalizacyjnego typu DEA. Dla roku 2001 modele DEA zostały skonstruowane na podstawie wartości obserwowanych w tym roku, natomiast wartości w stabilnym stanie równowagi wyznaczono posługując się do tego celu podstawowymi modelami Solowa-Swana. W roku 2001 technologicznie efektywne były województwa: kujawsko-pomorskie,

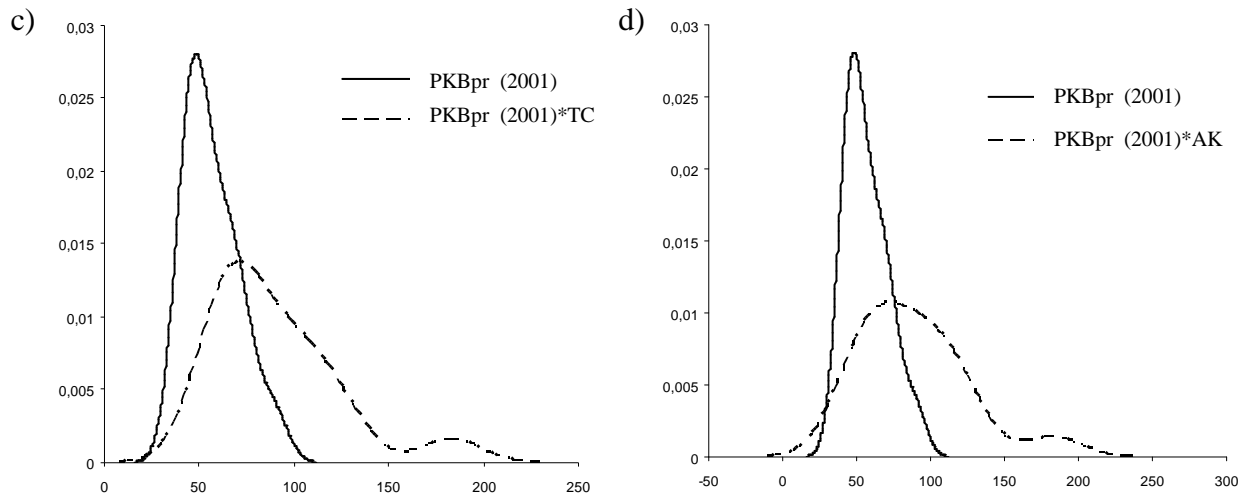
wielkopolskie, śląskie i mazowieckie. Z chwilą osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnych stanów równowagi zmieni się także klasyfikacja gospodarek. Efektywne technologicznie będą wtedy gospodarki województw: mazowieckiego, śląskiego, lubuskiego, i łódzkiego. Zauważmy że gospodarki województw kujawsko-pomorskiego i wielkopolskiego w przyszłości stracą pozycje liderów technologicznych. Województwa znajdujące się w roku 2001 w dolnej części tabeli 7.8, są to m.in.: opolskie, podlaskie, świętokrzyskie, podlaskie, podkarpackie w długim okresie, w stabilnych stanach równowagi, także będą województwami o relatywnie najniższych wartościach współczynników efektywności technologii.

Ewolucja rozkładu PKB na osobę pracującą w województwach w roku 2001 oraz w stabilnych stanach równowagi

W tym punkcie przeprowadzimy analizę regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą w ujęciu retrospektywnym dla roku 2001 i prospektywnym w stabilnych stanach równowagi w podstawowym modelu Solowa-Swana. Przeprowadzimy analizę wpływu na kształt tych rozkładów czynników wzrostu gospodarczego, otrzymanych w drodze dekompozycji indeksu Malmquista. W wyniku zrealizowania tak sformułowanych celów badawczych określimy, które czynniki w przyszłości w największym stopniu będą wpływały na międzyregionalne zróżnicowanie wartości PKB na osobę pracującą.

Rys. 7.11 Zmiany regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w okresie od roku 2001 do chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnych stanów równowagi.





Źródło: opracowanie własne.

Oznaczenia: PKB st.s.r. – wartości PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu z zerowym saldem UE. PKBpr – obserwowane wartości PKB na osobę pracującą w roku 2001. E – efekt zmian wskaźnika relatywnej efektywności, TC – efekt postępu technologicznego, AK – efekt akumulacji kapitału rzeczowego.

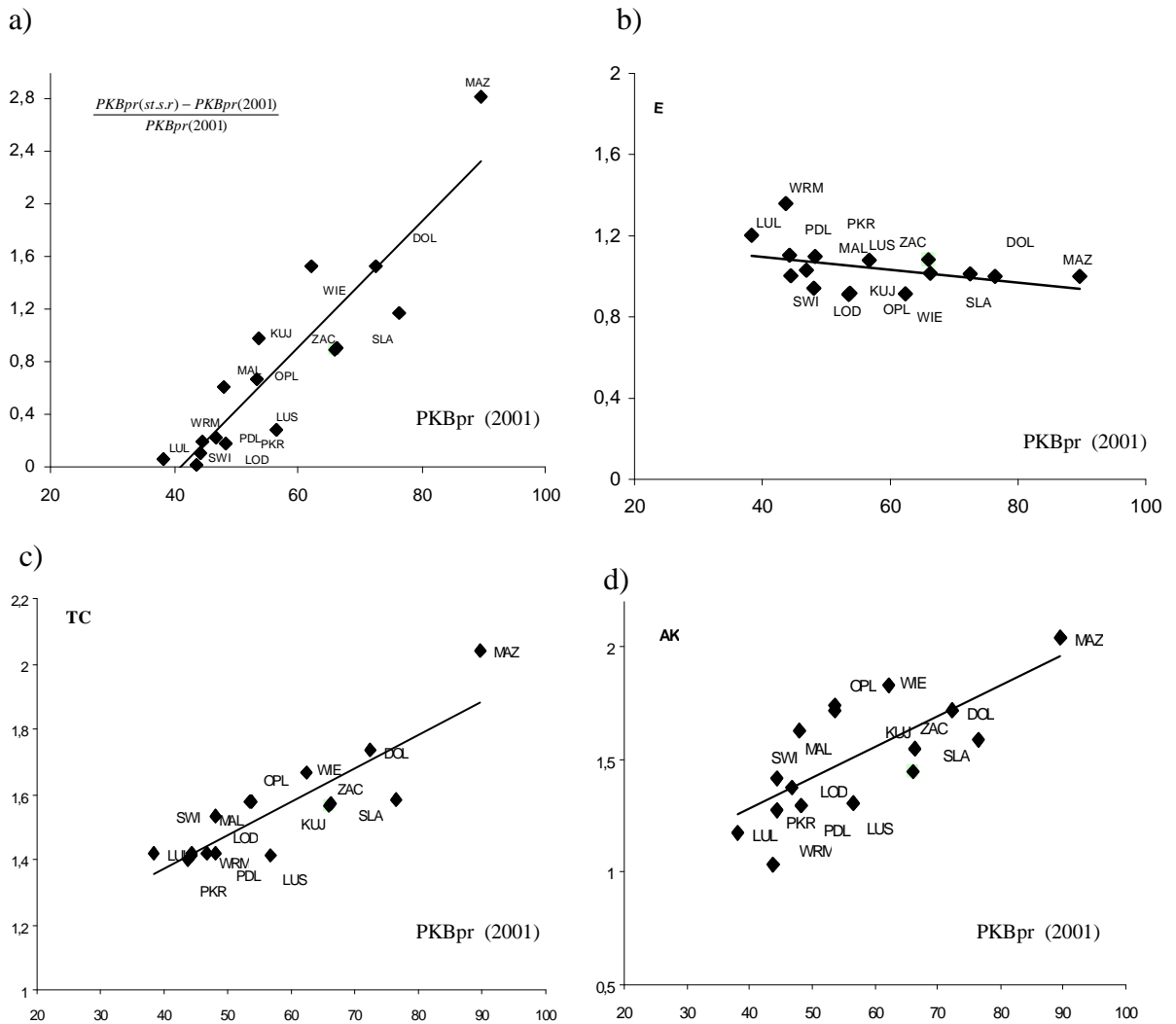
Regionalny rozkład PKB na osobę pracującą w roku 2001 (rys.7.11b) jest rozkładem jednomodalnym. W długim okresie regionalny rozkład PKB na osobę pracującą wyznaczony dla wartości uzyskanych w stabilnych stanach równowagi jest już rozkładem dwumodalnym (rys.7.11a), oznacza to, że w długim horyzoncie czasu według wskazań modeli część gospodarek będzie rozwijać się znacznie szybciej od pozostałych, prowadząc do polaryzacji wartości PKB na osobę pracującą. Na podstawie przeprowadzonych obliczeń można wnioskować, że zmiana kształtu rozkładu wartości PKB na osobę pracującą w stacjonarnych i stabilnych stanach równowagi będzie wynikiem zróżnicowanego przestrzennie oddziaływania takich czynników wzrostu gospodarczego jak: akumulacji kapitału rzeczowego oraz zmiana położenia granicy efektywności technologicznych w stabilnych stanach równowagi, będąca wynikiem zamian efektywności technologicznej (rys. 7.11 c,d). Zmiany relatywnej efektywności, rozumianej jako zbliżanie się, lub oddalanie się od granicy efektywności technologicznej prawdopodobnie nie będą w przyszłości oddziaływać na skalę regionalne zróżnicowania wartości PKB na osobę pracującą (rys.7.11b).

Testowanie hipotezy *beta* konwergencji

Naszym celem jest zweryfikowanie hipotezy *beta* konwergencji, rozumianej jako zależność między stopą wzrostu PKB na osobę pracującą, a wartością PKB na osobę pracującą w roku 2001. Dodatkowo zweryfikujemy wpływ każdego z czynników wzrostu, otrzymanych na podstawie dekompozycji wartości indeksu Malmquista na międzyregionalne

zróźnicowanie wartości PKB na osobę pracującą. Tym samym uzyskamy możliwość wnioskowania o występowaniu w interesującym nas horyzoncie czasu *beta* konwergencji (dywergencji) i prawdopodobnych jej źródłach. W badaniu posłużono się modelami regresji opisanymi w rozdziale 6 warunkami (6.9)-(6.12).

Rys. 7.12 PKB na osobę pracującą w 2001 roku i zmiany czynników wzrostu PKB na osobę pracującą w okresie od roku 2001 do chwili osiągnięcia stabilnych stanów równowagi.



Źródło: opracowanie własne.

Dodatnia zależność między stopą wzrostu PKB na osobę pracującą, a wartością PKB na osobę pracującą w roku 2001 (rys.7.12a) należy interpretować jako przewidywane w przyszłości pogłębienie się międzyregionalnego zróźnicowania pod względem wartości PKB na osobę pracującą. Analiza zależności pomiędzy zmianami czynników wzrostu gospodarczego (rys. 7.12b,c,d), a wartością PKB na osobę pracującą w roku 2001, (rys.

7.12b,c,d) sugeruje, że głównymi przyczynami przewidywanej w przyszłości regionalnej dywergencji PKB na osobę pracującą będzie efekt akumulacji kapitału rzeczowego i efekt przesuwania się granicy efektywności technologicznej. Innymi słowy wyższym wartościom PKB na osobę pracującą odpowiadają wyższe stopy wzrostu gospodarczego, wyższe efekty akumulacji kapitału rzeczowego i wyższe efekty wzrostu gospodarczego wynikające z zmian efektywności technologicznej.

Wartości indeksu Malmquista i jego składowych dla okresu od roku 2004 do chwili osiągnięcia stabilnego stanu równowagi

Przedmiotem naszego zainteresowania jest pomiar i dekompozycja wzrostu wartości PKB na osobę pracującą pomiędzy rokiem 2004, a wartościami PKB na osobę pracującą osiągniętymi przez każdą z regionalnych gospodarek w stabilnych stanach równowagi¹⁷⁷.

Tab. 7.9 Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w okresie od roku 2004 do chwili osiągnięcia stabilnego stanu równowagi.

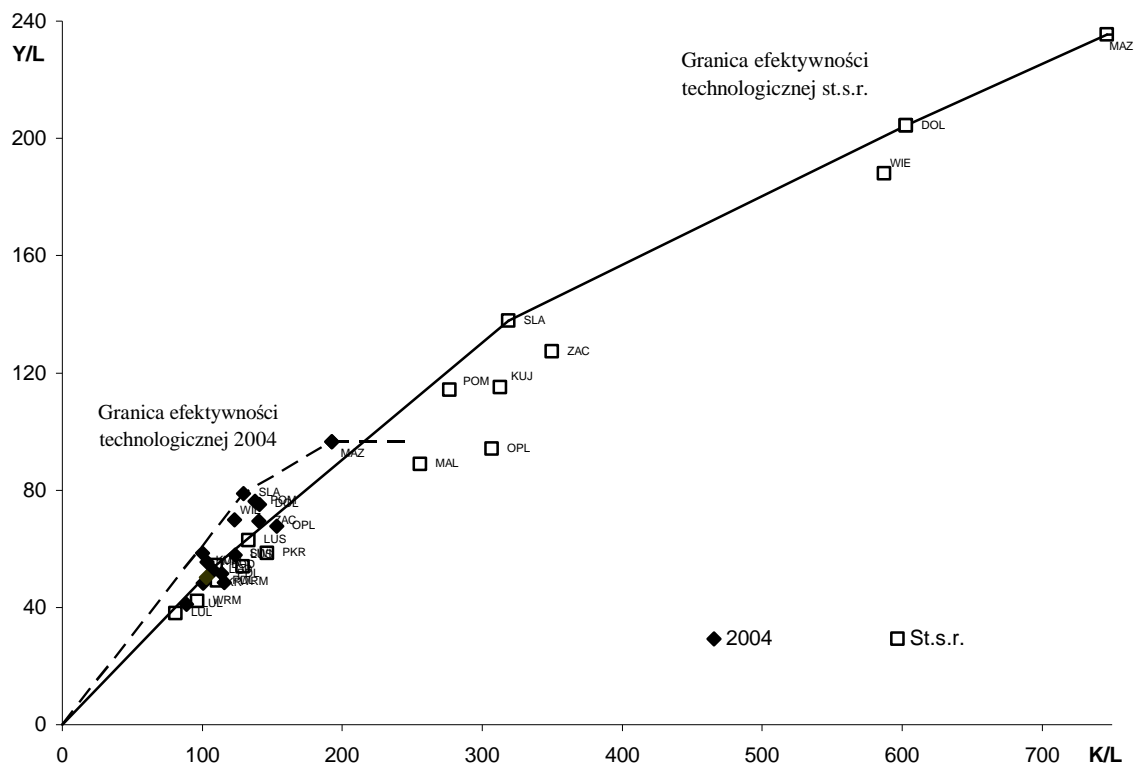
Województwo	Indeks Malmquista	Efektywność technologiczna	Granica technologiczna	Akumulacja kapitału rzeczowego
DOL	111,6	9,1	33,3	45,5
KUJ	73,4	-11,5	48,7	31,7
LUL	51,9	24,6	-1,1	23,2
LUS	57,1	28,7	-2,6	25,3
LOD	51,9	25,0	-1,4	23,2
MAL	70,4	-10,3	45,6	30,6
MAZ	95,7	0,0	39,9	39,9
OPL	58,6	-10,9	41,3	25,9
PKR	59,5	8,0	16,9	26,3
PDL	52,1	20,9	2,0	23,3
POM	66,0	0,6	28,1	28,8
SLA	73,6	0,0	31,8	31,8
SWI	56,3	8,8	14,9	25,0
WRM	51,9	28,5	-4,1	23,2
WIE	119,5	0,4	47,6	48,2
ZAC	73,4	3,4	27,3	31,7
Śr.	70,2	7,8	23,0	30,2
Odch. St.	20,6	13,5	18,9	7,6

Źródło: opracowanie własne.

¹⁷⁷ Wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi wyznaczono na podstawie modelu Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE. Parametry modelu pochodzą z tabeli 7.2. Jako stopę inwestycji w kapitał rzeczowy przyjęliśmy jej średnią wartość z okresu 2001 – 2004.

Dla rozpatrywanego okresu przewidywany jest wzrost przeciętnej wartości indeksu Malmquista i jego składowych. Należy jednak zwrócić uwagę na duże zróżnicowanie w poszczególnych województwach wartości wskaźników, będących składowymi indeksu Malmquista. Uwagę zwraca znaczny spadek wskaźnika relatywnej efektywności technologicznej w kujawsko-pomorskim, opolskim, małopolskim, przy jednoczesnym silnym wzroście wartości tego wskaźnika w województwie lubuskim, warmińsko-mazurskim, łódzkim i lubelskim. Najważniejszym źródłem wzrostu gospodarczego w rozpatrywanym okresie będzie efekt akumulacji kapitału rzeczowego, którego przeciętny wkład we wzrost, według wskazań modelu, wyniesie 30,2 %. Należy także zauważyć, że wartości tego wskaźnika charakteryzują się najmniejszym zróżnicowaniem międzyregionalnym, mierzonym wartością odchylenia standardowego. Na podstawie analizy powyższej tabeli 7.9 można wnioskować, że podstawowymi źródłami zróżnicowania wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi będzie przesuwanie granicy efektywności technologicznej i regionalnie zróżnicowane zmiany wartości wskaźnika relatywnej efektywności.

Rys. 7.13 Granica efektywności technologicznej dla roku 2004 oraz chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi.



Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 7.13 przedstawia przesunięcie granicy efektywności technologicznej pomiędzy rokiem 2004, a stabilnym stanem równowagi. Charakterystyczne dla omawianego okresu jest bardzo duże regionalne zróżnicowanie w zakresie efektywności technologicznych. W stabilnym stanie równowagi granica efektywności technologicznej będzie wyznaczana przez gospodarki województw: mazowieckiego, dolnośląskiego, śląskie oraz co ciekawe łódzkie i lubuskie. Zauważmy ponadto, że w interesującym nas horyzoncie czasu występują województwa, w których w długim okresie według wskazań modeli przewidywany jest regres pod względem efektywności technologii. Do grona tych województw zaliczymy województwa: warmińsko-mazurskie, lubuskie, łódzkie, lubelskie.

Tab. 7.10 Ranking efektywności technologicznej województw dla roku 2004 i chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi.

Pozycja	Województwo	2004	Województwo	St.s.r.
1	MAZ	1,00	MAZ	1,00
2	SLA	1,00	SLA	1,00
3	KUJ	0,96	LOD	1,00
4	POM	0,94	DOL	1,00
5	WIE	0,93	LUS	0,99
6	DOL	0,92	LUL	0,95
7	MAL	0,88	POM	0,94
8	ZAC	0,85	WIE	0,94
9	SWI	0,80	PDL	0,90
10	LOD	0,80	WRM	0,88
11	OPL	0,79	ZAC	0,88
12	PKR	0,79	SWI	0,87
13	LUS	0,77	KUJ	0,85
14	LUL	0,76	PKR	0,85
15	PDL	0,74	MAL	0,79
16	WRM	0,69	OPL	0,71

Źródło: opracowanie własne.

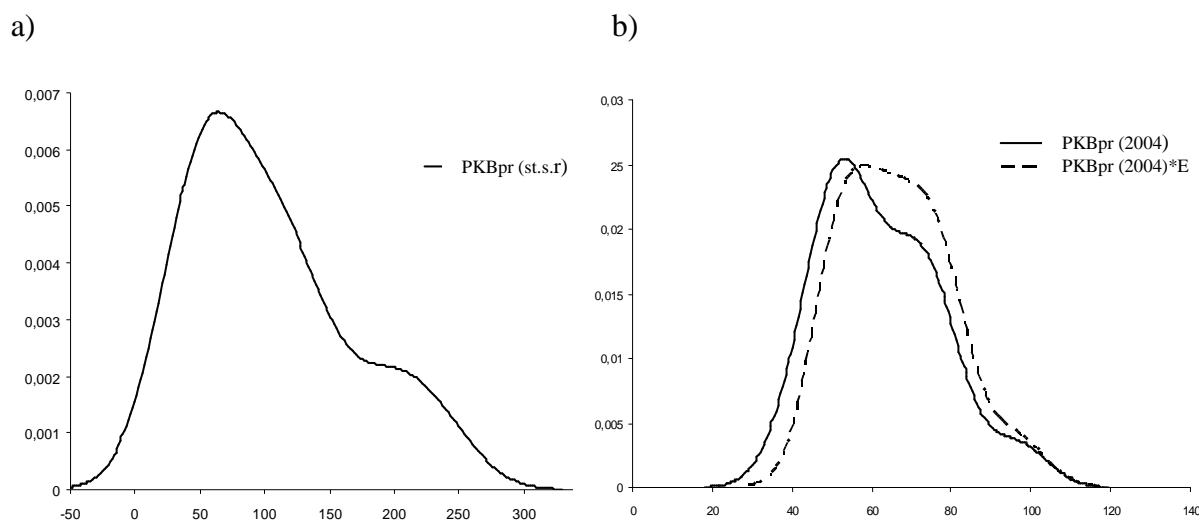
W roku 2004 efektywnie technologicznie były województwa mazowiecki oraz śląskie i to właśnie te województwa wyznaczały w 2004 roku granicę efektywności technologicznej. Najniższą efektywnością w omawianym roku odznaczały się województwa: warmińsko-mazurskie, podlaskie, lubelskie i lubuskie. Ranking efektywności sporządzony dla gospodarek regionalnych znajdujących się w stacjonarnych i stabilnych stanach równowagi wymaga szerszego omówienia. Bowiem w stacjonarnym, stabilnym stanie równowagi

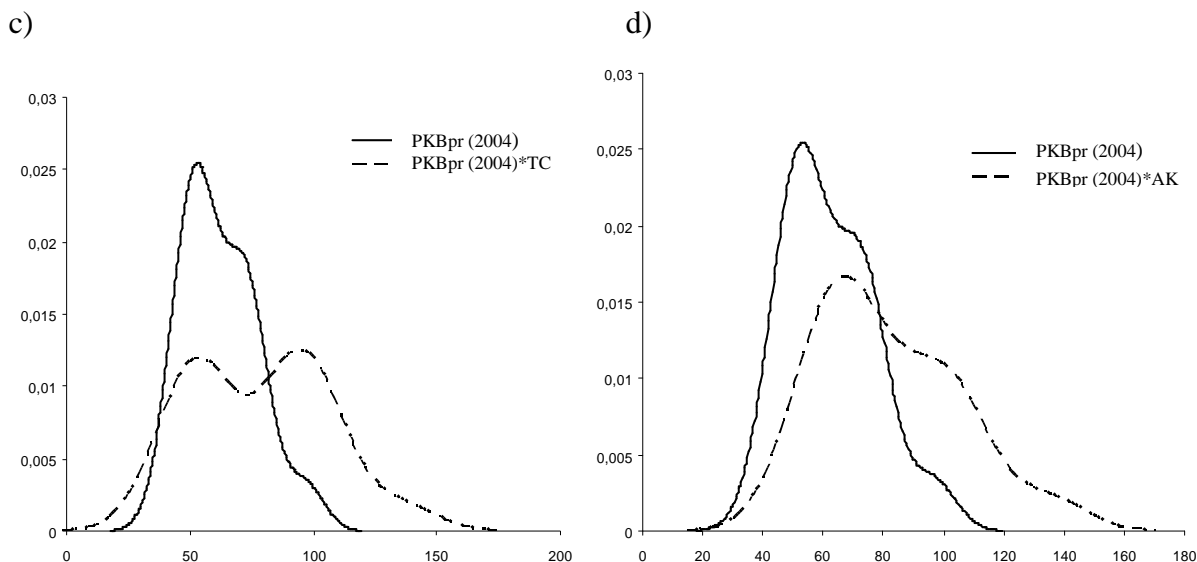
efektywne są ponownie województwa: mazowieckie i śląskie do ich grona dołączyło także województwo dolnośląskie. Natomiast efektywność województwa łódzkiego i lubuskiego może wydawać się kontrowersyjna, gdyż są to m.in. te województwa, w których zaobserwowano regres technologiczny. Wysoka efektywność tych województw w stacjonarnych i stabilnych stanach równowagi wynika w części z położenia nowej granicy efektywności technologicznej, która przechodzi przez punkty reprezentujące technologie tych województw, skutkując tym samym znacznym wzrostem wartości wskaźnika efektywności technologicznej.

Ewolucja rozkładu PKB na osobę pracującą w województwach w latach od 2004 do chwili osiągnięcia stabilnych stanach równowagi

W tym podpunkcie przeprowadzimy analizę zmian rozkładu PKB na osobę pracującą pomiędzy rokiem 2004, a regionalnym rozkładem wartości PKB na osobę pracującą, jaki ukształtuje się w długim horyzoncie czasu w stacjonarnych i stabilnych stanach równowagi w modelu z zerowym saldem środków UE. Dodatkowo wyznaczymy alternatywne rozkłady PKB na osobę pracującą, uwzględniając wyizolowany wpływ poszczególnych czynników wzrostu. Skala oddziaływania poszczególnych czynników na zmiany wartości PKB na osobę pracującą, podobnie jak wcześniej, została wyznaczona na podstawie dekompozycji indeksu Malmquista.

Rys. 7.14 Zmiany regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w okresie od roku 2004 do chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnych stanów równowagi.





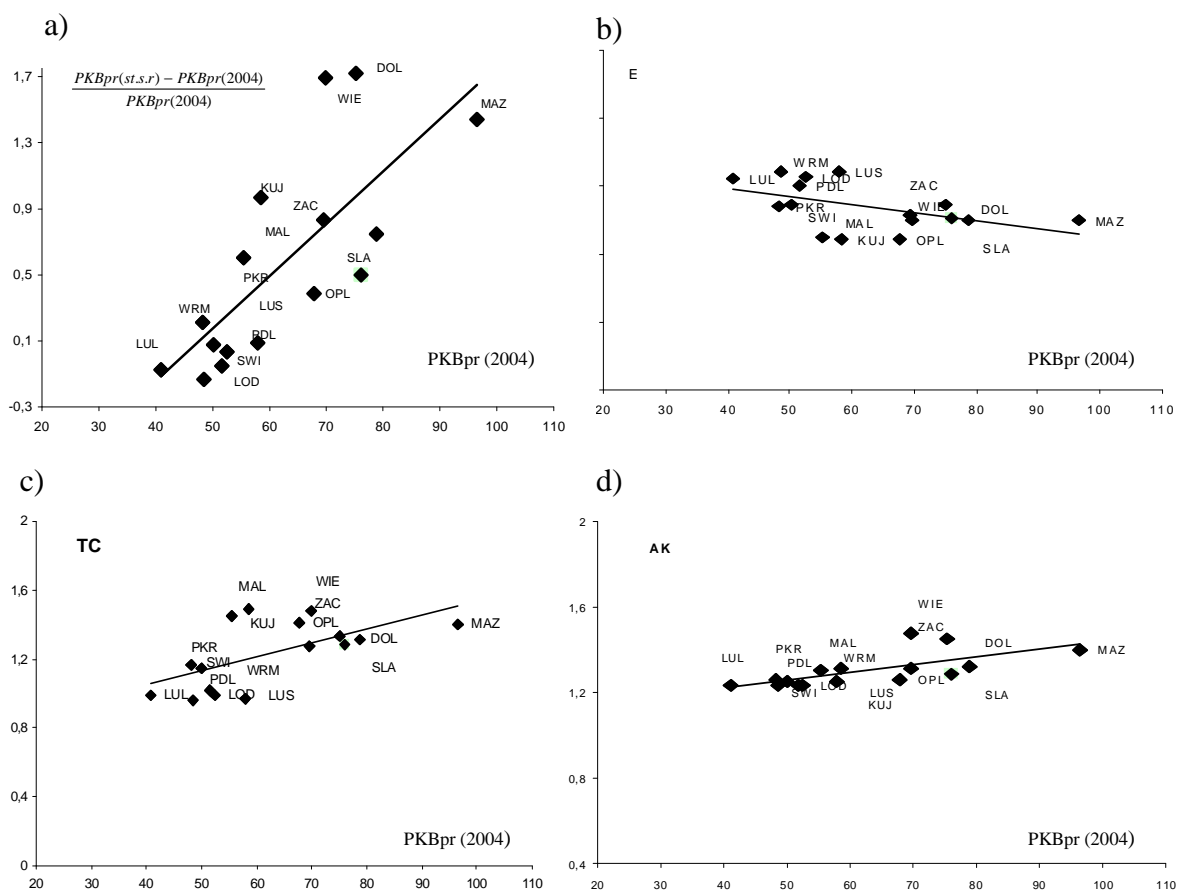
Źródło: opracowanie własne.

Porównując kształt rozkładu PKB na osobę pracującą wyznaczony dla wartości otrzymanych w stabilnych stanach równowagi (rys.7.14a) z kształtem rozkładu PKB na osobę pracującą w roku 2004 (rys. 7.14b) zauważalne jest jego częściowe przesunięcie na prawo, w kierunku wyższych wartości PKB na osobę pracującą. Na podstawie uzyskanych wyników można wnioskować, że tylko część województw w przyszłości będzie dynamicznie się rozwijać, a dla pozostałych przewidywana jest raczej stagnacji gospodarcza. Zmiana kształtów rozkładów na rys. 7.14c, na którym widzimy tendencję do polaryzacji PKB na osobę pracującą, pozwala przypuszczać, że głównym czynnikiem wzrostu gospodarczego będzie przesuwanie granicy efektywności technologicznej, wzmacniane efektem akumulacji kapitału rzeczowego głównie w województwach o wyższych wartości PKB na osobę pracującą (rys. 7.14d).

Testowanie hipotezy *beta* konwergencji

Realizowanym celem badawczym jest zweryfikowanie hipotezy o *beta* konwergencji. W tym celu zostaną oszacowane modele regresji opisujące zależność między stopą wzrostu PKB na osobę pracującą w interesującym nas horyzoncie czasu, a wartością PKB na osobę pracującą w roku 2004 oraz czynnikami warunkującymi jego wzrost. W wyniku zrealizowania celu badawczego zweryfikujemy sformułowaną hipotezę o *beta* konwergencji oraz określimy, które czynniki w największym stopniu w przyszłości będą odpowiedzialne za wykształcenie się różnic w poziomach PKB na osobę pracującą pomiędzy regionami w Polsce.

Rys. 7.15 PKB na osobę pracującą w 2004 roku i zmiany czynników wzrostu PKB na osobę pracującą w okresie od roku 2004 do chwili osiągnięcia stabilnych stanów równowagi.



Źródło: opracowanie własne.

Dodatnia zależność między stopą wzrostu PKB na osobę pracującą wyznaczona dla horyzontu czasu obejmującym okres od roku 2004 do chwili osiągnięcia przez każdą z regionalnych gospodarek stacjonarnych i stabilnych stanów równowagi, a wartością PKB na osobę pracującą w roku 2004 (rys.7.15a), może stanowić prognozę występowania w przyszłości dywergencji PKB na osobę pracującą. Podstawową przyczyną przewidywanej w przyszłości dywergencji PKB na osobę pracującą jest, według wskazań zastosowanych modeli, zróżnicowany przestrzennie efekt przesuwania granicy efektywności technologicznej (rys.7.15c) oraz w mniejszym stopniu efekt akumulacji kapitału rzeczowego (rys.7.15d)

Wartości indeksu Malmquista i jego składowych dla okresu od roku 2008 do chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi

Przedmiotem naszego zainteresowania będzie pomiar i dekompozycja wzrostu wartości PKB na osobę pracującą pomiędzy rokiem 2004, a wartością PKB na osobę pracującą w chwili osiągnięcia przez każdą z regionalnych gospodarek w stacjonarnych i stabilnych stanach równowagi¹⁷⁸.

W celu dokonania oceny skuteczności polityki spójności UE w łagodzenia nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce porównamy wyniki uzyskane na podstawie dwóch wariantów modeli Solowa-Swana z saldem środków UE. W wariacie pierwszym założymy zerowe saldo środków UE. Natomiast w wariacie drugim włączymy skumulowane saldo środków UE z okresu od roku 2004 do roku 2008¹⁷⁹. W wyniki czego dokonamy pomiaru i dekompozycji wzrostu PKB na osobę pracującą według dwóch scenariuszy. W pierwszym w sytuacji gdyby w Polsce nie była realizowana polityka spójności UE. W drugim wariacie uwzględnimy wpływ polityki spójności realizowanej w Polsce za pośrednictwem funduszy unijnych na wartości PKB na osobę pracującą w długim okresie czasu w przyszłości. Uzyskamy zatem możliwość wnioskowania o występowaniu w przyszłości nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą i wpływie na łagodzenie ich skali polityki spójności UE. Wybór okresu 2004 – 2008, w którym dodatkowo przeprowadzimy analizę z uwzględnieniem skumulowanego salda środków UE jest ściśle związany z akcesją Polskie do UE. Bowiem w raz z przystąpieniem Polski do UE 1 maja 2004 wszystkie regiony polski, tożsame z województwami, zostały objęte celem podstawowym polityki spójności UE.

Dzięki zastosowaniu metody DEA i indeksu Malmquista określimy, które czynniki w przyszłości będą w największym stopniu określać wartości PKB na osobę pracującą w poszczególnych województwach w Polsce. Przeprowadzenie dwóch równoległych badań, odpowiednio z zerowym i dodatnim skumulowanym saldem środków UE ma na celu określenie wpływu skumulowanego salda środków UE na wzrost gospodarczy w interesującym nas horyzoncie czasu.

¹⁷⁸ Wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi wyznaczono na podstawie modeli Solowa-Swana z zerowym i z dodatnim saldem środków UE. Parametry modelu pochodzą z tabeli 7.2. Stopę inwestycji w kapitał rzeczowy przejęliśmy średnią jej wartość z okresu 2004 – 2008.

²¹ Dane dotyczące wartości skumulowanego salda środków UE pochodzą z tabeli 7.3. Uwzględnienie w modelach skumulowanego salda środków UE miało na celu ukazanie łącznego efektu prowadzonej w Polsce polityki spójności UE w okresie 2004 – 2008 na zmiany wartości PKB na osobę pracującą w długim horyzoncie czasu.

Tab. 7.11 Wartości indeksu Malmquista i jego składowych dla okresu od roku 2008 do chwili osiągnięcia stabilnych stanów równowagi.

Województwo	Malmquist	Efektywność technologiczna	Granica technologiczna	Akumulacja kapitału rzeczowego
DOL	159,7	8,4	61,2	48,7
DOL*	235,1	8,4	83,1	68,9
KUJ	116,9	-5,7	47,3	56,3
KUJ*	163,9	-27,7	62,5	124,5
LUL	98,9	29,7	41,0	8,7
LUL*	163,9	-2,0	62,5	65,8
LUS	95,0	27,6	39,6	9,4
LUS*	153,2	16,3	59,1	36,8
LOD	106,0	15,4	43,5	24,4
LOD*	163,9	6,2	62,5	53,0
MAL	113,8	-3,7	46,2	51,8
MAL*	163,9	-17,8	62,5	97,6
MAZ	97,2	0,0	40,4	40,4
MAZ*	139,2	0,0	54,7	54,7
OPL	105,9	-0,4	43,5	44,1
OPL*	151,7	-19,9	58,6	98,1
PKR	105,8	14,2	43,5	25,7
PKR*	163,9	-10,7	62,5	82,0
PDL	105,3	18,6	43,3	20,8
PDL*	163,9	-11,0	62,5	82,5
POM	111,0	-0,6	45,3	46,1
POM*	168,4	-8,3	63,8	78,6
SLA	125,7	0,3	50,2	49,8
SLA*	172,8	-5,2	65,2	74,2
SWI	102,3	10,8	42,2	28,4
SWI*	163,9	-16,7	62,5	94,9
WRM	98,9	30,0	41,0	8,5
WRM*	163,9	-6,5	62,5	73,7
WIE	127,8	1,0	50,9	49,4
WIE*	168,6	-14,2	63,9	91,1
ZAC	131,9	2,6	52,3	48,4
ZAC*	230,8	-0,5	81,9	82,8
Śr.	112,6	9,3	45,7	35,1
Odch. St.	16,3	11,7	5,4	16,3
Śr.*	170,7	-6,8	64,4	78,7
Odch. St.*	24,8	11,1	7,3	20,3

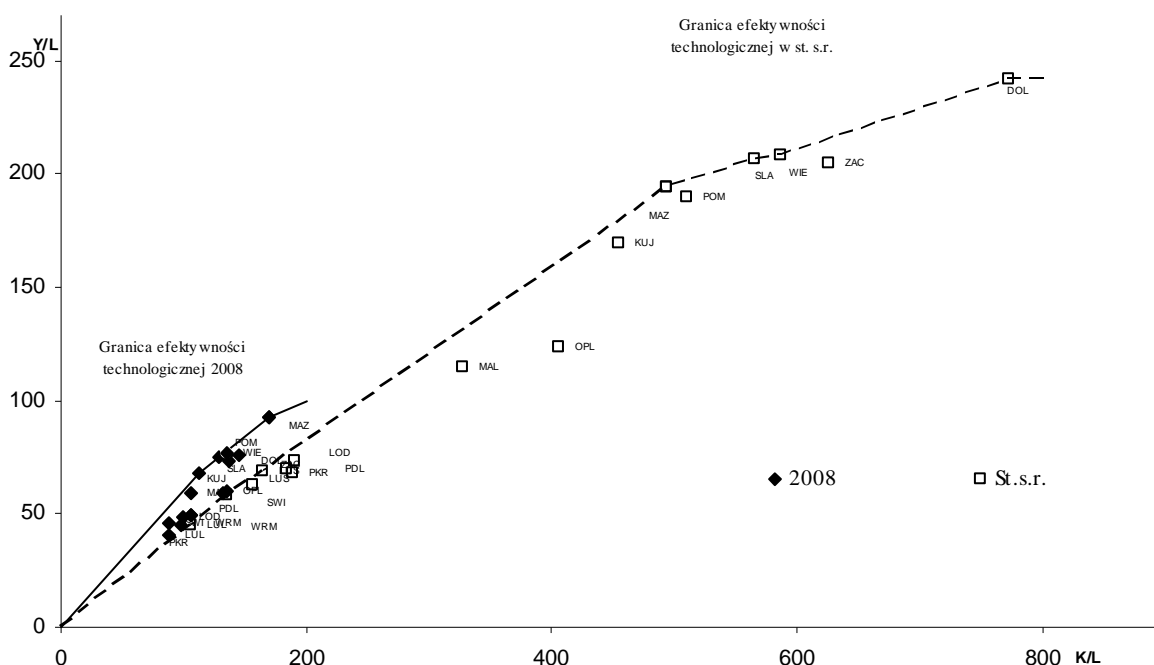
(*)-wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi uzyskane na podstawie modelu Solowa-Swana z dodatnim skumulowanym saldem środków UE.

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 7.11 zawiera wartości indeksu Malmquista i jego składowych dla okresu od roku 2008, do chwili uzyskania przez każdą z regionalnych gospodarek stabilnego stanu równowagi. Wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi wyznaczono na podstawie dwóch wariantów modeli Solowa-Swana. W pierwszym wariantcie założyliśmy

zerowe saldo środków UE. Natomiast w drugim wariancie (w tabeli wartości oznaczone*) przyjęliśmy dodatnie skumulowane z okresu 2004 do 2008 saldo środków UE. W wyniku tak skonstruowanych modeli uzyskaliśmy możliwość wnioskowania o prawdopodobnym wpływie środków UE wydatkowanych w ramach, prowadzonej w Polsce polityki spójności UE, na zmiany wartości indeksu Malmquista i jego składowych, a tym samym na wartości PKB na osobę pracującą w województwach w długim okresie czasu. Efektem uwzględnienia dodatniego skumulowanego salda środków UE jest wzrost wartości indeksu Malmquista we wszystkich regionach i zarazem wartości PKB na osobę pracującą¹⁸⁰. Jest on spowodowany zwiększonym wpływem efektu akumulacji kapitału rzeczowego na dynamikę wzrostu gospodarczego. Zauważmy ponadto, że w województwach o przeciętnie niższych wartościach PKB na osobę pracującą, wpływ skumulowanego salda środków UE na wartość indeksu Malmquista jest na ogół większy. Przejawia się on głównie zwiększonym efektem akumulacji kapitału rzeczowego. Przeciętny efekt akumulacji kapitału rzeczowego dla wzrostu wartości indeksu Malmquista wzrasta z 35% w modelu z zerowym saldem środków UE do 78,7% w model z dodatnim skumulowanym saldem środków UE.

Rys. 7.16 Granica efektywności technologicznej dla roku 2008 oraz w chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi¹⁸¹.



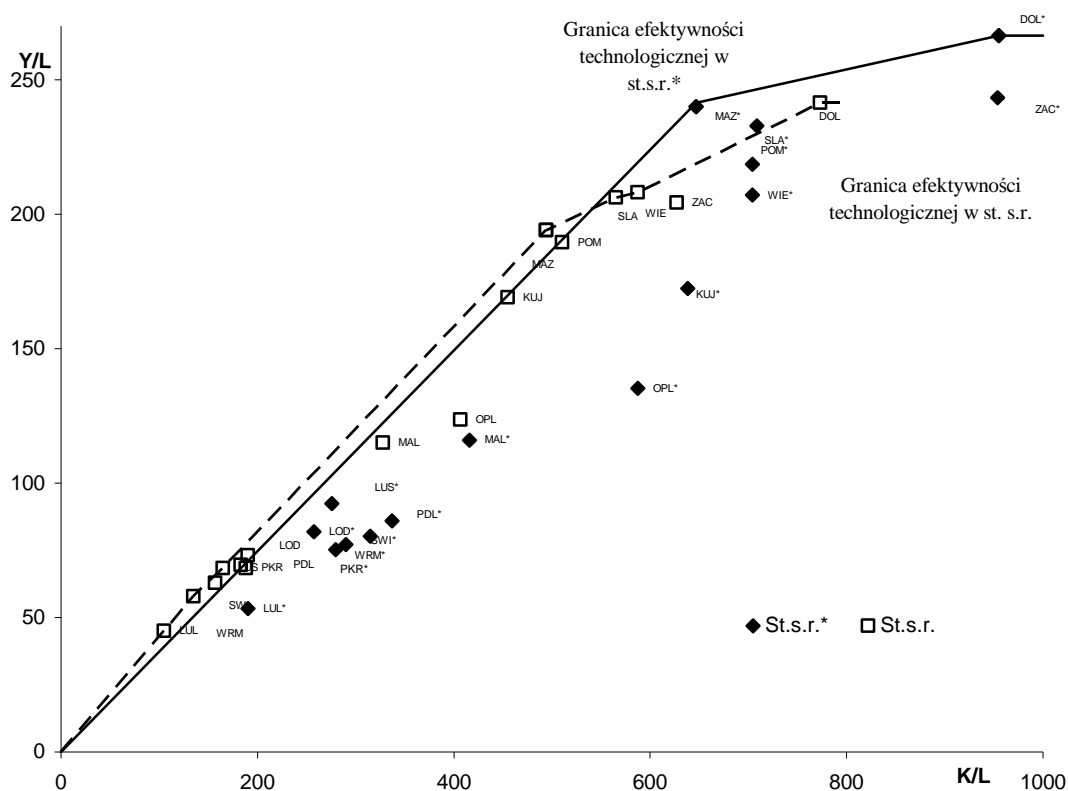
Źródło: opracowanie własne.

¹⁸⁰ Zob. tab. 7.4 i 7.5.

¹⁸¹ W modelu Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE.

Rysunek 7.16 przedstawia granicę efektywności technologicznej dla roku 2008, wyznaczoną przez gospodarki województw: mazowieckiego, kujawsko-pomorskiego i śląskiego oraz granicę efektywności technologicznej wyznaczoną przez najbardziej efektywne gospodarki w stabilnych stanach równowagi. W stabilnych stanach równowagi następuje przesunięcie granicy efektywności technologicznej na prawo, będące efektem akumulacji kapitału rzeczowego oraz ku górze w wyniku wprowadzania coraz to bardziej efektywnych technologii. W stabilnym stanie równowagi granica efektywności została wyznaczona przez gospodarki województw: dolnośląskiego, wielkopolskiego, śląskiego, mazowieckiego, warmińsko-mazurskie, lubelskie i lubuskie. Ciekawy jest przypadek wysokiej efektywności technologicznej w stabilnych stanach równowagi województw: lubelskiego, lubuskiego i warmińsko-mazurskiego. Są to bowiem województwa charakteryzujące się na ogół niskimi empirycznymi wartościami wskaźników efektywności technologicznej.

Rys. 7.17 Granica efektywności technologicznej w chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi z zerowym i dodatnim saldem środków UE.



* Oznaczono wartości uzyskane w stabilnych stanach równowagi z dodatnim skumulowanym saldem środków UE.

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z uzyskanymi wynikami na podstawie modeli wzrostu Solowa-Swana, uwzględnienie dodatniego skumulowanego salda środków UE skutkuje wzrostem wartości kapitału rzeczowego i zarazem PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi. W wyniku czego powstaje nowa, przesunięta na prawo i w górę granica efektywności technologicznej, wyznaczona przez województwa dolnośląskie i mazowieckie. Charakterystyczna jest bardzo wysoka wartość PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi dla województwa dolnośląskiego. Zauważmy, że jest ona wyższa od wartości PKB na osobę pracującą uzyskana w stabilnym stanie równowagi dla województwa mazowieckiego.

Tab. 7.12 Ranking efektywności technologicznej województw dla roku 2008 i chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi.

Pozycja	Województwo	2008	Województwo	St.s.r.	Województwo	St.s.r.*
1	KUJ	1,00	MAZ	1,00	MAZ*	1,00
2	MAZ	1,00	WRM	1,00	DOL*	1,00
3	SLA	1,00	DOL	1,00	SLA*	0,95
4	WIE	0,98	SLA	1,00	ZAC*	0,91
5	POM	0,97	LUL	0,99	LUS*	0,90
6	DOL	0,92	WIE	0,99	POM*	0,89
7	ZAC	0,92	LUS	0,99	LOD*	0,85
8	MAL	0,91	POM	0,96	WIE*	0,84
9	SWI	0,86	SWI	0,95	LUL*	0,75
10	LOD	0,80	ZAC	0,94	MAL*	0,75
11	LUS	0,77	KUJ	0,94	KUJ*	0,72
12	OPL	0,77	LOD	0,93	WRM*	0,72
13	WRM	0,77	PDL	0,91	SWI*	0,71
14	PDL	0,77	MAL	0,88	PDL*	0,68
15	LUL	0,77	PKR	0,87	PKR*	0,68
16	PKR	0,76	OPL	0,77	OPL*	0,62

* Oznaczono wartości uzyskane w stabilnych stanach równowagi z dodatnim skumulowanym saldem środków UE.

Źródło: opracowanie własne.

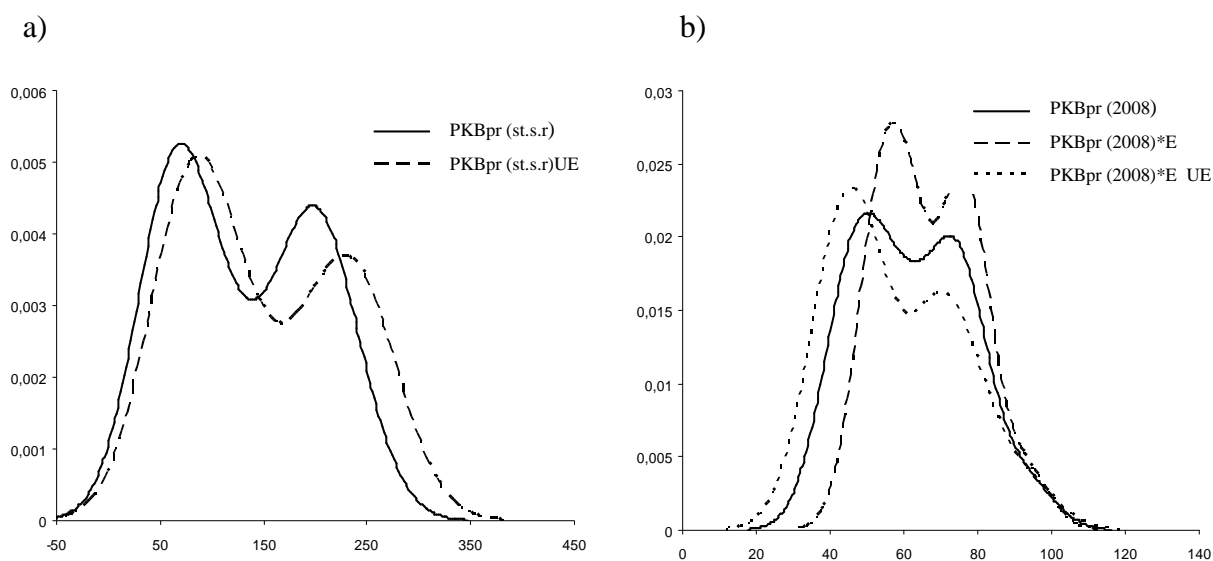
W roku 2008 efektywne były gospodarki województw: kujawsko-pomorskiego, mazowieckiego, śląskiego i to one wyznaczały w omawianym roku granicę efektywności technologicznej. W stabilnym stanie równowagi w modelu z zerowym saldem środków UE granica technologiczna jest wyznaczana przez gospodarki województw: mazowieckiego,

warminsko-mazurskiego, dolnośląskiego i śląskiego. Bardzo wysoką efektywność technologiczną, bliską 1 osiągnęły również gospodarki województw lubelskiego, wielkopolskiego i lubuskiego. Natomiast w stabilnym stanie równowagi w modelu z dodatnim saldem środków UE granicę efektywności technologicznej wyznaczają już tylko gospodarki dwóch województw, mianowicie województwa mazowieckiego i dolnośląskiego.

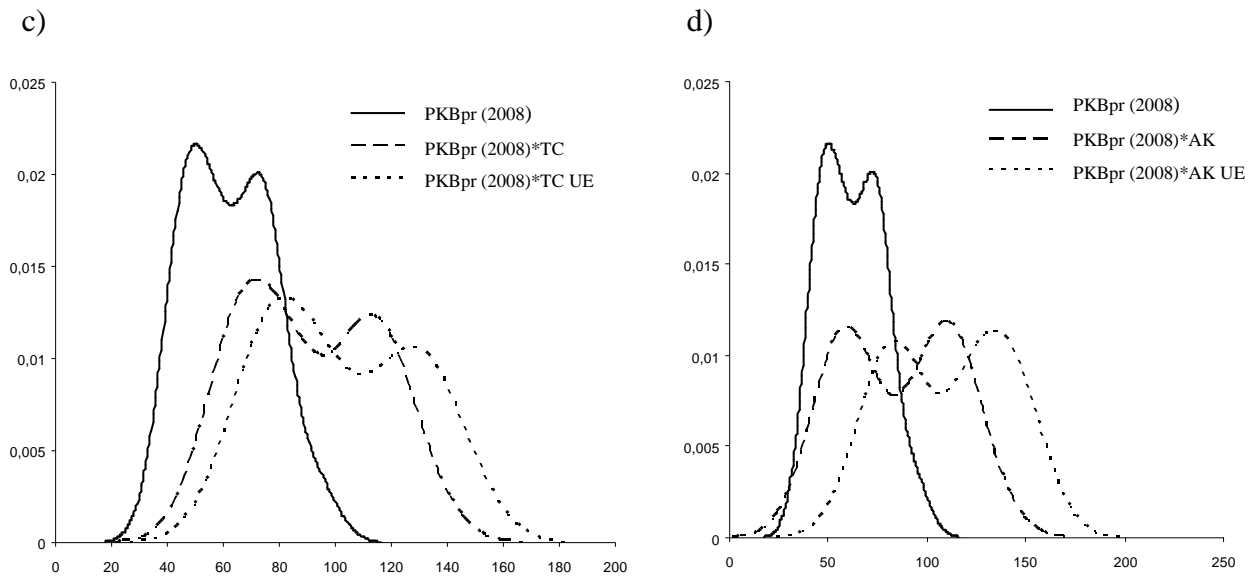
Ewolucja rozkładu PKB na osobę pracującą w województwach w latach 2008 oraz w stabilnych stanach równowagi

Na rysunku 7.17 przedstawiono zmiany rozkładu PKB na osobę pracującą pomiędzy rokiem 2008, a regionalnym rozkładem wartości PKB na osobę pracującą, jaki ukształtuje się w długim horyzoncie czasu w stacjonarnych i stabilnych stanach równowagi. Dodatkowo wyznaczymy rozkłady PKB na osobę pracującą, uwzględniając odrębny wpływ każdego z czynników wzrostu gospodarczego. Wielkość wpływu poszczególnych czynników na zmiany wartości PKB na osobę pracującą, podobnie jak wcześniej, została wyznaczona na podstawie dekompozycji indeksu Malmquista.

Rys. 7.17 Zmiany regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w okresie od roku 2008 do chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi¹⁸².



¹⁸² Symbolem UE oznaczono wartości PKB na osobę pracującą w modelu Solowa-Swana z dodatnim skumulowanym saldem środków Unii Europejskiej.



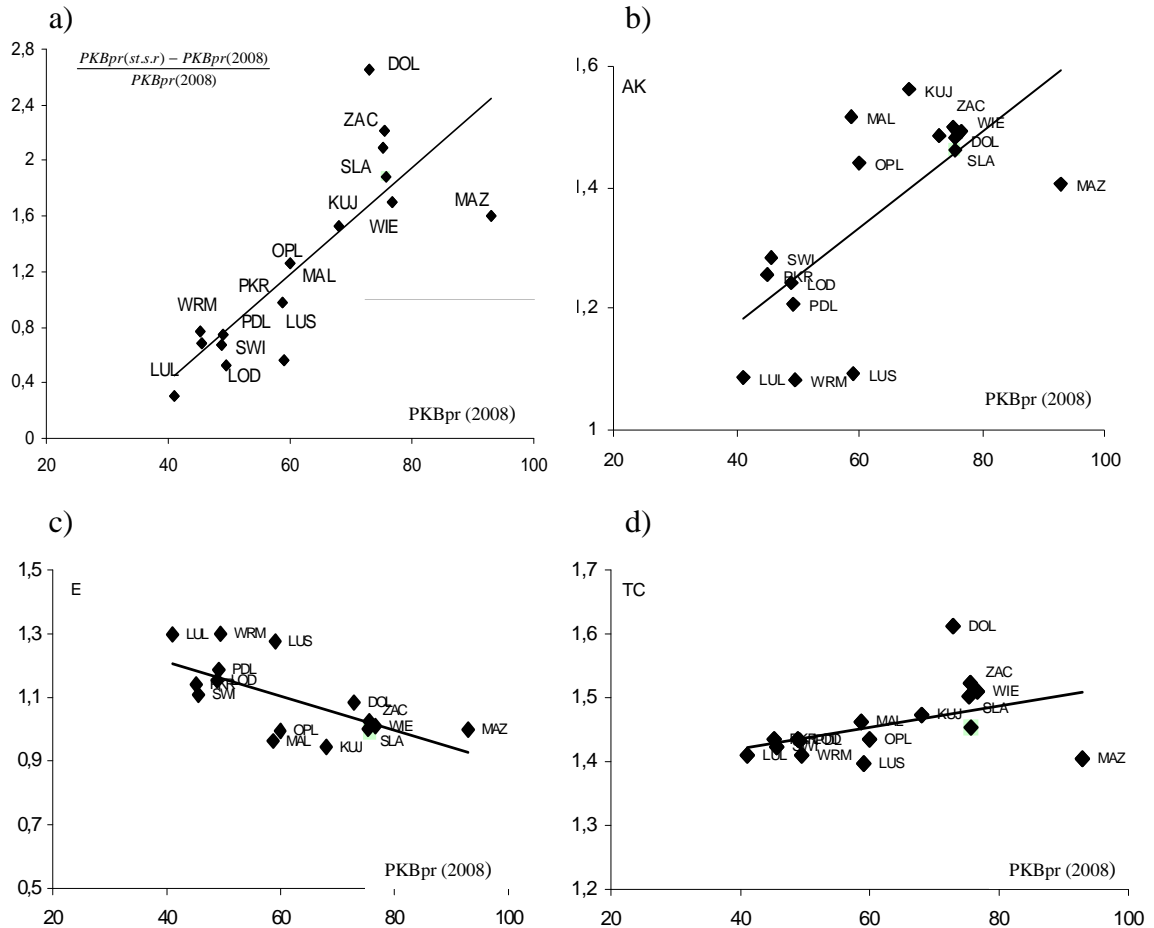
Źródło: opracowanie własne.

Uwzględnienie w modelu Solowa-Swana skumulowanego salda środków UE skutkuje wzrostem wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w stosunku do wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w modelu Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE. Wzrost wartości PKB na osobę pracującą w modelu z dodatnim saldem środków UE jest równoznaczny z przesunięciem rozkładu na prawo w kierunku wyższych wartości (rys.7.17a). Zauważmy przy tym, że rozkłady PKB na osobę pracującą z zerowym i dodatnim saldem środków UE mają podobne kształty. Można zatem wnioskować o umiarkowanym wpływie środków UE na zmniejszanie zróżnicowania regionalnego PKB na osobę pracującą w długim horyzoncie czasu w przyszłości.

Testowanie hipotezy *beta* konwergencji

Weryfikacji hipotezy o *beta* konwergencji, analogicznie jak wcześniej, dokonamy na podstawie oceny siły i kierunku zależności między stopą wzrostu wartości PKB na osobę pracującą pomiędzy rokiem 2008, a wartością PKB na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu Solowa-Swana z zerowym saldem środków UE, a wartością PKB na osobę pracującą w roku początkowym (tutaj 2008). Dodatkowo dokonamy oceny kierunku i siły zależności pomiędzy czynnikami warunkujących wzrost PKB na osobę pracującą w omawianym horyzoncie czasowym, a wartością PKB na osobę pracującą w roku 2008.

Rys. 7.18 PKB na osobę pracującą w 2008 roku i zmiany czynników wzrostu PKB na osobę pracującą w okresie od roku 2008 do chwili osiągnięcia przez regionalne gospodarki stabilnych stanów równowagi.



Źródło: opracowanie własne.

Podobnie jak wcześniej, także i dla rozpatrywanego horyzontu czasu uzyskano dodatnią zależność między stopą wzrostu wartości PKB na osobę pracującą w rozpatrywanym horyzoncie czasu, a wartością PKB na osobę pracującą w roku 2008. Kierunek zależności pomiędzy wartościami PKB na osobę pracującą w roku 2008, a skalą wpływu czynników wzrostu gospodarczego sugeruje, że głównymi przyczynami przewidywanej dywergencji PKB na osobę pracującą w przyszłości będzie efekt akumulacji kapitału rzeczowego oraz przesuwanie granicy efektywności technologicznej.

7.7. Podsumowanie

W rozdziale przeprowadziliśmy analizę nierówności regionalnych w województwach w Polsce na podstawie efektów wzrostu gospodarczego, wyrażonych za pomocą PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą. Przedmiotem naszego szczególnego zainteresowania była próba oceny skuteczności oddziaływania środków unijnych wydatkowanych w ramach polityki spójności UE na konwergencję regionalnego PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce.

Przedstawione i omówione wyniki tworzą pewien spójny obraz nierówności regionalnych w Polsce w układzie województw. Należy zwrócić szczególną uwagę na zbyt duże dysproporcje przestrzenne pomiędzy województwami pod kątem rozkładów efektów wzrostu mierzonego za pomocą PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą. W szczególności zauważalny jest wyraźny podział kraju na część zachodnią, charakteryzującą się wyższymi wartościami PKB na osobę pracującą i znacznie uboższe województwa Polski wschodniej.

Cel badawczy dotyczący procesów konwergencji PKB na osobę pracującą w polskich regionach osiągnięto w wyniku zastosowania kilku wzajemnie uzupełniających się metod. W szczególności przeprowadzono analizę dynamiki rozkładów regionalnego PKB *p.c.* i PKB na osobę pracującą w ujęciu retrospektywnym na podstawie danych statystycznych., a następnie w ujęciu prospektywnym dla wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi, wyznaczonych na podstawie modelu Solowa-Swana z saldem środków UE.

W wyniku zrealizowanych w niniejszym rozdziale celów badawczych należy wnioskować o rosnącej polaryzacji wartości PKB *p.c.*, i PKB na osobę pracującą w polskich regionach, która prawdopodobnie nadal będzie się pogłębiać. Najszybciej w Polsce rozwijają się regiony obejmujące swoim zasięgiem duże miasta, o silnej koncentracji wykształconej siły roboczej, potrafiącej najlepiej wykorzystać osiągnięcia postępu technologicznego. Nie bez znaczenia dla wzrostu i rozwoju gospodarczego pozostaje wyposażenie regionu w szeroko rozumianą infrastrukturę. Przeprowadzone symulacje prowadzą do podstawowego wniosku o dalszej dywergencji pod względem wartości PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce w długim okresie. Świadczy o tym zbliżony poziom PKB na osobę pracującą w latach 2004 – 2008 i w stabilnych stanach równowagi.

Uzyskane wyniki pokazują, że polityka spójności Unii Europejskiej oddziałuje pozytywnie na wzrost gospodarczy w Polsce. Takie pozytywne oddziaływanie można zauważyć także w poszczególnych regionach Polski, która jest obecnie największym beneficjentem tej polityki. W przypadku wszystkich województw w Polsce, zgodnie z

oczekiwaniami, można zaobserwować zwiększenie się tempa zbieżności ścieżek wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą do stabilnych stanów równowagi, a co za tym idzie skrócenie okresów połowicznej ich zbieżności do stabilnych stanów równowagi.

Uzyskane wyniki wykazały skrócenie okresów zbieżności PKB na osobę pracującą do stacjonarnych, stabilnych stanów równowagi w modelu z saldem środków UE. Natomiast na podstawie wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi należy wnioskować o prawdopodobnej dywergencji PKB na osobę pracującą w długim okresie. Długookresowe regionalne rozkłady wartości tej zmiennej w stabilnych stanach równowagi, otrzymywanych na podstawie modeli wzrostu, wykazywały większe zróżnicowanie międzyregionalnych wartości PKB na osobę pracującą, sugerując ograniczoną skuteczność środków UE w łagodzeniu nierówności regionalnego PKB na osobę pracującą. Uwzględnienie w modelach dodatniego salda środków UE skutkuje wyższymi wartościami PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi, przy jednoczesnym wzroście jego regionalnego zróżnicowania

Ocena skuteczności wydatkowania środków unijnych w ramach prowadzonej w Polsce polityki spójności dotyczy przede wszystkim oceny skuteczności w realizacji jej celów. Na obecnym etapie wdrażania polityki spójności w perspektywie 2007 – 2013, pełna ocena jej skuteczności nie jest jeszcze możliwa, gdyż jej realizacja nie została jeszcze zakończona. W odniesieniu do celu konwergencja, przeprowadzone badanie nie potwierdza skuteczności interwencji i jednocześnie wskazuje, że cel ten prawdopodobnie nie zostanie osiągnięty w długim okresie czasu. Wynika to przede wszystkim z przeprowadzonej analizy regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi.

Konwergencja gospodarcza między regionami wymaga szybszego rozwoju słabiej rozwiniętych obszarów. Biorąc jednak pod uwagę skromny udział środków Unii Europejskiej w PKB Polski i poszczególnych województw skala zmian nierówności regionalnych wyrażanych za pomocą rozkładów PKB na osobę pracującą w stacjonarnych i stabilnych stanach równowagi miała ograniczony zakres. Dlatego osiągnięcie celu, jakim jest zmniejszanie zróżnicowania polskich regionów wymaga zwiększenia udziału mechanizmów sprzyjających absorpcji środków przez słabiej rozwinięte obszary geograficzne, gdyż z przeprowadzonego badania wynika, że rozkład geograficzny absorpcji środków unijnych prowadzi w długim okresie czasu nieuchronnie do dywergencji PKB na osobę pracującą.

Wyniki badań pokazały, że obserwowany sposób absorpcji środków unijnych nie będzie w długim okresie czasu źródłem konwergencji PKB na osobę pracującą między

regionami. W związku z tym wydaje się, że przy dystrybucji środków UE pożądane jest uwzględnienie w większym stopniu specjalizacji regionalnej i specyfiki regionów, gdyż taki podział środków UE mógłby być korzystny dla większej ich skuteczności w łagodzeniu regionalnych nierówności w zakresie PKB na osobę pracującą. Dlatego osiągnięcie celu konwergencji, w rozumieniu polityki spójności realizowanej w perspektywie 2007 – 2013, wymaga szerokiego stosowania instrumentów, zwiększających absorpcję środków pomocowych w słabiej rozwiniętych obszarach geograficznych. Jednocześnie należy wziąć pod uwagę, że w wielu przypadkach koncentracja środków w „centrach rozwoju” jest bardziej efektywna z punktu widzenia celu rozwojowego, niż równomierny podział tych samych środków na całym obszarze, co w gruncie rzeczy prowadzi do sprzeczności w dążeniu do łagodzenia nierówności między regionami, a efektywnością wykorzystania środków UE.

Aneks do rozdziału 7

A. 7.1 Wartości podstawowych parametrów regionalnych modeli wzrostu dla lat 1998 – 2008 otrzymane przy założeniu optymalnej efektywności technologicznej¹⁸³.

Parametry	DOL	KUJ	LUL	LUS	LOD	MAL	MAZ	OPL	
A_i	24,7	67,6	114,2	37,4	65,3	63,2	11,1	20	
α_i	0,679	0,587	0,537	0,642	0,59	0,594	0,747	0,698	
$\eta_i + \rho$	0,05	0,041	0,052	0,062	0,06	0,05	0,062	0,034	
sK_i	1998	0,191	0,143	0,109	0,165	0,134	0,151	0,252	0,137
	1999	0,201	0,148	0,111	0,178	0,153	0,171	0,257	0,132
	2000	0,172	0,130	0,098	0,142	0,130	0,158	0,277	0,111
	2001	0,179	0,123	0,090	0,131	0,128	0,126	0,230	0,090
	2002	0,146	0,120	0,084	0,121	0,112	0,127	0,164	0,078
	2003	0,131	0,107	0,085	0,121	0,111	0,137	0,146	0,082
	2004	0,134	0,100	0,084	0,097	0,101	0,120	0,144	0,084
	2005	0,139	0,117	0,088	0,110	0,117	0,128	0,138	0,090
	2006	0,165	0,123	0,092	0,111	0,122	0,153	0,145	0,093
	2007	0,175	0,146	0,102	0,121	0,150	0,160	0,162	0,107
2008	0,179	0,175	0,127	0,122	0,160	0,165	0,180	0,114	
Parametry	PKR	PDL	POM	SLA	SWI	WRM	WIE	ZAC	
A_i	74,50	50,20	22,20	21,70	74,40	39,60	36,00	21,50	
α_i	0,577	0,615	0,689	0,691	0,578	0,637	0,646	0,692	
$\eta_i + \rho$	0,051	0,052	0,055	0,050	0,050	0,063	0,047	0,043	
sK_i	1998	0,170	0,121	0,170	0,175	0,145	0,116	0,178	0,150
	1999	0,144	0,116	0,180	0,174	0,137	0,112	0,185	0,137
	2000	0,115	0,100	0,167	0,153	0,112	0,102	0,169	0,138
	2001	0,103	0,084	0,125	0,121	0,091	0,092	0,159	0,113
	2002	0,111	0,089	0,121	0,120	0,107	0,100	0,140	0,100
	2003	0,119	0,097	0,115	0,118	0,096	0,100	0,155	0,099
	2004	0,109	0,095	0,121	0,112	0,100	0,094	0,136	0,110
	2005	0,111	0,109	0,129	0,119	0,097	0,115	0,131	0,104
	2006	0,117	0,116	0,146	0,142	0,094	0,132	0,137	0,134
	2007	0,122	0,121	0,181	0,161	0,116	0,136	0,146	0,131
2008	0,134	0,133	0,197	0,174	0,156	0,144	0,174	0,170	

Źródło: obliczenia własne.

¹⁸³ Parametry wyznaczone na podstawie zmiennych wyrażonych w cenach stałych z 2004 r.

A. 7.2 Wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą obserwowane i w stabilnych stanach równowagi w województwach w Polsce w zł¹⁸⁴.

Województwo	Rok	$k_i(t)$	* 4 $k_i(t)$	* 5 $k_i(t)$	* * 5 $k_i(t) = e_i(t)k_i(t)$
DOL	2004	140 901	508 670	550 450	509 570
	2005	133 048	542 430	578 800	560 951
	2006	126 714	813 290	854 020	945 591
	2007	130 231	952 450	990 080	1 112 705
	2008	137 393	1 181 540	1 216 520	1 184 245
KUJ	2004	100 060	252 850	278 270	257 701
	2005	98 861	331 730	355 260	361 166
	2006	104 679	374 540	404 800	412 057
	2007	106 963	573 670	633 180	645 617
	2008	112 322	881 160	939 210	960 059
LUL	2004	88 603	81 860	92 770	91 561
	2005	83 759	85 580	95 250	98 768
	2006	88 475	94 650	107 060	111 487
	2007	87 334	112 350	142 000	158 208
	2008	88 359	158 240	187 310	228 302
LUS	2004	123 476	116 560	138 710	114 907
	2005	119 263	151 500	171 590	150 292
	2006	119 203	155 380	179 030	157 676
	2007	128 343	217 600	245 690	198 048
	2008	131 513	194 660	222 660	201 040
LOD	2004	107 878	111 300	124 250	109 349
	2005	109 187	154 180	165 310	148 268
	2006	111 170	165 680	179 730	167 841
	2007	106 260	262 320	280 030	270 791
	2008	100 243	287 150	302 410	310 227
MAL	2004	103 376	232 420	244 600	251 148
	2005	99 603	246 330	254 870	286 070
	2006	98 310	349 840	360 650	441 896
	2007	106 441	401 980	433 550	516 118
	2008	106 476	438 140	466 850	554 344
MAZ	2004	192 570	381 470	399 270	406 253
	2005	189 695	324 300	352 210	357 343
	2006	177 867	392 640	415 270	422 767
	2007	175 562	604 070	656 170	673 265
	2008	169 087	912 270	956 250	988 979
OPL	2004	153 189	260 270	296 910	447 790
	2005	139 238	345 660	376 740	531 633
	2006	139 866	380 360	419 880	605 362
	2007	145 384	509 280	555 590	929 443
	2008	134 753	586 370	628 130	1 144 650
PKR	2004	100 729	159 260	173 780	182 122
	2005	97 463	155 630	168 490	185 861
	2006	97 599	179 480	195 040	213 732
	2007	99 570	209 790	257 970	275 405
	2008	97 605	246 180	291 430	322 586

¹⁸⁴ Wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą podano w cenach stałych z roku 2004.

Tab. 7.2 – cd.

Województwo	Rok	$k_i(t)$	^{* 4} $k_i(t)$	^{* 5} $k_i(t)$	[*] $k_i(t) = e_i(t)k_i(t)$
PDL	2004	114 097	133 970	152 230	150 770
	2005	109 850	165 210	181 930	201 494
	2006	116 658	183 950	205 340	238 073
	2007	112 143	198 530	257 330	311 851
	2008	105 687	244 550	298 460	369 760
POM	2004	137 859	133 970	305 110	302 541
	2005	134 005	165 210	329 470	360 052
	2006	138 638	183 950	441 550	523 711
	2007	135 010	198 530	844 400	1 020 455
	2008	135 433	244 550	1 107 180	1 328 127
SLA	2004	129 461	273 480	304 010	320 163
	2005	123 385	325 660	351 610	373 366
	2006	128 025	569 040	602 530	648 176
	2007	128 659	844 560	877 670	972 767
	2008	129 448	1 076 120	1 104 310	1 232 489
SWI	2004	102 828	133 800	149 530	158 155
	2005	95 804	126 070	139 860	146 644
	2006	92 128	114 690	130 660	140 992
	2007	87 287	157 810	207 650	262 526
	2008	87 953	274 510	324 170	461 571
WRM	2004	115 759	96 260	115 760	100 959
	2005	111 042	138 780	157 840	156 279
	2006	106 664	127 630	147 960	221 573
	2007	105 278	138 200	189 920	278 522
	2008	106 001	179 430	230 280	313 826
WIE	2004	122 810	536 780	560 510	512 552
	2005	120 966	455 380	473 810	452 111
	2006	124 308	500 900	525 050	523 483
	2007	128 340	588 410	618 240	620 729
	2008	135 350	917 400	943 470	1 002 052
ZAC	2004	140 234	438 750	499 530	499 114
	2005	136 701	340 740	400 280	426 649
	2006	143 395	691 340	766 960	917 932
	2007	148 921	646 850	731 410	869 028
	2008	144 864	1 223 710	1 302 570	1 868 725

Źródło: opracowanie własne.

Oznaczenia: $k_i(t)$ - obserwowana wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą w i -tym województwie w

roku t , $k_i(t)$ - wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu

wzrostu z zerowym saldem środków UE w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t , $k_i(t)$ - wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu wzrostu z niezerowym saldem środków UE w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t ,

$k_i(t) = e_i(t)k_i(t)$ - wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu wzrostu z niezerowym saldem środków UE i pełną efektywnością techniczną w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t

A. 7.3 Relacje między wartościami kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi i obserwowanymi w województwach w Polsce.

Województwo	Rok	* 4 $k_i(t)/k_i(t)$	* 5 $k_i(t)/k_i(t)$	* $k_i(t)/k_i(t)$	* 5 * 4 $k_i(t)/k_i(t)$	* * 4 $k_i(t)/k_i(t)$
DOL	2004	3,61	3,91	3,62	1,08	1,00
	2005	4,08	4,35	4,22	1,07	1,03
	2006	6,42	6,74	7,46	1,05	1,16
	2007	7,31	7,60	8,54	1,04	1,17
	2008	8,60	8,85	8,62	1,03	1,00
KUJ	2004	2,53	2,78	2,58	1,10	1,02
	2005	3,36	3,59	3,65	1,07	1,09
	2006	3,58	3,87	3,94	1,08	1,10
	2007	5,36	5,92	6,04	1,10	1,13
	2008	7,84	8,36	8,55	1,07	1,09
LUL	2004	0,92	1,05	1,03	1,13	1,12
	2005	1,02	1,14	1,18	1,11	1,15
	2006	1,07	1,21	1,26	1,13	1,18
	2007	1,29	1,63	1,81	1,26	1,41
	2008	1,79	2,12	2,58	1,18	1,44
LUS	2004	0,94	1,12	0,93	1,19	0,99
	2005	1,27	1,44	1,26	1,13	0,99
	2006	1,30	1,50	1,32	1,15	1,01
	2007	1,70	1,91	1,54	1,13	0,91
	2008	1,48	1,69	1,53	1,14	1,03
LOD	2004	1,03	1,15	1,01	1,12	0,98
	2005	1,41	1,51	1,36	1,07	0,96
	2006	1,49	1,62	1,51	1,08	1,01
	2007	2,47	2,64	2,55	1,07	1,03
	2008	2,86	3,02	3,09	1,05	1,08
MAL	2004	2,25	2,37	2,43	1,05	1,08
	2005	2,47	2,56	2,87	1,03	1,16
	2006	3,56	3,67	4,49	1,03	1,26
	2007	3,78	4,07	4,85	1,08	1,28
	2008	4,11	4,38	5,21	1,07	1,27
MAZ	2004	1,98	2,07	2,11	1,05	1,06
	2005	1,71	1,86	1,88	1,09	1,10
	2006	2,21	2,33	2,38	1,06	1,08
	2007	3,44	3,74	3,83	1,09	1,11
	2008	5,40	5,66	5,85	1,05	1,08
OPL	2004	1,70	1,94	2,92	1,14	1,72
	2005	2,48	2,71	3,82	1,09	1,54
	2006	2,72	3,00	4,33	1,10	1,59
	2007	3,50	3,82	6,39	1,09	1,83
	2008	4,35	4,66	8,49	1,07	1,95
PKR	2004	1,58	1,73	1,81	1,09	1,14
	2005	1,60	1,73	1,91	1,08	1,19
	2006	1,84	2,00	2,19	1,09	1,19
	2007	2,11	2,59	2,77	1,23	1,31
	2008	2,52	2,99	3,31	1,18	1,31

Tab. 7.3 – cd.

Województwo	Rok	* 4 $k_i(t)/k_i(t)$	* 5 $k_i(t)/k_i(t)$	* $k_i(t)/k_i(t)$	* 5 * 4 $k_i(t)/k_i(t)$	* * 4 $k_i(t)/k_i(t)$
PDL	2004	1,17	1,33	1,32	1,14	1,13
	2005	1,50	1,66	1,83	1,10	1,22
	2006	1,58	1,76	2,04	1,12	1,29
	2007	1,77	2,29	2,78	1,30	1,57
	2008	2,31	2,82	3,50	1,22	1,51
POM	2004	0,97	2,21	2,19	2,28	2,26
	2005	1,23	2,46	2,69	1,99	2,18
	2006	1,33	3,18	3,78	2,40	2,85
	2007	1,47	6,25	7,56	4,25	5,14
	2008	1,81	8,18	9,81	4,53	5,43
SLA	2004	2,11	2,35	2,47	1,11	1,17
	2005	2,64	2,85	3,03	1,08	1,15
	2006	4,44	4,71	5,06	1,06	1,14
	2007	6,56	6,82	7,56	1,04	1,15
	2008	8,31	8,53	9,52	1,03	1,15
SWI	2004	1,30	1,45	1,54	1,12	1,18
	2005	1,32	1,46	1,53	1,11	1,16
	2006	1,24	1,42	1,53	1,14	1,23
	2007	1,81	2,38	3,01	1,32	1,66
	2008	3,12	3,69	5,25	1,18	1,68
WRM	2004	0,83	1,00	0,87	1,20	1,05
	2005	1,25	1,42	1,41	1,14	1,13
	2006	1,20	1,39	2,08	1,16	1,74
	2007	1,31	1,80	2,65	1,37	2,02
	2008	1,69	2,17	2,96	1,28	1,75
WIE	2004	4,37	4,56	4,17	1,04	0,95
	2005	3,76	3,92	3,74	1,04	0,99
	2006	4,03	4,22	4,21	1,05	1,05
	2007	4,58	4,82	4,84	1,05	1,05
	2008	6,78	6,97	7,40	1,03	1,09
ZAC	2004	3,13	3,56	3,56	1,14	1,14
	2005	2,49	2,93	3,12	1,17	1,25
	2006	4,82	5,35	6,40	1,11	1,33
	2007	4,34	4,91	5,84	1,13	1,34
	2008	8,45	8,99	12,90	1,06	1,53

Źródło: opracowanie własne.

Oznaczenia: $k_i(t)$ - obserwowana wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą w i -tym województwie w

roku t , $k_i(t)$ - wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu

wzrostu z zerowym saldem środków UE w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t , $k_i(t)$ - wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu wzrostu z niezerowym saldem środków UE w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t ,

$k_i(t) = e_i(t) k_i(t)$ - wartość kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stabilnym stanie równowagi w modelu wzrostu z niezerowym saldem środków UE i pełną efektywnością techniczną w i -tym województwie dla wartości parametrów z roku t .

Zakończenie

Problematyka konwergencji gospodarczej w naukach ekonomicznych i w praktyce gospodarczej od lat pozostaje jednym z istotniejszych problemów badawczych w ekonomii. Dynamiczny rozwój cywilizacyjny świata nadał konwergencji wyjątkowe znaczenie, czyniąc ją przedmiotem oceny w licznych płaszczyznach działalności gospodarczej. Potrzeba pomiaru konwergencji gospodarczej wzrasta wraz z postępującymi procesami integracji gospodarczej oraz globalizacji. Próby wyrównywania regionalnych dysproporcji w poziomach rozwoju gospodarczego stanowią istotny cel działań podejmowanych w ramach polityki regionalnej UE. Polska wraz z przystąpieniem do Unii Europejskiej w dn. 1 maja 2004 roku, została włączona w nurt realizowanej w niej polityki spójności, której podstawowym celem jest dążenie do równomiernego wzrostu gospodarczego na terenie całej Unii Europejskiej, a w konsekwencji do większej konwergencji gospodarczej. Ponieważ rozwój regionalny Polski cechuje się stosunkowo dużym zróżnicowaniem, więc w naturalny sposób pojawia się pytanie o wpływ polityki spójności Unii Europejskiej na zmniejszanie dysproporcji w rozwoju gospodarczym regionów Polski.

W obliczu integrujących się rynków, przed krajami, ale także przed regionami i gospodarkami ugrupowań integracyjnych, pojawiły się nowe wyzwania, wynikające z nasilającej się konkurencji ze strony zagranicznych przedsiębiorstw na rynku wewnętrznym oraz z konieczności pokonywania wielu barier na drodze do zdobywania nowych zagranicznych rynków zbytu. Tradycyjnie pojęcie konkurencyjności odnosiło się na ogół do podmiotów gospodarczych. Współcześnie, konkurencyjność rozumiana jest także jako cecha układów terytorialnych w tym państw, regionów oraz ugrupowań integracyjnych. Konkurencyjność gospodarcza związana jest z efektywnością i konwergencją gospodarczą. W tej sytuacji powinnością polskich ekonomistów i praktyków życia gospodarczego jest proponowanie rozwiązań, które umożliwią zwiększenie efektywności działalności gospodarczej i jej konkurencyjności, a w konsekwencji powiększą zdolność do rozwoju społeczno – gospodarczego i konwergencji zarówno pojedynczych regionów lub krajów jak i gospodarek ugrupowań integracyjnych.

Stosowana w rozprawie doktorskiej metoda DEA (*Data Envelopment Analysis*) do badania efektywności gospodarczej i konwergencji może na tę potrzebę w dużym stopniu odpowiedzieć i zarazem stanowić ważny przyczynek do poszukiwania nowych rozwiązań w obszarze badań nad konwergencją gospodarczą i nierównościami regionalnymi. Taki rodzaj

jej zastosowania wypełnia też swoistą lukę w polskiej literaturze ekonomicznej. O ile, bowiem w światowej literaturze problematyka badania efektywności gospodarczej metodą DEA była wielokrotnie podejmowana od wielu już lat, a dorobek ten znajduje swoje odzwierciedlenie w wielu pracach¹⁸⁵, to w Polsce niewiele było dotąd tego typu opracowań.

W rozprawie przeprowadziliśmy analizę nierówności regionalnych w województwach w Polsce na podstawie danych statystycznych o zasobach czynników produkcji oraz o wzroście gospodarczym, wyrażonym za pomocą PKB *p.c.* lub PKB na osobę pracującą. Przedmiotem naszego szczególnego zainteresowania była ocena konwergencji gospodarczej i skuteczności oddziaływania na jej przebieg środków unijnych, wydatkowanych w ramach realizowanej w Polsce polityki spójności UE. Dużą wagę przywiązywaliśmy także do problematyki efektywności technologii stosowanych w gospodarkach poszczególnych województw w Polsce oraz do analizy przewidywanych nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą wraz z identyfikacją ich przyczyn.

Zrealizowanie sformułowanej problematyki badawczej zostało dokonane poprzez realizację celów cząstkowych, do których zaliczyliśmy:

- a) omówienie genezy polityki spójności UE, celów i instrumentów ich realizacji. Przy omawianiu instrumentów polityki spójności dużą wagę przywiązano do funduszy UE, będących skutecznym narzędziem realizacji celów tej polityki,
- b) rozpoznanie skali istniejących nierówności regionalnych w Polsce pod względem zasobów czynników i efektów wzrostu gospodarczego wyrażanego w kategoriach PKB, PKB *per capita* i PKB na osobę pracującą,
- c) określenie determinant konkurencyjności technologicznej regionalnych gospodarek,
- d) identyfikację najważniejszych przyczyn nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą w polskich regionach,
- e) określenie przyczyn nieefektywności technologicznej gospodarek polskich regionów, a dla gospodarek nieefektywnych technologicznie zaproponowanie takich technologii, które pozwolą tę nieefektywność w optymalny sposób wyeliminować,
- f) dokonanie oceny wpływu ewolucji struktur zatrudnienia w polskich regionach, na efektywność technologii stosowanych w tych regionach,
- g) stworzenie rankingów efektywności technologicznej regionalnych gospodarek dla technologii empirycznych oraz przewidywanych przyszłych technologii,

¹⁸⁵ Np. bibliografia metody DEA opracowana przez Tawaresa (2002) za lata 1978–2001 zawiera ponad 3000 pozycji.

- h) dokonanie oceny procesów konwergencji (dywergencji) PKB na osobę pracującą w ujęciu retrospektywnym oraz zidentyfikowanie ich źródeł,
- i) dokonanie prospektywnej oceny skuteczności polityki spójności Unii Europejskiej w łagodzeniu nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą w polskich regionach,
- j) rozpatrzenie różnych scenariuszy przewidywanych nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą z jednoczesną identyfikacją ich najważniejszych przyczyn,
- k) dokonanie pomiaru tempa zbieżności oraz wyznaczenie okresów połowicznej zbieżności ścieżek wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą do stacjonarnych, stabilnych stanów równowagi w modelach wzrostu bez i z saldem środków UE,
- l) przeprowadzenie oceny wpływu polityki spójności Unii Europejskiej na efektywność technologii stosowanych w gospodarkach polskich regionów,
- m) dokonanie oceny trafności i przydatności zastosowanych narzędzi, ze szczególnym uwzględnieniem metody DEA,
- n) dokonanie oceny wartości poznawczej uzyskanych wyników badań.

Wyniki poznawcze pracy

W wyniku zrealizowania przyjętych celów badawczych, sformułowano szereg wniosków, które podzielono na dwie grupy. Pierwsza grupa obejmuje wnioski dotyczące potencjału analitycznego stosowanych w pracy metod oraz ich przydatności w badaniach nad nierównościami regionalnymi, konwergencją gospodarczą i efektami polityki spójności UE. Druga grupa wniosków dotyczy przeprowadzonej w rozprawie analizy nierówności regionalnych w zakresie regionalnych rozkładów zasobów czynników wzrostu gospodarczego, jego efektów, przyczyn istniejących i przyszłych, przewidywanych nierówności regionalnych w zakresie PKB na osobę pracującą oraz oddziaływania na ich łagodzenie polityki spójności UE.

Wnioski metodologiczne

Metody opisane w literaturze przedmiotu i stosowane do opisu procesów konwergencji PKB *p.c.* lub PKB na osobę pracującą sprowadzają się najczęściej do estymacji

lub kalibracji parametrów modeli ekonomicznych. W badaniach tego typu wykorzystuje się na ogół neoklasyczne modele egzogenicznego wzrostu gospodarczego

W niniejszej pracy do badań nad konwergencją gospodarczą i nierównościami regionalnymi zastosowano nieparametryczną metodę DEA. Do najistotniejszych jej zalet zaliczamy niewielkie wymagania dotyczące liczby obserwacji statystycznych. Metoda DEA posiada ważną cechę, która sprawia, że dla jej użycia nie jest wymagana znajomość zależności funkcyjnej między nakładami a wynikami gospodarowania - utożsamianej z makroekonomiczną funkcją produkcji.

W wyniku zastosowania metody DEA włączyliśmy do rozważań nowy i bardzo ważny aspekt, jakim jest efektywność technologii stosowanych w gospodarkach regionalnych. Dzięki temu możliwe było wskazanie gospodarek wzorcowych, charakteryzujących się najwyższą względną efektywnością technologiczną, a także przeprowadzenie analizy porównawczej efektywności technologii stosowanych we wszystkich badanych regionach i jej zmian w czasie. Metoda ta wraz ze swoim potencjałem analitycznym umożliwiła nam określenie przyczyn nieefektywności gospodarek o relatywnie niższych wartościach wskaźników efektywności technologicznej oraz uzyskanie informacji o takich koniecznych zmianach w strukturze nakładów lub wyników, które pozwoliłyby tę nieefektywność w optymalny sposób wyeliminować.

Efektywność ekonomiczna regionalnych gospodarek zależy nie tylko od wielkości i struktury nakładów, technologii czy sposobu organizacji produkcji, lecz również od skali produkcji. Dla każdej gospodarki regionalnej lub krajowej istnieje bowiem taka wielkość produkcji, która pozwala w pełni wykorzystywać efekty (korzyści) skali. W wyniku zastosowania metody DEA możliwe było dokonanie oceny wpływu efektów skali na poziom efektywności technologii. Przeprowadzone badania wykazały, że jedną z ważnych przyczyn relatywnie niższej efektywności technologicznej w większości gospodarek województw w Polsce była nieoptymalna skala produkcji, przez co gospodarki te nie w pełni wykorzystywały korzyści skali produkcji.

Dzięki rozszerzeniu metody DEA o dodatkowe narzędzie, jakim jest indeks Malmquista znacznie zwiększyliśmy obszar wnioskowania o nierównościach regionalnych. Indeks ten dostarcza informacji dotyczących czynników oddziałujących na zmiany produktywności gospodarki w czasie. Metoda DEA, w połączeniu z indeksem Malmquista pozwoliła nam w każdym z województw rozpoznać wielkość oraz źródła zmian produktywności pomiędzy dwoma ustalonymi okresami. Zmiana obserwowanej produktywności, opisywanej indeksem Malmquista, może być rezultatem zmian: w

stosowanej technologii produkcji, efektywności technologicznej lub akumulacji kapitału rzeczowego.

W wyniku dekompozycji wartości indeksu Malmquista możliwe było przeprowadzenie wielu ciekawych symulacji. W szczególności dokonano oceny wpływu czynników wzrostu gospodarczego na zmiany regionalnego rozkładu PKB na osobę pracującą. Dla osiągnięcia tego celu posłużono się metodą estymacji jądrowej zaproponowaną przez Quaha (1996). Polega ona na analizie rozkładu PKB na osobę pracującą i jego zmian w czasie. Zastosowanie tej metody pozwoliło nam przedstawić ewolucję regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą w kolejnych badanych latach. Estymator jądrowy pozwala wyznaczyć funkcję gęstości bez konieczności uwzględniania z góry przyjętego rozkładu. Dzięki uniezależnieniu się od przyjętego z góry, określonego typu rozkładu, możliwe jest określenie wielu własności badanej funkcji, np. położenie modalnych, symetrii, lub postaci rozkładu dla skrajnych wartości zmiennej. Ponadto na podstawie wyników otrzymanych na podstawie dekompozycji indeksu Malmquista przeprowadzono analizę hipotetycznych, regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą z uwzględnieniem wpływu poszczególnych składowych tego indeksu na zmiany rozkładu PKB na osobę pracującą.

Na podstawie wartości składowych indeksu Malmquista możliwe było także przeprowadzenie analizy beta konwergencji. W tym celu oszacowaliśmy modele regresji opisujące zależności między stopami wzrostu PKB na osobę pracującą, a wartościami PKB na osobę pracującą w chwili początkowej oraz czynnikami warunkującymi procesy jego wzrostu w rozpatrywanym horyzoncie czasu. Jako czynniki wzrostu uwzględniliśmy składowe indeksu Malmquista. W wyniku czego rozpoznaliśmy najważniejszych przyczyny konwergencji (dywergencji) gospodarczej. Rozpatrzyliśmy oddzielnie wpływ każdego z czynników wzrostu gospodarczego na zmiany PKB na osobę pracującą. Na podstawie siły i kierunku zależności pomiędzy wzrostem gospodarczym, a procesami akumulacji kapitału rzeczowego, postępowaniem technologicznym oraz zmianami wartości wskaźnika relatywnej efektywności technologicznej, dokonaliśmy wnioskowania o zachodzących procesach konwergencji, dywergencji albo braku tego typu związków. W naszej ocenie, procesy konwergencji zachodziły wtedy, gdy wzrost PKB na osobę pracującą ze względu na każdy z tych czynników był większy w regionach o niższej początkowej wartości PKB na pracującego. Z kolei niższe wartości stóp wzrostu PKB na osobę pracującą w regionach o niższej początkowej wartości PKB na osobę pracującą generowały dywergencję.

Wnioski empiryczne

Polska wraz z przystąpieniem w dn. 1 maja 2004 roku do Unii Europejskiej, została włączona w nurt realizowanej w niej polityki spójności. Przynależność do Unii Europejskiej ma dla Polski i poszczególnych jej regionów bardzo wymierne skutki finansowe. Z jednej strony stajemy się, w większym zakresie niż przed akcesją, adresatem unijnych funduszy. Z drugiej zaś strony, Polska, jak wszystkie państwa członkowskie, musi zasilać budżet Unii Europejskiej. Dlatego skutki finansowe członkostwa w UE oceniano przez pryzmat wyniku netto w rozliczeniach z budżetem unijnym. Podstawowym wnioskiem wynikającym ze zrealizowanego celu badawczego było uzyskanie we wszystkich regionach w interesującym nas horyzoncie czasu dodatnich sald środków Unii Europejskiej. W okresie 2004 – 2008 wszystkie regiony odnosiły korzyści finansowe netto, wynikające z realizowanej w nich polityki spójności Unii Europejskiej. Korzyści te są jednak bardzo zróżnicowane w czasie i w przestrzeni.

Pozytywnie należy ocenić kroki zmierzające do przekazywania w ramach Regionalnych Programów Operacyjnych coraz większej odpowiedzialności za strategiczne programowanie rozwoju ekonomiczno-społecznego na poziom regionalny, a więc bliżej społeczności lokalnych, co implikuje lepsze rozpoznanie ich potrzeb.

Przeprowadzona na podstawie danych statystycznych ocena nierówności regionalnych pod względem zasobów czynników wzrostu oraz jego efektów wykazała znaczne ich zróżnicowanie przestrzenne. W szczególności zauważalny jest wyraźny podział kraju na lepiej wyposażone w zasoby czynników wzrostu gospodarczego i charakteryzujące się wyższymi wartościami PKB *p.c.* lub na osobę pracującą województwa Polski zachodniej i znacznie uboższe województwa Polski wschodniej. Wśród czynników powodujących występowanie regionalnego zróżnicowania w poziomie rozwoju gospodarczego wyróżnić można czynniki natury zarówno przyrodniczej (rozmieszczenie zasobów naturalnych), jak i historycznej. W poszczególnych regionach Polski zauważalne są ciągle konsekwencje rozbiorów, w postaci różnic poziomu zagospodarowania, zwłaszcza w dziedzinie infrastruktury, efektem czego jest m.in. zróżnicowana dynamika wzrostu gospodarczego w regionach.

W wyniku zastosowania nieparametrycznej metody DEA oraz indeksu produktywności Malmquista ustalono, że regionalne różnice w poziomie PKB na osobę pracującą są efektem zróżnicowanych wielkości zasobów czynników produkcji, dostępnych w poszczególnych województwach oraz łącznych zmian efektywności tych czynników. W

województwach o niskim poziomie PKB na osobę pracującą zarówno poziom efektywności czynników, a także wielkości i 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 poprzez akumulację czynników produkcji. Dodatkową korzyścią, którą będą one równolegle odnosić, będzie coraz większy dostęp do coraz bardziej efektywnych technologii.

Na podstawie wartości składowych indeksu Malmquista ustalono, że podstawowymi źródłami postępującej dywergencji PKB na osobę pracującą w latach 1998 – 2008 był zróżnicowany przestrzennie postęp technologiczny i akumulacja kapitału rzeczowego. Wpływ tych czynników na procesy wzrostu gospodarczego był większy w regionach o wyższych wartościach PKB na osobę pracującą. Regiony o relatywnie wyższych wartościach PKB pod wpływem postępu technologicznego i akumulacji kapitału rzeczowego, rozwijały się szybciej w badanym okresie od regionów, o relatywnie niższych wartościach PKB na osobę pracującą.

Głównym źródłem nieefektywności technologicznej gospodarek województw w Polsce była mało nowoczesna struktura zatrudnienia, znacznie odbiegająca od struktur zatrudnienia, wykształconych w wyżej rozwiniętych krajach Unii Europejskiej. Zdecydowana większość województw o niskiej efektywności technologicznej charakteryzowała się względnie wysokim udziałem pracujących w rolnictwie w ogólnej liczbie pracujących. Względnie niskie wskaźniki efektywności sugerują potrzebę dalszej realokacji siły roboczej z sektorów mniej efektywnych, przede wszystkim z rolnictwa, do sektora usług.

Podstawowym wnioskiem wynikającym z analizy zmian regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą jest brak konwergencji między regionami w rozpatrywanym okresie. Ewolucja regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą w czasie, wykazywała tendencję do pogłębiania regionalnego zróżnicowania PKB na osobę pracującą. Na podstawie analizy wpływu czynników wzrostu gospodarczego na dynamikę rozkładów regionalnego PKB na osobę pracującą można uznać, że podstawowymi źródłami postępującej międzyregionalnej dywergencji PKB na osobę pracującą w badanym okresie były zróżnicowane przestrzennie postęp technologiczny oraz akumulacja kapitału rzeczowego. Natomiast nie zaobserwowano istotnego wpływu zmian relatywnej efektywności technologii stosowanych w gospodarkach regionalnych, na procesy konwergencji (dywergencji) PKB na osobę pracującą.

W analizowanym okresie wzrastało zróżnicowanie poziomu PKB na osobę pracującą, o czym świadczą wyniki uzyskane na podstawie analizy *beta* konwergencji. Uznano więc, że nie można wnioskować o występowaniu *beta* konwergencji bezwarunkowej. Wzrastały także

wartości współczynników dyspersji PKB na osobę pracującą w latach 1998 – 2008, co świadczy o braku efektu *sigma* konwergencji.

W wyniku uwzględnienia wpływu środków z funduszy unijnych zaobserwowano ich pozytywne oddziaływanie na procesy wzrostu gospodarczego we wszystkich regionach. Przy czym wzrost gospodarczy osiągnięty w wyniku wydatkowania środków UE nie sprzyja konwergencji PKB na osobę pracującą. Na podstawie analizy ewolucji regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą, zachodzącej pod wpływem środków UE, należy wnioskować o umiarkowanym ich wpływie na konwergencję PKB na osobę pracującą w długim horyzoncie czasu.

Wartości PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi, otrzymane na podstawie modeli wzrostu typu Solowa-Swana, wskazują na dalsze postępowanie dywergencji PKB na osobę pracującą w polskich regionach w długim okresie. Uwzględnienie w modelach Solowa-Swana dodatniego salda środków UE skutkuje wyższymi wartościami PKB na osobę pracującą w stosunku do wartości PKB na osobę pracującą w modelach z zerowym saldem środków UE, a więc w sytuacji gdyby w Polsce nie była prowadzona polityka spójności UE. Uwzględnienie w modelach salda środków UE nie sprzyja jednak zmniejszeniu w długim horyzoncie czasu nierówności regionalnych w Polsce pod względem wartości PKB na osobę pracującą.

Przeprowadzona analiza *beta* konwergencji oraz ewolucji regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą uprawnia do wnioskowania o występowaniu tendencji do polaryzacji regionalnych różnic w odniesieniu do wartości PKB na osobę pracującą, która prawdopodobnie nadal będzie się pogłębiać. Najszybciej w Polsce rozwijają się regiony obejmujące swoim zasięgiem duże miasta, o silnej koncentracji wykształconej siły roboczej, potrafiącej najlepiej wykorzystać osiągnięcia postępu technologicznego. Nie bez znaczenia dla wzrostu i rozwoju gospodarczego pozostaje wyposażenie regionu w szeroko rozumianą infrastrukturę.

Uzyskane wyniki wykazały, że polityka spójności Unii Europejskiej oddziałuje pozytywnie na wzrost gospodarczy we wszystkich regionach Polski. Na podstawie miar tempa zbieżności do stabilnych stanów równowagi w modelu Solowa-Swana z dodatnim saldem środków UE, w odniesieniu do wszystkich województw w Polsce, obserwowano zwiększenie się prędkości zbieżności ścieżek wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą do stabilnych stanów równowagi, a co zatem idzie skrócenie okresów połowicznej ich zbieżności do stabilnych stanów równowagi.

Na obecnym etapie wdrażania polityki spójności w perspektywie 2007 – 2013, pełna ocena jej skuteczności nie jest jeszcze możliwa, gdyż jej realizacja nie została jeszcze zakończona. Natomiast w odniesieniu do celu podstawowego tej polityki, jakim jest konwergencja, przeprowadzone badania nie potwierdziły skuteczności interwencji i jednocześnie wskazują, że cel ten prawdopodobnie nie zostanie osiągnięty w długim okresie. Wynika to przede wszystkim z przeprowadzonej analizy rozkładów regionalnego PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi w modelach wzrostu z dodatnim saldem środków UE.

Zrealizowane cele badawcze dotyczące oceny skuteczności polityki spójności UE w zmniejszaniu regionalnego zróżnicowania wartości PKB na osobę pracującą pokazały, że obserwowany sposób absorpcji środków unijnych nie będzie w długim okresie czasu źródłem konwergencji PKB na osobę pracującą między regionami. W związku z tym wydaje się, że przy dystrybucji środków UE pożądane jest uwzględnienie w większym stopniu specjalizacji regionalnej i charakterystyki regionów, gdyż taki podział środków UE mógłby być korzystniejszy dla większej ich skuteczności w łagodzeniu regionalnych nierówności w zakresie PKB na osobę pracującą. Dlatego osiągnięcie celu konwergencji wymaga szerokiego stosowania instrumentów, zwiększających absorpcję środków pomocowych w słabiej rozwiniętych regionach. Jednocześnie należy wziąć pod uwagę, że w wielu przypadkach koncentracja środków w „centrach rozwoju” jest bardziej efektywna z punktu widzenia celu rozwojowego, niż równomierny podział tych samych środków na całym obszarze, co w gruncie rzeczy prowadzi do pewnej sprzeczności, występującej między ideą łagodzenia nierówności, a efektywnością wykorzystywania środków UE.

Konieczność dysponowania własnymi środkami finansowymi jako wkładem własnym, niezbędnym do pozyskiwania środków z funduszy unijnych, może przyczyniać się do przewagi regionów zamożniejszych, w stosunku do regionów mniej rozwiniętych i może prowadzić do dywergencji. Z tego powodu niezbędne jest wygospodarowanie znacznych środków na współfinansowanie krajowe. Warto jednak podkreślić, że prefinansowanie i współfinansowanie projektów wymaga reformy struktury wydatków budżetowych.

Dystans ekonomiczny jaki dzieli poszczególne regiony Polski wymaga skutecznej polityki spójności. Przeprowadzone badania dowiodły, że dostęp do środków finansowych z budżetu Unii Europejskiej sprzyja wzrostowi gospodarczemu w polskich regionach. Dyskusyjna pozostaje jednak kwestia ich wpływu na wyrównywanie dysproporcji pomiędzy poszczególnymi regionami. Pełną skuteczność polityki spójności w Polsce będzie można ocenić dopiero po wielu latach jej realizacji.

Polityka spójności Unii Europejskiej stanowi szansę na zapewnienie trwałego rozwoju polskich regionów. Kluczem do wykorzystania tej szansy pozostaje aktywna polityka rządu i samorządów w zakresie budowy strategii rozwoju państwa i województw.

Zdolność regionów do efektywnej absorpcji środków UE jest kluczową kwestią dla powodzenia w procesie osiągania większej spójności pomiędzy europejskimi regionami. Nierówna zdolność do wykorzystywania środków unijnych przez polskie samorzady może wpłynąć na zwiększenie polaryzacji rozwoju polskiej przestrzeni, w wymiarze zarówno regionalnym, jak i wewnątrzregionalnym.

Konwergencja gospodarcza ma miejsce w przypadku oddziaływania kluczowych czynników wzrostu gospodarczego. Identyfikacja tych czynników i oszacowanie, do jakiego stopnia są one obecne w poszczególnych regionach jest bardzo istotna. Na podstawie analizy wpływu czynników wzrostu gospodarczego na dynamikę regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą uznajemy, że podstawowymi źródłami postępującej międzyregionalnej dywergencji PKB na osobę pracującą w badanym okresie były zróżnicowane przestrzennie: postęp technologiczny oraz akumulacja kapitału rzeczowego.

Efekty polityki spójności nie ograniczają się tylko do efektów makroekonomicznych i redukcji dystansu między regionami w Polsce i w Unii Europejskiej. Wpływ funduszy unijnych widoczny jest w licznych jakościowych aspektach życia społecznego i gospodarczego regionów Polski, i to wydaje się być największą wartością dodaną tych działań.

Europejska polityka spójności przynosi Polsce i jej regionom coraz bardziej zauważalne korzyści. Dotyczy to zwłaszcza sytuacji na rynku pracy, zmian w infrastrukturze transportowej, środowiskowej i społecznej, wzmocnienia potencjału przedsiębiorstw i przedsiębiorczości. Wsparcie ze środków unijnych stanowi istotny impuls rozwojowy, jednak nie zastąpi endogenicznych czynników wzrostu i rozwoju gospodarczego. Konieczne jest zatem kompleksowe tworzenie warunków dynamizujących własne możliwości wzrostu gospodarczego. Członkostwo w UE stwarza szansę na modernizację i przyspieszenie wzrostu gospodarczego, jednak skala tego wpływu istotnie zależy od wewnętrznej polityki ekonomicznej, w tym także od polityki efektywnego wykorzystania środków z budżetu unijnego.

Przypisywanie zmian w poszczególnych regionach Polski tylko działaniu środków pochodzących z funduszy unijnych byłoby zbyt dużym uproszczeniem, gdyż na wzrost i rozwój regionalny mają wpływ różnorodne czynniki polityczne, ekonomiczne, instytucjonalne, lub kulturowe. Członkostwo w Unii Europejskiej i możliwości korzystania ze

środków polityki spójności nie przyspieszy konwergencji w sposób automatyczny, ale w połączeniu z właściwą polityką wewnętrzną może pomóc regionom biedniejszym szybciej nadrobić zaległości rozwojowe w stosunku do regionów bogatszych.

Weryfikacja hipotez

Głównym celem rozprawy było zweryfikowanie hipotezy głównej mówiącej o tym, że efektem polityki spójności Unii Europejskiej, realizowanej w Polsce od 2004 roku jest konwergencja PKB na osobę pracującą w województwach. Weryfikacja tak sformułowanej hipotezy pociągnęła za sobą konieczność sformułowania szeregu celów szczegółowych, w wyniku zrealizowania których zweryfikowano hipotezę o konwergencji PKB na osobę pracującą w Polsce, zidentyfikowano jej najważniejsze przyczyny oraz dokonano oceny wpływu na jej procesy polityki spójności UE.

Hipoteza główna

Na podstawie uzyskanych wyników o istniejących i przewidywanych tendencjach do dywergencji PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce w scenariuszach uwzględniających oraz pomijających efekty polityki spójności postanowiono odrzucić hipotezę główną o tym, że efektem polityki spójności realizowanej w Unii Europejskiej, realizowanej w Polsce od 2004 roku jest konwergencja PKB na osobę pracującą w województwach.

Hipotezy cząstkowe

W pracy zweryfikowano także następujące hipotezy cząstkowe:

H.1. Polityka spójności Unii Europejskiej jest czynnikiem sprzyjającym konwergencji PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce.

Uzyskane wyniki nie potwierdziły hipotezy cząstkowej H1. Zaobserwowano dodatni wpływ polityki spójności na wzrost gospodarczy. W długim okresie czasu, nie będzie on jednak, według wskazań modeli wzrostu, czynnikiem łagodzącym regionalne zróżnicowanie PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce.

H.2. Tempo procesów konwergencji PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce, ze względu na relatywnie małą wagę środków uzyskiwanych w ramach realizacji polityki spójności UE względem wartości PKB jest bardzo umiarkowane.

Na podstawie wyników postanowiono przyjąć hipotezę cząstkową H2, ponieważ uwzględnienie w modelu Solowa-Swana dodatniego salda środków UE skutkuje zwiększeniem prędkości zbieżności ścieżek wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą do stabilnych stanów równowagi, a co zatem idzie skrócenie okresów połowicznej ich zbieżności do stabilnych stanów równowagi.

H.3. Metoda DEA jest skutecznym narzędziem analizy wpływu polityki spójności UE na zmniejszanie skali nierówności regionalnych oraz na konwergencję regionalną PKB na osobę pracującą w Polsce.

Zastosowane w rozprawie doktorskiej różne warianty metody DEA w badaniu efektywności gospodarczej jednostek terytorialnych, w połączeniu z innymi metodami, dostarcza wielu wniosków o wzroście gospodarczym, efektywności i konwergencji PKB na osobę pracującą. Dlatego też należy ją traktować jako komplementarne narzędzie analizy w stosunku do modeli wzrostu gospodarczego. Zastosowanie metody DEA w badaniu efektywności gospodarek regionalnych i jej zmian w czasie jest przykładem nowego zastosowania tej metody w badaniach, które dotąd najczęściej były prowadzone w oparciu o modele ekonometryczne.

W świetle wyżej sformułowanych wniosków, wynikających ze zrealizowanych w niniejszej rozprawie celów badawczych przy użyciu metody DEA jako głównego narzędzia, postanowiono przyjąć hipotezę cząstkową H3.

H.4. Metoda DEA jest komplementarnym narzędziem analizy procesów konwergencji gospodarczej PKB na osobę pracującą, prowadzonej na podstawie neoklasycznych modeli wzrostu gospodarczego.

Przeprowadzone badania skłaniają do przyjęcia hipotezy cząstkowej H4. Metoda DEA powinna być stosowana jako narzędzie komplementarne w stosunku do neoklasycznych modeli wzrostu gospodarczego. Zastosowanie metody DEA znacznie zwiększa obszar wnioskowania o procesach konwergencji PKB na osobę pracującą. Możliwe jest nie tylko wnioskowanie o występowaniu konwergencji (dywergencji) lub braku tego typu zależności, ale także rozpoznanie jej źródeł i skali ich oddziaływania na konwergencję PKB na osobę

pracującą. Ważną zaletą metody DEA jest uwzględnienie w badaniach nad konwergencją gospodarczą aspektu efektywności technologii stosowanych w poszczególnych gospodarkach i jej możliwego wpływu na konwergencję PKB na osobę pracującą. W badaniach nad konwergencją gospodarczą prowadzonych w oparciu o modele wzrostu gospodarczego aspekt efektywności technologicznej jest traktowany na ogół w sposób marginalny..

H.5. Zastosowanie metody DEA w badaniach nad konwergencją i nierównościami regionalnymi w Polsce prowadzi do ważnych wniosków bez konieczności posługiwania się lub specyfikacji funkcji produkcji.

Zrealizowane w rozprawie cele badawcze potwierdziły sformułowaną hipotezę cząstkową H5. W pracy dokonano pomiaru i dekompozycji wzrostu gospodarczego w oparciu o metodę DEA, bez specyfikacji makroekonomicznych funkcji produkcji. W efekcie uzyskane wyniki nie są obciążone potencjalnym błędem wynikającym z niedostatecznego dopasowania modelu wzrostu gospodarczego do danych empirycznych lub z niedostatecznie długich szeregów czasowych. Ważną zaletą metody DEA w badaniach obejmujących problematykę konwergencji gospodarczej i nierówności regionalnych jest nie tylko możliwość wnioskowania o występowaniu konwergencji (dywergencji), ale także możliwość zidentyfikowania jej podstawowych źródeł.

Proponowane kierunki dalszych badań

W przedstawionej rozprawie doktorskiej dużą wagę przywiązywano do kwestii wzrostu gospodarczego, efektywności, konwergencji i wpływu polityki spójności na konwergencję PKB na osobę pracującą. Tłem prowadzonych badań były neoklasyczne modele wzrostu z saldem środków UE, w których wzrost gospodarczy, a przez to i efekty konwergencji, są determinowane przez inwestycje w kapitał rzeczowy oraz salda środków UE. W dalszych badaniach z zastosowaniem metody DEA proponuje się podjęcie problematyki rozwoju gospodarczego, uwzględniającej również jakościowe aspekty zjawisk i procesów o charakterze gospodarczym i społecznym¹⁸⁶.

Stosowana w rozprawie metoda DEA może być także bardzo przydatna do analizy efektywności obiektów, których działalność opisywana jest więcej niż jednym nakładem oraz więcej niż jednym wynikiem. W takich wielowymiarowych układach danych, zarówno po stronie nakładów, jak i po stronie rezultatów, tradycyjne metody analizy wskaźnikowej są

¹⁸⁶ Przynikiem do tego rodzaju badań jest rozdział 4 niniejszej rozprawy.

zawodne. Zawodzą także metody polegające na konstrukcji modeli ekonomicznych (np. ekonometrycznych). W metodach wskaźnikowych oraz w parametrycznych metodach ekonometrycznych zakłada się, że potrafimy ustalić jakiego rodzaju nakłady zostały bezpośrednio poniesione dla uzyskania poszczególnych wyników. W praktyce, bez bardzo szczegółowej rachunkowości narodowej, nie jest to możliwe. Wymienione w pracy doktorskiej zalety metody DEA powodują, że w naszej ocenie jest ona bardzo przydatnym narzędziem w badaniach rozwoju społeczno – gospodarczego, z uwzględnieniem wielu zmiennych zarówno po stronie nakładów, jak i wyników. Ponadto cele badawcze dotyczące rozwoju społeczno – gospodarczego, mogłyby zostać zrealizowane w wyniku zastosowania nowych modeli DEA oraz starannie dobranych zestawów zmiennych diagnostycznych. W wyniku czego możliwe byłoby uwzględnienie różnych aspektów rozwoju społeczno – gospodarczego regionów.

W rozdziale 7 niniejszej pracy zastosowano modele wzrostu gospodarczego Solowa-Swana, które w dalszych badaniach mogłyby zostać w ciekawy sposób rozszerzone m.in. poprzez: uwzględnienie postępu technologicznego i dyfuzji technologii, budowę bardziej złożonych modeli z kapitałem ludzkim, wprowadzenie do modeli zmiennej reprezentującej bezrobocie, wprowadzenie do modeli zmiennych opisujących przepływy rzeczowe i finansowe pomiędzy regionami w Polsce i w Unii Europejskiej, lub wprowadzenie do modeli wzrostu mechanizmu uwzględniającego przepływy m.in. technologii pomiędzy badanymi regionami.

Problematyka konwergencji, spójności gospodarczej i społecznej jest podstawowym celem polityki regionalnej w Unii Europejskiej. W tym kontekście badania nad konwergencją i nierównościami regionalnymi w Polsce powinny mieć wymiar unijny, w którym pozostałe regiony krajów członkowskich Unii Europejskiej byłyby zarówno podmiotami badania, jak i układem odniesienia dla polskich regionów. W związku z powyższym, przedmiotem dalszych badań powinny być wszystkie regiony państw członkowskich Unii Europejskiej. W badaniach tych należałoby jednak wziąć pod uwagę niejednorodność UE-27 i prowadzić je w różnych układach przestrzennych: UE-15, nowych państw członkowskich, a także w ramach strefy euro.

Bibliografia:

- [1] Andersen P., Petersem N.C. (1993), *A procedure for ranking efficient units in Data Envelopment Analysis*, Management Science , 39 (10), s. 1261 – 1264.
- [2] Banker R. D, A. Charnes, W.W. Cooper (1984), *Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis*, Management Science, vol 30, s. 92 – 1078.
- [3] Banker D. R. Coper W.W., Seiford M.L., Thrall R.M., Zhu J. (2004), „Returns to scale in differend DEA models’’, European Journal of Operacional Reseach, 154, s. 354-362.
- [4] Barcikowski R., Stevens, J. P. (1975), *A Monte Carlo study of the stability of canonical correlations, canonical weights, and canonical variate-variable correlations*. Multivariate Behavioral Research, 10, s. 353-364.
- [5] Barro R.J., *Human Capita and Growth*, American Economic Review 2, 2001, s. 6 i nast.
- [6] Barro R., Sala-i-Martin X. (1991), *Convergence across states and regions*. Brookings Papers on Economic Activity. no 1., s. 107-182.
- [7] Barro R., Sala-i-Martin X. (1992), *Convergence*. Journal of Political Economy. vol. 100, s. 223-251.
- [8] Barro R., Sala-i-Martin X. (2004), *Economic growth*. 2nd Ed. MIT Press. Boston. MA.
- [9] Bednarski L. (2002), *Analiza finansowa w przedsiębiorstwie*, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, s.76 – 96.
- [10] Bils M., Klenow P.J. (2000), *Does Schooling Cause Growth*, American Economic Review 90, s. 1160-1183.
- [11] Bourrinet J., Vigneron P. (2010), *Les paradoxes de la zone euro*, Bruylant, Bruxelles.
- [12] Canter U., Kruger J. (2007), Hanusach, H., *Produktiwitats- und Effizienzanalyse. Der nichtparametrische Ansatz*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, s. 247-266.
- [13] Card D. (1999), *The Casual Effect of Education on Earnings* [w:] *Handbook of Labour Economics*, red. O. Ashenfelter, D. Card, vol. 3, North Holland, s. 1801–1863.
- [14] Caselli F. (2005), “Accounting for Cross-Country Income Differences” [w:] P. Aghion, S. Durlauf (eds.), *Handbook of Economic Growth*. Elsevier, Amsterdam.
- [15] Caves D., Christensen L., Diewert E. (1982a), *The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity*, Econometrics 50, s.1393-1414.
- [16] Caves D. W., Christensen L. R. and Diewert, W. E. (1982b), *Multilateral Comparisons of Output, Input and Productivity using Superlative Index Numbers*, Economic Journal, 92, s. 73-86.

- [17] Chambers R. G., Färe R. (1994), *Hicks' Neutrality and Trade Biased Growth: A Taxonomy*, Journal of Economic Theory, s. 554-67.
- [18] Chang W.W. (1970), *The Neoclassical Theory of Technical Progress*, „American Economic Review”, December, vol. 40, nr 5, s. 912.
- [19] Charnes A., W. W. Cooper, E. Rhodes. (1978), *Measuring the efficiency of decision making units*. Eur. J. Oper. Res. 3, s. 424-444.
- [20] Chenery H.B. (1960), *Patterns of Industrial Growth*, „American Economic Review”, Vol. 50, s. 624 – 641.
- [21] Cichy K. (2008), *Kapitał ludzki i postęp techniczny jako determinanty wzrostu gospodarczego*, Instytut Wiedzy i Innowacji, Warszawa.
- [22] Cichy K., Malaga K. (2007), *Dyfuzja technologii w zagregowanych modelach wzrostu gospodarczego*, w: Miłobędzki P., Szreder M. (red.) *Modelowanie i prognozowanie gospodarki narodowej*, Prace i materiały Wydziału Zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego, Nr 5, s. 87-106, Sopot.
- [23] Coelli T.J., Rao P., O'Donnell C.J., Battese G.E. (2005), „ *An introduction to efficiency and productivity analysis*”, Second Edition. Springer, New York, s., 64-83.
- [24] Cooper W.W., Seiford L.M., Tone, K. (2007), *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Springer.
- [25] Czerny M. (2005), *Globalizacja a rozwój*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 32.
- [26] Debreu G. (1951), *The Coefficient of Resource Utilisation*, Econometrica, (19), s. 273-292.
- [27] Domagała A., (2009) *Zastosowanie metody Data Envelopment Analysis do badania efektywności europejskich giełd papierów wartościowych*, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu.
- [28] Domański R. (1997), *Przestrzenna transformacja gospodarki*. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa.
- [29] Farrell M. J. (1957), *The Measurement of Productive Efficiency*, Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 120 (3), s. 253-290.
- [30] Fare R., Grifell-Tatje E., Grosskopf S., Lovell, C.A.K. (1997), "*Biased technical change and Malmquist productivity index*", Scandinavian Journal of Economics, Vol. 99, s. 119-27.

- [31] Färe R., S. Grosskopf M. Norris Z. Zhang, (1994), *Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries*, Amer. Econom. Rev. 84, s. 66–83.
- [32] Färe R., Grasskopf S. (1995), *Nonparametric Test of Regularity, Farrell efficiency, and Goodness-of-fit*, Journal of Econometrics 69, s. 415-425.
- [33] Färe R., Grasskopf S., Lindgren, B., Roos P. (1993), *Productivity Developments in Swedish Hospitals: A Malmquist Output Index Approach*.
- [34] Färe R. (1986), *Addition And Efficiency*, The Quarterly Journal of Economics, 100, s. 861-865.
- [35] Färe R., S. (1996), Grosskopf, *Intertemporal Production Frontiers: with Dynamic DEA*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [36] Färe R., Primont D. (1995), *Multi-Output Production and Duality: Theory and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston/London/Dordrecht.
- [37] Fukuyama, F. (1997), *Social capital*, Tanner Lecture on Human Values, s. 378-379.
- [38] Gawlikowska-Hueckel K. (2003), *Procesy rozwoju regionalnego w Unii Europejskiej. Konwergencja czy polaryzacja?* Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- [39] Gospodarowicz M. (2000), *Procedury analizy i oceny banków*, „Materiały i Studia”, zeszyt 103, NBP, Warszawa, s. 39.
- [40] Gruchman B. (1992), *Nowy paradygmat rozwoju regionalnego*. Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny. Zeszyt 2. Wydawnictwo Naukowe UAM Poznań.
- [41] Guzik B. (2009), *Podstawowe modele DEA w badaniu efektywności gospodarczej i społecznej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, s. 42 – 50.
- [42] Guzik B. (2008a), *Ranking obiektów za pomocą metody Andersena – Petersena*, Wiadomości statystyczne, nr 2, s. 32.
- [43] Guzik B. (2008b), *Model nadefektywności DEA na tle modelu CCR*, Wiadomości statystyczne, nr 1, s. 27.
- [44] Hall R. E., and Jones C. I. (1999), “*Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others?*” Quarterly Journal of Economics 114, s., 83–116.
- [45] Henderson D. J., Russell R. (2005), “*Human Capital and Convergence: A Production-Frontier Approach*”, International Economic Review 46(4), 1167-1205.
- [46] Henley A. (2005), *On regional growth convergence in Great Britain*. Regional Studies. vol. 39 no. 9 s. 1245-1260.
- [47] Hicks J.R. (1932), *The Theory of Wages*, MacMillan, London, s. 124.
- [48] Hotelling H. (1936), *Relations between two sets of variants*, Biometrika, s. 321-377.

- [49] Judson R. (1995), „*Do Low Human Capital Coefficient Make Sense? A Puzzle and Some Answers*”, „Federal Reserve Board”, s. 18.
- [50] Karlof B., Ostblom S. (1995), *Benchmarking – równaj do najlepszych*, Biblioteka Menedżera i Bankowca, Warszawa, s. 35.
- [51] Keating M., (2005), *Policy convergence and divergence in Scotland under devolution. Regional Studies*. vol. 39. No. 4. s. 453-464.
- [52] Kliber P., Maćkowiak P., Malaga K. (2005), *Konwergencja i nierówności regionalne w Polsce. Analiza w kategoriach neoklasycznych modeli wzrostu*, ZN Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.
- [53] Kliber P., Maćkowiak P., Malaga K. (2004), *An application of neoclassical growth models to analysis of regional inequalities in Poland*, The Poznań University of Economics, vol.4 nr.2, 46-66.
- [54] Kliber P., Malaga K. (2003a), *Zbieżność ścieżek wzrostu gospodarki Polski i polskich województw w latach 1998-2000 do stabilnych stanów równowagi*, *Studia Regionalne i Lokalne*, nr 4 (14), Uniwersytet Warszawski, Warszawa.
- [55] Kliber P., Malaga K. (2003b), *Convergence of regional growth paths towards stable steady-states in Poland in years 1998-2000*, *PUE Review*, vol.3 nr.2, Poznań.
- [56] Kosfeld R., Eckey H. F. (2005), Dreger Ch., Henley A., *On the regional growth convergence in Great Britain. Regional Studies*. vol. 39 no. 9 s. 1245-1260.
- [57] Kossmann L. (2003), *Specifying Human Capita*, *Journal of Economic Surveys*, 3, s. 81.
- [58] Kosmalski R. (2010a), *Effizienz der Beschäftigungsstrukturen in den Ländern der Europäischen Gemeinschaft. Beitrag zur Verwendung der DEA - Methode*, Zeszyt 51 Studiów Doktoranckich, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu.
- [59] Kosmalski, R. (2010b), *Zróżnicowanie poziomu wydajności pracy i jego przyczyny w polskich województwach w latach 1998 – 2008*, *Kwartalnik "Studia Regionalne i Lokalne"* Uniwersytet Warszawski, nr 3, Warszawa.
- [60] Kościelski T., Malaga K. (2008a), *Nierówności regionalne w Polsce w świetle neoklasycznych modeli wzrostu z saldem środków UE*, *Studia Regionalne i Lokalne*, nr. 4, Warszawa.
- [61] Kościelski T., Malaga K. (2008b), *Konwergencja i nierówności regionalne w Polsce w świetle neoklasycznych modeli wzrostu z saldem środków Unii Europejskiej*, *Studia Ekonomiczne*, r 3-4, INE PAN, Warszawa.

- [62] Kruger, Jens J. (2003), *The global trends of total factor productivity: evidence from the non parametric Malmquist index approach*, Oxford Economic Papers, vol. 55, s.265-286.
- [63] Krzyśko M., Ratajczak W(1978)., *Analiza kanoniczna*, „Listy Biometryczne”, s. 1.46
- [64] Kulczycki P. (2005), *Estymatory jądrowe w analizie systemowej*, Wydawnictwo Naukowo – Techniczne, Warszawa.
- [65] Kumar, S., Russell R. (2002), *Technological change, technological catch-up, and capital deepening: Relative contributions to growth and convergence*, Amer. Econom. Rev. 92, s. 527–548.
- [66] Lewin A. Y. (1995), Seiford L. M., (eds.), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications*, Kluwer Publishing, Boston.
- [67] Lovell., C. A. K. (2003), *The Decomposition of Malmquist Productivity Indexes*, *Journal of Productivity Analysis*, 20, s. 437-458.
- [68] Maćkowiak P., Malaga K. (2000), *Convergence of the European Union Economies in the light of the Solow-Swan Model*, Welfe W., Wdowiński P., (eds.), *Modelling Economies in Transition*, Absolwent, Łódź.
- [69] Malaga K. (2009a), *Konwergencja gospodarcza. Próba syntezy*. w: Liberda B. (red.), *Konwergencja gospodarcza Polski*, Tom VII, PTE, Warszawa.
- [70] Malaga K. (2009b), *A propos de quelques dilemmes de la théorie de croissance économique et d'économie*, *Romanian Journal of Economics*, XIX, vol. 29, issue 2(38), s. 34-54.
- [71] Malaga K. (2009c), *Dylematy wzrostu gospodarczego*, w: Kaczocha W. (red.), *Spółczeństwo informacyjne. Wybrane zagadnienia i problemy*, Zeszyt Naukowy WSKiZ, nr 16, Poznań.
- [72] Malaga K. (2005), *Convergence économique et disparités régionales en Pologne*, 54 *Congres de l'Association des Economistes de Langue Française*, Université Paul Cezanne, Aix-en-Provence, Marseille – III.
- [73] Malaga K. (2004a), *Konwergencja gospodarcza w krajach OECD w świetle zagregowanych modeli wzrostu*, Wydawnictwo AE Poznań, Prace habilitacyjne, nr 10, Poznań.
- [74] Malaga K. (2004b), *Konwergencja gospodarcza w krajach OECD. Wyniki badań empirycznych*, Wydawnictwo Naukowe Akademii Ekonomicznej, ZN nr 41, Poznań.
- [75] Malaga K. (1999), *O zbieżności ścieżek wzrostu do stabilnych stanów równowagi w modelu wzrostu Solowa-Swana*, *Przegląd Statystyczny*, nr.1, Warszawa.

- [76] Malaga K. Kliber P. (2007), *Konwergencja i nierówności regionalne w Polsce w świetle neoklasycznych modeli wzrostu*, Wydawnictwo AE w Poznaniu, Poznań.
- [77] Malmquist S., (1953) *Index Numbers and Indifference Surfaces*, *Trabajos de Estadística* 4, s. 209-242.
- [78] Micek M. (2007), *Przegląd metod oceny efektów konsolidacji banków*, w: *Bank i Kredyt*, s. 61.
- [79] Mielnik M., Ławrynowicz, (2002), *Badanie efektywności technicznej banków komercyjnych w Polsce metodą DEA*, w: *Bank i Kredyt*, s. 54.
- [80] Milewski R. (2002), (red.), *Podstawy ekonomii*, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, s 180 i nast.
- [81] Morrisom D.F. (1990), *Wielowymiarowa analiza statystyczne*, PWN, Warszawa.
- [82] Quah D. (1996), *Regional convergence clusters across Europe*, *European Economic Review*. vol. 40, no. 3-5. s. 951-958.
- [83] OECD, (2001), *The Well-being of Nations: The Role of Human and Social Capital*, OECD, Paryż.
- [84] Panek E. (2003), *Ekonomia Matematyczna*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Poznań.
- [85] Pawłowska M. (2005), *Konkurencyjność i efektywność na polskim rynku bankowym na tle zmian strukturalnych i technologicznych*, Narodowy Bank Polski, Materiały i Studia, Warszawa, s. 23.
- [86] Psacharopoulos G. (1995), "The Profitability of Investment in Education: Concepts and Methods," World Bank Working Paper, Washington, D.C.
- [87] Putnam R., Leonardi R. Nanetti, (1993), *Making Democracy Work: Civic Traditions in Modern Italy*, Princeton University Press, Princeton, s. 167.
- [88] Rogoziński K. (2000), *Usługi Rynkowe*, Poznań, s. 93 i nast.
- [89] Samuelson P.A., Nordhaus W.D. (2004), *Ekonomia*, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, s. 40.
- [90] Schefold B. (1976), *Different Forms of Technical Progress*, „*The Economic Journal*”, December, nr 86, s. 806.
- [91] Shephard R. W. (1953), *Cost and Production Functions*. New York: Princeton University Press.
- [92] Shephard R. (1970), *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton: Princeton University Press.

- [93] Silverman B. (1986), *Density Estimation for Statistics and Data Analysis* (Monographs on Statistics and Applied Probability), London: Chapman and Hall.
- [94] Sirianni C. Friedland L. (1995), *Social Capital and Civic Innovation: Learning and Capacity Building from the 1960s to the 1990s*, referat na konferencję American Sociological Association Annual Meetings, August 20, Washington D.C. <http://www.cpn.org/crm/contemporary/innovation.html>.
- [95] Smith A. (1954), *Badania nad naturą i przyczynami bogactw narodów*, PWA, Warszawa.
- [96] Solow M. (1957), *Technical Change and the Aggregate Production Function*, „The Review of Economics and Statistics”, August, vol. XXXIX, s. 317.
- [97] Stoner J.A.F., Frejman R.E. (2001), Gilbert D.G., *Kierowanie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, s. 24
- [98] Tawers G.(2002), *A bibliography of Data Envelopment Analysis, 1978–2001*.
- [99] Thanassoulis E., Dyson R.G. (1992), *Estimating preferred target input-inaut levels using Data Envelopmnt Analysis*, European Journal of Operational Research, 56.
- [100] Thomson B. (1984), *Canonical correlation analysis: Uses and interpretation*, Sage Publications.
- [101] Winiarski B. (2002), *Polityka gospodarcza*, Polskie Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, s. 244.
- [102] Woßmann L. (2002), “*Schooling and the Quality of Human Capital*” Kieler Studien 319, Berlin-Heidleberg: Springer-Verlag.
- [103] Wójcik P. (2008a), *Konwergencja czy dywergencja: dynamika rozwoju polskich regionów*, Kwartalnik "Studia Regionalne i Lokalne" Uniwersytet Warszawski, nr 2, Warszawa.
- [104] Wójcik P. (2008), *Wzorce konwergencji regionalnej w Polsce*, Uniwersytet Warszawski, Warszawa.
- [105] Vivarelli M. (1995), *Economic of Technology and Employment: Theory and Empirical Evidence*, Edward Elgar, Aldershot, s. 11.
- [106] Zhu J. (2000), „*Multi – factor performance measure model with an applications to Fortune 500 companies*”, European Journal of Operacional Reseach, 123, s. 64-66.

Akty prawne:

Ustawa z 20 kwietnia 2004 r. o Narodowym Planie Rozwoju; Dz.U z 24 maja 2004 r, Nr 116, poz 1206.

Ustawa z dnia 6 grudnia 2006 r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju Dz. U. nr 227, poz. 1658.

Ustawa z 29 czerwca 2007 r. o zmianie ustawy o zasadach prowadzenie polityki rozwoju oraz ustawy o finansach publicznych; Dz U. Nr 140, poz 984.

Narodowe Strategiczne Ramy Odniesienia 2007-2013 wspierające wzrost gospodarczy i zatrudnienie, Ministerstwo Rozwoju Regionalnego, Warszawa 2007.

Rozporządzenie (WE) nr 1260/1999 z 21 czerwca 1999 r. wprowadzające ogólne postanowienia dotyczące Funduszy Strukturalnych; Dz. U. WE nr L 161 z 26 czerwca 1999 r.

Rozporządzenie Rady (WE) nr 1260/1999 z dnia 21 czerwca 1999 r. wprowadzające ogólne przepisy dotyczące Funduszy strukturalnych.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1783/1999 z 12 lipca 1999 r. w sprawie Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1784/1999 z 12 lipca 1999 r. w sprawie Europejskiego Funduszu Społecznego.

Rozporządzenie Rady (WE) NR 1257/1999 z dnia 17 maja 1999 r. w sprawie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich ze środków Europejskiego Funduszu Orientacji i Gwarancji Rolnej (EFOGR) oraz zmieniające i uchylające niektóre rozporządzenia.

Rozporządzenie Rady (Ec) Nr 1263/99 z dnia 21 czerwca 1999 w sprawie Finansowego Instrumentu Sterowania Rybołówstwem.

Ustawa z dnia 6 grudnia 2006 r. o zasadach prowadzenia polityki rozwoju (Dz. U. nr 227, poz. 1658).

Rozporządzenie Rady (WE) nr 1083/2006 z dnia 11 lipca 2006 r. ustanawiające przepisy ogólne dotyczące Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego, Europejskiego Funduszu Społecznego oraz Funduszu Spójności i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1260/1999.

Rozporządzenie (WE) nr 1080/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 lipca 2006 r. w sprawie Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1783/1999.

Rozporządzenie (WE) nr 1081/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady a dnia 5 lipca 2006 r. w sprawie Europejskiego Funduszu Społecznego i uchylające rozporządzenie (WE) nr 1784/1999.

Rozporządzenie Rady (WE) nr 1084/2006 z dnia 11 lipca 2006 r. ustanawiające Fundusz Spójności i uchylające rozporządzenie (WE) 1164/94.

Rozporządzenie (WE) nr 1082/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 5 lipca 2006 r. w sprawie europejskiego ugrupowania współpracy terytorialnej (EUWT).

Decyzja Rady z 6 października 2006 r. w sprawie Strategicznych Wytycznych dla spójności (2006/702/WE) (Dz.Urz.UE nr L 291 z 21 października 2006 r.).

Spis tabel

1.1. Źródła finansowania celów polityki regionalnej UE w latach 2004 – 2006.....	19
1.2. Podział środków przyznanych Polsce w perspektywie finansowej 2004-2006 na realizację celu 1. polityki regionalnej w rozbiu na programy operacyjne (w mln EUR i %)......	22
1.3. Źródła finansowania celów polityki regionalnej UE w latach 2007 – 2013.....	25
1.4. Podział środków przyznanych Polsce w perspektywie finansowej 2007 – 2013 na realizację celu 1. polityki regionalnej w rozbiu na programy operacyjne (w mln EUR w cenach bieżących)......	28
1.5. Składki członkowskie Polski wnoszone do budżetu UE w latach 2004-2008 w mln zł.....	31
1.6. Hipotetyczny podział środków wpłacanych przez Polskę do budżetu UE na poszczególne województwa w latach 2004-2008 w mln zł. oraz w %.....	32
1.7. Saldo środków UE dla Polski i poszczególnych województw w latach 2004-2008 w mln zł.....	33
1.8. Relacje między saldem środków UE i PKB oddzielnie dla każdego województwa w latach 2004-2008 wyrażone w procentach.....	35
2.1. Regionalne rozkłady liczby ludności w Polsce i województwach latach 1998 – 2008 w tys. osób oraz w %.....	55
2.2. Wskaźniki zatrudnienia osób w wieku produkcyjnym w % w latach 1998 – 2008.....	57
2.3. Stopa bezrobocia rejestrowanego w % w układzie województw w latach 1998 – 2008.....	58
2.4. Regionalne rozkłady nakładów inwestycyjnych w kapitał rzeczowy w Polsce i województwach w latach 1998 – 2008 w tys. zł oraz w %.....	60
2.5. Regionalne rozkłady wartości środków trwałych w Polsce i w województwach w latach 1998 – 2008 w mln. zł oraz w %.....	61
3.1. Przykładowe wielkości nakładów w hipotetycznych obiektach.....	75
4.1. Wyniki analizy korelacji kanonicznych.	106
4.2. Ładunki czynnikowe i współczynniki determinacji dla zmiennych pierwotnych.....	107
4.3. Sposób selekcji zmiennych do modelu DEA.....	108
4.4. Ranking konkurencyjności województw.....	111
5.1a. Regionalne rozkłady PKB zasobów kapitału rzeczowego, liczby pracujących, wydajności i tendencji uzbrojenia pracy w Polsce w latach 1998 - 2008.....	114

5.1b. Regionalne rozkłady PKB zasobów kapitału rzeczowego, liczby pracujących, wydajności i tendencji uzbrojenia pracy w Polsce w latach 1998 – 2008, wyrażone w %.....	116
5.2. Wskaźnik efektywności technologicznej gospodarek badanych województw.....	124
5.3. Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w latach 1998 – 2001 wyrażone w procentach.....	126
5.4. Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w latach 2001 – 2004 wyrażone w procentach.....	128
5.5. Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w latach 2004 - 2008 wyrażone w procentach.....	130
5.6. Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w latach 1998 – 2008 wyrażone w procentach.....	132
5.7. Efektywność nakładów kapitału rzeczowego i pracy w regionalnych gospodarkach w latach 1998 – 2008.....	137
5.8. Wartości wskaźników substytucji pracy przez kapitał rzeczowy w technologii optymalnej dla poszczególnych województw.....	141
5.9. Wskaźnik łącznej substytucji w ramach całego wektora nakładów.....	144
5.10. Technologie optymalne, formuły <i>benchmarkingowe</i>	150
5.11. Obliczenia nakładów i wyników w technologii optymalnej dla województwa lubelskiego w roku 1998.....	152
5.12. Obliczenia nakładów i wyników w technologii optymalnej dla województwa zachodniopomorskiego w roku 1998.....	153
5.13. Typy postępu technologicznego.....	160
5.14. Typy postępu technologicznego – wyniki empiryczne.....	160
5.15. Wartości wskaźnika efektywności technologicznej i jego składowych w latach 1998 – 2001.....	169
5.16. Wartości wskaźnika efektywności technologicznej i jego składowych w latach 2001 – 2004.....	171
5.17. Wartości wskaźnika efektywności technologicznej i jego składowych w latach 2004 – 2008.....	172
5.18. Wartości wskaźnika efektywności technologicznej i jego składowe w latach 1998 – 2008.....	173
7.1. Współczynniki efektywności technologicznej gospodarek polskich regionów w latach 1998 – 2008.....	221

7.2. Wartości podstawowych parametrów regionalnych modeli wzrostu dla lat 1998 – 2008.....	223
7.3. Obserwowane i minimalne wartości parametrów salda środków UE w przeliczeniu na osobę pracującą w latach 2004-2008 w zł. w cenach stałych z 2004 r.....	224
7.4. Wartości PKB na osobę pracującą obserwowane i w stabilnych stanach równowagi w województwach w Polsce.....	226
7.5. Relacje między wartościami PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi i obserwowanymi w województwach w Polsce.....	229
7.6. Prędkość i okresy połowicznej zbieżności ścieżek wzrostu kapitału rzeczowego na osobę pracującą i PKB na osobę pracującą do stabilnych stanów równowagi.....	236
7.7. Wartości indeksu Malmquista i jego składowych wyrażone w procentach dla okresu od roku 2001 do chwili osiągnięcia przez gospodarki stabilnych stan równowagi.....	238
7.8. Ranking efektywności technologicznej polskich województw dla roku 2001 i chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi.....	240
7.9. Wartości indeksu Malmquista i jego składowych w okresie od roku 2004 do chwili osiągnięcia stabilnego stanu równowagi.....	244
7.10. Ranking efektywności technologicznej polskich województw dla roku 2004 i chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi.....	246
7.11. Wartości indeksu Malmquista i jego składowych dla okresu od roku 2008 do chwili osiągnięcia stabilnych stanu równowagi.....	251
7.12. Ranking efektywności technologicznej polskich województw dla roku 2008 i chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi.....	254

Tabele w aneksie do rozdziału 5

A. 5.1. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa łódzkiego w roku 1998.....	175
A. 5.2. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa małopolskiego w roku 1998.....	175
A. 5.3. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa podkarpackie w roku 1998.....	175
A. 5.4. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa podlaskie w roku 1998.....	175

A. 5.5. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa świętokrzyskie w roku 1998.....	176
A. 5.6. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa lubuskiego w roku 1998.....	176
A. 5.7. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa opolskiego w roku 1998.....	176
A. 5.8. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa warmińsko-mazurskiego w roku 1998.....	176
A. 5.9. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa pomorskiego w roku 1998.....	177
A. 5.10. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa zachodniopomorskiego w roku 1998.....	177
A. 5.11. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa dolnośląskiego w roku 1998.....	177
A. 5.12. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa lubelskie w roku 2008.....	177
A. 5.13. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa opolskie w roku 2008.....	178
A. 5.14. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa podkarpackie w roku 2008.....	178
A. 5.15. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa podlaskiego w roku 2008.....	178
A. 5.16. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa świętokrzyskiego w roku 2008.....	178
A. 5.17. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa warmińsko-mazurskiego w roku 2008.....	179
A. 5.18. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa dolnośląskiego w roku 2008.....	179
A. 5.19. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa łódzkiego w roku 2008.....	179
A. 5.20. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa małopolskiego w roku 2008.....	179
A. 5.21. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa pomorskiego w roku 2008.....	180

A. 5.22. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa zachodniopomorskiego w roku 2008.....	180
A. 5.23. Nakłady i wyniki w technologii optymalnej dla województwa wielkopolskiego w roku 2008.....	180

Tabele w aneksie do rozdziału 7

A. 7.1. Wartości podstawowych parametrów regionalnych modeli wzrostu dla lat 1998 – 2008 otrzymane przy założeniu efektywności technologicznej.....	261
A. 7.2. Wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą obserwowane i w stabilnych stanach równowagi w województwach w Polsce w zł.....	262
A. 7.3. Relacje między wartościami kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi i obserwowanymi w województwach w Polsce.....	264

Spis rysunków

Rys.1.1. PKB na mieszkańca w regionach (wg parytetu siły nabywczej) w 2000 r. Wskaźnik UE 27=100.....	20
Rys.1.2. Mapa krajów członkowskich i regionów, które zostaną objęte celami Konwergencja oraz Konkurencyjność i Zatrudnienie w Regionach w okresie programowania 2007 – 2013.....	26
Rys. 1.3. Wielkość środków przeznaczonych na realizację celów polityki regionalnej UE na lata 2004 – 2013 w podziale na finansowanie wspólnotowe i współfinansowanie polskie wyrażone w mln euro.....	30
Rys. 1.4. Fundusze unijne w podziale na główne obszary interwencji w mln euro.....	36
Rys. 2.1a. Zmiany PKB <i>p.c.</i> w Polsce w latach 1998 – 2008.....	48
Rys. 2.1b. Zmiany PKB <i>p.c.</i> w województwach w Polsce w latach 1998 – 2008.....	49
Rys. 2.2. Struktura zatrudnienia w Polsce w latach 1998 – 2008 wyrażona w %.....	53
Rys. 3.1. Ilustracja efektywności w sensie Farrella-Debreu.....	68
Rys. 3. 2. Ilustracja efektywności alokacyjnej.....	70
Rys. 3.3. Ilustracja miary efektywności według Russella.....	72
Rys. 3.4. Ilustracja metody DEA.....	75
Rys. 3.5. Krzywe efektywności dla modeli CCR i BCC.....	86
Rys. 3.6. Nadefektywność w modelu SE-CCR.....	89
Rys. 4.1. Schemat selekcji zmiennych.....	104
Rys. 4.2. Przeciętne wartości wskaźników efektywności.....	109
Rys. 4.3. Przeciętne wartości wskaźników efektywności nakładów.....	110
Rys. 5.1. Ilustracja dekompozycji indeksu Malmquista na trzy składowe.....	120
Rys. 5.2. Postęp technologiczny w latach 1998 – 2001.....	127
Rys. 5.3. Postęp technologiczny w latach 2001 – 2004.....	129
Rys. 5.4. Postęp technologiczny w latach 2004 – 2008.....	131
Rys. 5.5. Postęp technologiczny w latach 1998 – 2008.....	133
Rys. 5.6. Substytucja nakładów w modelu non-radial DEA.....	139
Rys. 5.7. Długookresowe zmiany w strukturze pracujących w układzie trzech sektorów wg J. Fourastiego.....	143
Rys. 5.8. Struktura pracujących według trzech sektorów ekonomicznych.....	144

Rys. 5.9. Wskaźniki efektywności technologicznej poszczególnych nakładów w województwach w Polsce w latach 1998 – 2008.....	147
Rys. 5.10. Typy postępu technologicznego.....	158
Rys. 5.11. Wzrost gospodarczy a tendencje postępu technologicznego.....	162
Rys. 5. 12. Stałe a zmienne korzyści skali.....	164
Rys. 5.13. Średnie wartości wskaźników efektywności technologicznej w województwach w latach 1998 – 2008.....	167
Rys. 6.1. Zmiany regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w latach 1998 – 2001.....	188
Rys.6.2. <i>Beta</i> konwergencja PKB na osobę pracującą w latach 1998 – 2001.....	191
Rys. 6.3. Zmiany rozkładów regionalnego PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w latach 2001 – 2004.....	192
Rys. 6.4. <i>Beta</i> konwergencja PKB na osobę pracującą w latach 2001 – 2004.....	193
Rys. 6.5. Zmiany rozkładów regionalnego PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w latach 2004 – 2008.....	194
Rys. 6.6. <i>Beta</i> konwergencja PKB na osobę pracującą w latach 2004 – 2008.....	196
Rys. 6.7. Zmiany rozkładów regionalnego PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w latach 1998 – 2008.....	197
Rys. 6.8. <i>Beta</i> konwergencja PKB na osobę pracującą w latach 1998 – 2008.....	199
Rys. 6.9. Wartości współczynników <i>sigma</i> konwergencji PKB na osobę pracującą w latach 1998 – 2008.....	201
Rys. 7. 1. Rozkłady PKB <i>p.c.</i> w województwach w Polsce w wybranych latach z okresu 1998 – 2008.....	207
Rys. 7. 2. Rozkłady PKB na osobę pracującą w województwach w Polsce w wybranych latach z okresu 1998 – 2008.....	208
Rys. 7.3. Wartości kapitału rzeczowego na osobę pracującą w stacjonarnych stanach równowagi w modelu wzrostu z saldem środków UE.....	213
Rys. 7.4. Diagram stacjonarnych stanów równowagi i bifurkacji w modelu wzrostu z saldem środków UE.....	213
Rys. 7.5. Stopa wzrostu kapitały rzeczowego na osobę pracującą w neoklasycznym modelu wzrostu z saldem środków UE dla $\tilde{\delta}_i \geq 0$	215
Rys. 7.6. Stopa wzrostu kapitały rzeczowego na osobę pracującą w neoklasycznym modelu wzrostu z saldem środków UE dla $\tilde{\delta}_i \in (\tilde{\delta}_i^{\min}, 0)$	216

Rys. 7.7. Regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi dla lat 1998 i 2001.....	232
Rys. 7.8. Regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi dla lat 2004 – 2008.....	233
Rys. 7.9. Regionalne rozkłady PKB na osobę pracującą w stabilnych stanach równowagi.....	234
Rys. 7.10. Granica efektywności technologicznej dla roku 2001 oraz chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi.....	239
Rys. 7.11. Zmiany regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w okresie od roku 2001 do chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnych stanów równowagi.....	241
Rys. 7.12. PKB na osobę pracującą w 2001r i zmiany czynników wzrostu PKB na osobę pracującą w okresie od roku 2001 do chwili osiągnięcia stabilnych stanów równowagi.....	243
Rys. 7.13. Granica efektywności technologicznej dla roku 2004 oraz chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi.....	245
Rys. 7.14. Zmiany regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w okresie od roku 2004 do chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnych stanów równowagi.....	247
Rys. 7.15. PKB na osobę pracującą w 2004r i zmiany czynników wzrostu PKB na osobę pracującą w okresie od roku 2004 do chwili osiągnięcia stabilnych stanów równowagi.....	249
Rys. 7.16. Granica efektywności technologicznej dla roku 2008 oraz chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi.....	252
Rys. 7.17. Granica efektywności technologicznej w chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi z zerowym i dodatnim saldem środków UE.....	253
Rys. 7.17. Zmiany regionalnych rozkładów PKB na osobę pracującą pod wpływem czynników wzrostu gospodarczego w okresie od roku 2008 do chwili osiągnięcia przez każdą z gospodarek stabilnego stanu równowagi.....	255
Rys. 7.18. PKB na osobę pracującą w 2008 r i zmiany czynników wzrostu PKB na osobę pracującą w okresie od roku 2008 do chwili osiągnięcia przez regionalne gospodarki stabilnych stanów równowagi.....	257