

Iwona Świeczewska*

MODELE SEKTORÓW PRZEMYSŁU WEDŁUG STOPNIA ZAAWANSOWANIA TECHNIKI

Streszczenie. W artykule przedstawiono model przemysłu w dezagregacji na sektory o różnym stopniu zaawansowania techniki. Stanowi on uzupełnienie symulacyjnego modelu polskiej gospodarki W8D-2010, głównie w zakresie pełniejszej endogenizacji postępu technicznego w polskiej gospodarce. Najważniejszym elementem proponowanego sub-modelu są równania objaśniające łączą produktywność czynników produkcji w tych sferach gospodarki, które w znacznym stopniu związane są z „produkcją” nowej wiedzy. Model zawiera także równania objaśniające pozostałe czynniki produkcji: zasoby pracy i kapitału w analizowanych sektorach. Na podstawie zaproponowanego modelu możliwe jest oszacowanie wielkości potencjalnej produkcji w każdym z sektorów wynikającej z pełnego wykorzystania czynników produkcji. Proponowany model, mimo iż stanowi odrębny, spójny system może być połączony z modelem symulacyjnym W8D-2010 poprzez łączną produktywność czynników produkcji lub tożsamości odnoszące się do podażowej strony gospodarki.

1. Wprowadzenie

Postęp techniczny jest traktowany jako najważniejszy czynnik rozwoju współczesnych gospodarek, coraz częściej określanych terminem „gospodarek opartych na wiedzy” (GOW). Termin ten, użyty po raz pierwszy w połowie lat 90. XX w., określa gospodarkę, której długookresowy rozwój opiera się bezpośrednio na „produkcji, dystrybucji oraz wykorzystaniu wiedzy i informacji” (*The knowledge-based...*[1996]). Tempo rozwoju nowoczesnych gospodarek coraz silniej zależy od rozwoju sektorów wysokich technologii (*high-tech sectors*, *ITC sectors*), zasobów kapitału ludzkiego oraz od możliwości absorpcji kapitału wiedzy z zagranicy.

Badania empiryczne nad określeniem czynników determinujących długo-okresowe tempo wzrostu gospodarek opartych na wiedzy opierają się na wykorzystaniu osiągnięć teorii endogenicznego wzrostu (Romer [1990]; Grossman, Helpman [1991]; Aghion, Howitt [1992]; Howitt [2000]). W modelach tych, wywodzących się z neoklasycznych modeli wzrostu (głównie modelu Solowa-Swana [1956]), dokonuje się endogenizacji postępu technicznego. Postęp techniczny

* Dr, Katedra Teorii i Analiz Systemów Ekonomicznych UŁ.

wynika przede wszystkim z innowacji powstających w wyniku krajowej i zagranicznej działalności badawczo-rozwojowej B+R (Romer [1990]; Aghion, Howitt [1998]) oraz z akumulacji kapitału ludzkiego (Lucas [1988])¹.

Równolegle z rozwojem teoretycznych modeli endogenicznego wzrostu prowadzone były badania empiryczne (głównie dla krajów rozwiniętych), mające na celu określenie czynników determinujących długookresowe tempo wzrostu gospodarczego. W badaniach tych tempo postępu technicznego, mierzonego najczęściej za pomocą zmian łącznej produktywności czynników (TFP) było efektem inwestycji w sferę B+R, zwiększających istniejące w gospodarce zasoby kapitału wiedzy, jak również możliwości gospodarki związanych z absorpcją kapitału wiedzy ze źródeł zewnętrznych (głównie z zagranicy, choć nie pomijano także efektów dyfuzji wiedzy zachodzących wewnątrz gospodarki) oraz istniejących w gospodarce zasobów kapitału ludzkiego (Mohnen [1992]; Wolff, Nadiri [1993]; Coe, Helpman [1995]; Engelbrecht [1997]; Verspagen [1997]; Xu, Wang [1999]; Keller [2004]; Zhu, Jeon [2007]; Lopez-Pueyo i in. [2008]; Sterlacchini, Venturini [2011]). Wyniki tych badań jednoznacznie wskazują, iż wzrost łącznej produktywności czynników produkcji w danej gospodarce wynika zarówno z istniejących w danej gospodarce zasobów kapitału wiedzy (ściśle związanych z nakładami na działalność B+R oraz z zasobami kapitału ludzkiego), ale także jest efektem dyfuzji wiedzy i technologii z zagranicy (poprzez import, bezpośrednie inwestycje zagraniczne, przepływy patentów, etc).

W badaniach nad określeniem czynników determinujących zmiany łącznej produktywności czynników produkcji na szczeblu polskiej gospodarki (Welfe [2009]) istotne znaczenie mają zarówno zasoby krajowej wiedzy (reprezentowane przez wielkość skumulowanych krajowych nakładów na B+R oraz zasoby kapitału ludzkiego), jak również zasoby kapitału wiedzy z zagranicy (skumulowane nakłady na B+R poniesione w sześciu największych i najbardziej rozwiniętych krajach OECD). Głównym kanałem transferu wiedzy z zagranicy jest import (import inwestycyjny oraz import produktów według ich stopnia zaawansowania technologicznego) oraz bezpośrednie inwestycje zagraniczne. Uzyskane wyniki wskazują na pozytywny (i statystycznie istotny) wpływ wszystkich wyspecyfikowanych czynników na zmiany łącznej produktywności czynników produkcji (TFP). Relatywnie wysoką elastyczność TFP otrzymano także dla krajowych zasobów kapitału wiedzy (skumulowanych nakładów na B+R poniesionych w kraju). Świadczy to o rosnącej efektywności krajowej sfery B+R oraz jej aktywnej współpracy z realną sferą gospodarki.

Bliskość powiązań sektora B+R z realną sferą gospodarki jest podstawą do osiągnięcia trwałego wzrostu gospodarczego. Szczególne znaczenie w „produkcji nowej wiedzy” mają sektory wysokich technologii (*high-tech*), nie tylko związane z działalnością przemysłową (przemysł wysokiej techniki – *high-tech*

¹ Więcej na ten temat można znaleźć w pracach Tokarskiego [2005], [2008].

industries), ale także usługi oparte na wiedzy (*knowledge-intensive services*, *KIS*, w tym w szczególności usługi *high-tech*²). Stopień wykorzystania produktów wytwarzanych w sektorach *high-tech* przez pozostałe sfery działalności gospodarki, w tym przede wszystkim przez tradycyjne sektory przemysłu, w znacznym stopniu determinują poziom efektywności gospodarki (Turowski [2005]). Wydaje się więc, że rozszerzenie zakresu badań nad czynnikami stymulującymi wzrost TFP powinno uwzględniać aktywność sektorów zaawansowanych technologicznie. Zaproponowano więc submodel, który stanowić może pewne uzupełnienie modelu W8D-2010 (co zresztą uczyniono także w poprzedniej wersji modelu W8D-2007) w zakresie endogenizacji postępu technicznego w sektorach przemysłu przetwórczego o różnym stopniu zaawansowania technologicznego. Stąd też najważniejszym elementem w proponowanym submodelu są równania objaśniające zmiany TFP w sferach gospodarki, w których – przynajmniej częściowo – do przemysłu przetwórczego (sekcja D, według PKD 2004 – przetwórstwo przemysłowe), zdezagregowanego według poziomu technologii na sektory wysokich technologii (*high-tech industries*), średnio-wysokich technologii (*medium-high technology industries*), średnio-niskich technologii (*medium-low technology industries*) oraz niskich technologii (*low technology industries*)³. Należy żałować, iż brak odpowiednich danych statystycznych nie pozwolił na uwzględnienie w submodelu sektora usług opartych na wiedzy (*KIS*), co pozwoliłoby na pełniejszą analizę możliwości polskiej gospodarki w zakresie „produkcji nowej wiedzy”.

Struktura tego artykułu jest następująca. W punkcie 2 zaprezentowano strukturę proponowanego submodelu wraz ze schematem powiązań między poszczególnymi zmiennymi modelu. Omówienie źródeł danych statystycznych, które zostały wykorzystane przy budowie submodelu, wraz z klasyfikacją działów przemysłu przetwórczego w sektory o różnym stopniu zaawansowania technologicznego zawarte zostało w punkcie 3. W dalszej części artykułu przedstawione zostały wyniki estymacji równań opisujących poszczególne bloki submodelu, a mianowicie: równania łącznej produktywności czynników produkcji (punkt 4), równania środków trwałych i nakładów inwestycyjnych (5) oraz równania określające podaż pracy w poszczególnych sektorach. Punkt 7 zawiera podsumowanie wyników badań.

W celu zachowania spójności z makroekonomicznym modelem W8D-2010 przyjęto analogiczne oznaczenia dla zmiennych i parametrów modelu, wprowadzając jedynie subskrypt $i = \{1, 2, 3, 4\}$ dla oznaczenia sektorów o różnym

² Usługi *high-tech* obejmują (według PKD 2004) następujące działy poczta i telekomunikacja (dział 64), usługi informatyczne (dział 72) oraz usługi badawczo-rozwojowe (dział 73).

³ Klasyfikacji poszczególnych działów przetwórstwa przemysłowego dokonano w oparciu o opracowaną przez Eurostat i OECD klasyfikację rodzajów działalności według poziomów „intensywności prac B+R” (por. *Nauka i technika w 2007 roku*, [2008]).

poziomie zaawansowania technologicznego (subskrypt $i = 1$ oznacza przemysł wysokich technologii, zaś subskrypt $i = 4$ sektor przemysłów niskich technologii).

2. Struktura submodelu dla sektorów przemysłu o różnym stopniu zaawansowania technologicznego

Jednym z podstawowych elementów proponowanego submodelu jest funkcja produkcji. Podobnie jak w modelu W8D-2010 przyjęto założenie, że funkcja produkcji w każdym z wyszczególnionych sektorów przyjmuje postać funkcji Cobba-Douglasa o stałych efektach skali. Jako miarę produkcji dla poszczególnych sektorów przyjęto wartość dodaną, a wśród czynników produkcji uwzględniono majątek trwały i pracujących:

$$VX_{it} = B A_{it}^{(+)} K_{it}^{(+)\alpha_i} N_{it}^{(+)(1-\alpha_i)} e^{\varepsilon_{it}} \quad (1)$$

gdzie:

VX_{it} – wartość dodana w cenach stałych w okresie t dla i -tego sektora ($i \in \{1, 2, 3, 4\}$);

A_{it} – łączna produktywność czynników produkcji ($A_{it} = TFP_{it}$);

K_{it} – majątek trwały w cenach stałych w okresie t dla i -tego sektora;

N_{it} – liczba pracujących w okresie t w i -tym sektorze.

Powyższa funkcja opisuje efekty procesu produkcyjnego przy założeniu pełnego wykorzystania czynników produkcji. Na jej podstawie możliwe jest więc wyznaczenie wielkości produkcji potencjalnej dla poszczególnych sektorów przemysłu przetwórczego, po uprzednim wyznaczeniu rozmiarów środków trwałych, liczby pracujących i dynamiki TFP oraz określenia rzędu wielkości parametru α_i (który w modelu został skalibrowany w oparciu o ekonomiczny rachunek wzrostu, o czym będzie mowa w punkcie 3 artykułu).

Efektywność procesów produkcyjnych utożsamianych z efektami szeroko rozumianego postępu technicznego odzwierciedlona jest za pomocą zmian łącznej produktywności czynników produkcji. Konieczne jest więc wyznaczenie zarówno poziomu, jak i tempa wzrostu TFP. W literaturze przedmiotu stosowane są dwa alternatywne podejścia do szacowania łącznej produktywności czynników produkcji. Pierwsze z nich to podejście indeksowe (np. agregatowy indeks Törnquista, por. Świczewska [2007]), drugie zaś opiera się na bezpośrednim wykorzystaniu funkcji produkcji, której parametry są szacowane bądź kalibrowane w oparciu o dostępne dane statystyczne (Welfe [2001], [2009]). W celu zachowania spójności z modelem makroekonomicznym, w proponowanym modelu poziom TFP został wyznaczony poprzez zastosowanie funkcji produkcji (1), której parametry zostały skalibrowane w oparciu o ekonomiczny

rachunek wzrostu. Więcej na ten temat zostanie przedstawione w dalszej części opracowania.

Endogenizacja postępu technicznego wymaga więc wyjaśnienia zmian w poziomie i/lub dynamice TFP czynnikami stymulującymi postęp techniczny. Istotną rolę w procesie generowania postępu technicznego przypisuje się więc możliwościom poszczególnych gospodarek do absorpcji osiągnąć własnej sfery B+R oraz do zdolności absorpcji wiedzy naukowo-technicznej z zagranicy. Nie należy także pominąć równie ważnego czynnika, jakim jest zasób kapitału ludzkiego w gospodarce, będący efektem inwestycji w sektorze edukacji (Świeczewska [2007]). Ten ostatni nie został jednak w badaniach empirycznych uwzględniony ze względu na trudności w oszacowaniu zasobów kapitału ludzkiego na szczeblu sektorowym. Ostatecznie więc zmiany łącznej produktywności czynników produkcji w poszczególnych sektorach przemysłu powiązано z istniejącymi w gospodarce zasobami wiedzy – krajowej i zagranicznej, uwzględniając jednocześnie różne kanały dyfuzji wiedzy.

Struktura modelu, na bazie którego podjęto próbę wyjaśnienia zmian w poziomie i tempie wzrostu łącznej produktywności czynników produkcji w wyróżnionych sektorach polskiej gospodarki była zbliżona do modelu zaproponowanego przez D. T. Coe i E. Helpmana [1995] w ich przełomowych badaniach nad międzynarodową dyfuzją technologii. W modelu tym poziom łącznej produktywności czynników produkcji danej gospodarki jest funkcją skumulowanych nakładów na B+R poniesionych w danej gospodarce (zmienna ta jest więc aproksymantą krajowych zasobów wiedzy) oraz skumulowanych nakładów na B+R poniesionych w innych krajach i transferowanych do danej gospodarki poprzez import. Wspomniani autorzy przyjęli założenie, iż transfer technologii z zagranicy odbywa się poprzez wymianę handlową między poszczególnymi gospodarkami, zaś wielkość korzyści wynikającej z międzynarodowego transferu wiedzy jest proporcjonalna do stopnia otwartości gospodarki mierzonej relacją wielkości jej importu do PKB. Badania Coe i Helpmana opierały się na próbie przekrojowo-czasowej, obejmującej 22 kraje (21 krajów OECD oraz Izrael) w latach 1970–1990. Wyniki tych badań jednoznacznie wskazują, iż zarówno krajowe, jak i zagraniczne zasoby kapitału wiedzy pozytywnie wpływają na wzrost TFP w badanej grupie krajów, przy czym korzyści wynikające z transferu kapitału wiedzy są tym większe im większy jest stopień otwartości danej gospodarki.

Wyniki uzyskane przez Coe i Helpmana stały się inspiracją dla wielu badaczy do podjęcia dalszych badań nad korzyściami, jakie może dana gospodarka osiągnąć z transferu wiedzy z zagranicy. Badania dotyczyły różnych krajów, zarówno rozwiniętych (Keller [1998]; Kao, Chiang, Chen [1999]; Lichtenberg, van Pottelsbeghe [2001]; Zhu, Jeon [2007]; Coe, Helpman, Hoffmaister [2009]), jak również rozwijających się (Coe, Helpman, Hoffmeister [1997]; Engelbrecht [2002]; Tang, Koveos [2008]) i prowadzone były zarówno na szczeblu całej

gospodarki, jak i na szczeblu sektorowym (Verspagen [1997]; Braconier, Sjöhom [1998]; Frantzen [2002]; Lopez-Pueyo, Bracenilla-Visus; Sanau [2008]; Sterlacchini, Francesco [2011]). Równolegle rozwinęła się także szeroka dyskusja nad sposobem pomiaru korzyści wynikających z transferu wiedzy z zagranicy (Keller [1998]; Lichtenberg, van Pottelsberghe [1998]) oraz nad potencjalnymi kanałami transferu wiedzy między krajami. Choć badacze byli zgodni, iż głównym nośnikiem kapitału wiedzy z zagranicy jest import (w tym w szczególności import inwestycyjny, Xu Wang [1999]), to jednak wskazywano także inne możliwe kanały transferu technologii z zagranicy, a mianowicie: bezpośrednie inwestycje zagraniczne (Xu [2000]; Saggi [2002]; Zhu, Jeon [2007]); międzynarodowe przepływy patentów (Keller [2002]) oraz technologie informacyjne (IT), Zhu, Jeon [2007]). W badaniach prowadzonych na szczeblu sektorowym uwzględniano także efekty międzysektorowej dyfuzji wiedzy (Verspagen [1997]; Higon [2007]).

Inspirację do konstrukcji kluczowych – w proponowanym submodelu – równań objaśniających poziom (relacja długookresowa) oraz tempo wzrostu (relacja krótkookresowa) łącznej produktywności czynników produkcji zaczerpnięto z bogatej literatury przedmiotu, której wybrane pozycje zostały wyżej wskazane. Ogólne rzecz ujmując model objaśniający poziom TFP w wyróżnionych sektorach przemysłu ma postać:

$$\ln TFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln BRS_{it}^k + \alpha_2 \ln BRS_{it}^{k-dyf} + \alpha_3 \ln BRS_{it}^{zagr} + \alpha_4 \ln FDIS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

lub w kategoriach tempa wzrostu:

$$\Delta \ln TFP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \Delta \ln BRS_{it}^k + \alpha_2 \Delta \ln BRS_{it}^{k-dyf} + \alpha_3 \ln \Delta BRS_{it}^{zagr} + \alpha_4 \ln \Delta FDIS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

gdzie:

TFP_{it} – poziom łącznej produktywności czynników produkcji w sektorze $i = \{1, 2, 3, 4\}$, w okresie t ;

BRS_{it}^k – skumulowane krajowe nakłady na B+R w sektorze i , w okresie t ;

BRS_{it}^{k-dyf} – wielkość korzyści dla sektora i w okresie t , wynikających z międzygałęziowego transferu wiedzy krajowej;

BRS_{it}^{zagr} – skumulowane nakłady na B+R z zagranicy transferowane do sektora i w okresie t ;

$FDIS_{it}$ – skumulowana wielkość bezpośrednich inwestycji zagranicznych w sektorze i w okresie t ;

ε_{it} – składnik losowy.

Wielkość skumulowanych nakładów na B+R w sektorze i w okresie t , zarówno krajowych, jak i zagranicznych oszacowano w oparciu o informację o wielkości nakładów bieżących na działalność B+R poniesionych w danym sektorze (wyrażonych w cenach stałych)⁴, z uwzględnieniem stałej stopy deprecjacji:

$$BRS_{it} = (1 - \delta)BRS_{it-1} + BR_{it} \quad (4)$$

gdzie:

BR_{it} – bieżące nakłady na B+R poniesione w sektorze i w okresie t ;

δ – stopa deprecjacji, $\delta = 0.05$ ⁵.

Dodatkowo wielkość skumulowanych nakładów na B+R w okresie początkowym została wyznaczona jako:

$$BRS_{i0} = \frac{BR_{i0}}{\delta + \sigma_i} \quad (5)$$

gdzie:

BR_{i0} – wielkość bieżących nakładów na B+R w sektorze i w okresie początkowym ($t=0$);

σ_i – średnie tempo wzrostu nakładów na B+R w sektorze i w badanym okresie.

Wielkość korzyści wynikających z międzygałęziowego transferu wiedzy wewnątrz gospodarki oszacowano w oparciu założenie, że głównym nośnikiem krajowych osiągnięć naukowo-badawczych są przepływy krajowych surowców i materiałów. Uwzględnienie przepływów dóbr inwestycyjnych jako nośnika innowacji ucieleśnionych w produktach wytworzonych w poszczególnych gałęziach polskiej gospodarki nie było możliwe ze względu na brak danych w postaci tablic przepływów dóbr inwestycyjnych. W analizie wykorzystano metody analizy input-output. Przyjęto założenie, że zasoby wiedzy „skumulowane” w danej gałęzi przenoszone są do innych gałęzi proporcjonalnie do wielkości przepły-

⁴ Informacje o wielkości nakładów na B+R, krajowych i zagranicznych, w przemyśle w podziale na sektory technologiczne zaczerpnięto z baz danych OECD (STAN database, www.sourceoecd.org). Nakłady te wyrażone są w mln dolarów i przeliczone na ceny stałe z 2000 r.

⁵ Zgodnie z sugestiami zaczerpniętymi z literatury (Coe, Helpman [1995], [2009]; Świeczewska [2007]; Welfe [2009]).

wów krajowych surowców i materiałów wyrażonych za pomocą współczynników bezpośrednich nakładów dla dóbr krajowych:

$$BRS_{it}^{k-dyf} = \sum_{j \neq i} a_{ji} BRS_{jt} \quad (6)$$

gdzie:

a_{ji} – udział surowców i materiałów pochodzenia krajowego gałęzi j , które zostały zużyte przez gałąź i , w produkcji globalnej gałęzi i (współczynnik bezpośrednich nakładów krajowych).

Ograniczenie się w analizach do czterech sektorów przemysłowych zagregowanych według poziomu zaawansowania technologicznego wymagało również odpowiedniej agregacji tablicy input-output. Współczynniki bezpośrednich nakładów krajowych otrzymane na podstawie zagregowanej tablicy potraktowane one zostały jako wagi do określenia wielkości korzyści dla danego sektora wynikających z międzygałęziowych procesów dyfuzji⁶.

Wielkość korzyści dla danego sektora wynikających z transferu kapitału wiedzy z zagranicy wyznaczono w oparciu o formułę zaproponowaną przez Lichtenberga i van Pottelsberghe [1998]:

$$BRS_{it}^{zagr} = \sum_{j \neq i} \frac{M_{jit}^i}{Y_{jt}^i} BRS_{jt}^i \quad (7)$$

gdzie:

M_{jit}^i – wartość importu produktów sektora i z kraju j do i -tego sektora przemysłu w Polsce w okresie t ;

Y_{jt}^i – wartość dodana wytworzona w sektorze i w kraju j w okresie t ;

BRS_{jt}^i – skumulowane wielkość nakładów na B+R w sektorze i w kraju j w okresie t .

Dostępne dane statystyczne dotyczące wielkości importu na poziomie sektorowym pozwoliły na wyróżnienie dwóch kluczowych – z punktu widzenia analizy potencjalnych kanałów transferu technologii z zagranicy – kategorii importu, a mianowicie: importu dóbr pośrednich (*intermediate goods*) oraz importu dóbr kapitałowych (*capital goods*). To pozwoliło rozszerzyć modele (2) i (3) o efekty związane z ucieleśnieniem kapitału wiedzy w dobrach pośrednich ($BRS_{it}^{zagr_posred}$) i inwestycyjnych ($BRS_{it}^{zagr_inwest}$).

⁶ Wagi dla lat 1992–97 uzyskano na podstawie zagregowanej tablicy przepływów międzygałęziowych z 1995 roku, dla lat 1998–2003 w oparciu o zagregowaną tablicę z 2000 roku, natomiast dla lat 2004–2008 na podstawie zagregowanej tablicy z 2005 roku.

Oszacowanie wielkości produkcji potencjalnej w każdym z analizowanych sektorów przemysłu wymaga także objaśnienia podaży pierwotnych czynników produkcji. W przypadku obu wymienionych czynników produkcji zastosowano podobne podejście, jak w przypadku modelu W8D-2010. W przypadku środków trwałych (traktowanych ogółem) stan środków trwałych na koniec roku wyznaczana jest z następującej tożsamości:

$$KKM_{it} = KKM_{it-1} + DKKM_{it} - \delta_i KKM_{it} \quad (8)$$

gdzie:

$DKKM_{it}$ – przyrost środków trwałych w sektorze i -tym w okresie t ;

δ_i – stopa likwidacji środków trwałych w sektorze i -tym.

Oszacowanie zasobów środków trwałych w każdym z sektorów wymaga więc ustalenia wielkości przyrostu środków trwałych w danym sektorze (odpowiadających wielkości inwestycji oddanych do użytku w danym roku) oraz określenia dla każdego z analizowanych sektorów wielkości stopy likwidacji środków trwałych. W odniesieniu do stopy likwidacji jej wielkość przyjmowana jest arbitralnie dla każdego z wyróżnionych sektorów, w zależności od przeciętnej liczby lat użytkowania środków trwałych. Przyjęto założenie, iż liczba lat użytkowania środków trwałych jest dłuższa dla sektorów o niższym poziomie zaawansowania technologicznego.

Przyrost środków trwałych w każdym z sektorów w danym okresie jest funkcją stanu przyrostu środków trwałych z okresu poprzedniego oraz bieżących inwestycji⁷, co można zapisać:

$$DKKM_{it} = \alpha_{i0} + \alpha_{i1} DKKM_{it-1} + \alpha_{i2} J_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

gdzie:

J_{it} – wielkość inwestycji poniesionych w i -tym sektorze w okresie t .

Mimo, że powyższa specyfikacja ma charakter krótkookresowy, na jej podstawie możliwe jest określenie siły powiązań między zmiennymi w długim okresie czasu.

Inwestycje w każdym z sektorów objaśniane są wielkością inwestycji podejmowanych w tych sektorach w okresie poprzednim oraz bieżącą „skłonnością” danego sektora do podejmowania inwestycji. Owa „skłonność” określona może być chociażby poprzez wielkość produkcji sprzedanej w okresie bieżącym. Takie podejście zapewnia zachowanie tzw. sprzężenia zwrotnego między inwe-

⁷ Wynika to z przyjętego założenia, że rozkład wag w rozkładzie opóźnień inwestycyjnych jest hipergeometryczny, co pozwoliło na zastosowanie przekształcenia Koycka (Welfe A., 2009, s. 193).

stycjami w poszczególnych sektorach a ich aktywnością gospodarczą. Wobec powyższego równanie inwestycji dla poszczególnych sektorów przyjmuje postać:

$$J_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 J_{it-1} + \alpha_2 XPS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

lub w formie potęgowej:

$$\ln J_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln J_{it-1} + \alpha_2 \ln XPS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

gdzie:

XPS_{it} – produkcja sprzedana w i -tym sektorze w okresie t .

Określenie zapotrzebowania na siłę roboczą wyznaczone jest najczęściej z funkcji produkcji (Welfe, Welfe [2004]). Jeśli ma ona postać dwuczynnikowej funkcji Cobb-Douglasa ze stałymi efektami skali, to po odpowiednich przekształceniach otrzymujemy funkcję zatrudnienia, w której rozmiary zatrudnienia zależą od wielkości produkcji (z elastycznością równą 1), kapitałochłonności produkcji i łącznej produktywności czynników produkcji, czyli:

$$\ln N_{it} = \alpha_0 + \ln VX_{it} + \alpha_2 \ln \left(\frac{K_{it}}{VX_{it}} \right) + \alpha_3 \ln A_{it} + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

Przyjmując podobne założenie jak w przypadku makromodelu, że zmiany kapitałochłonności mogą być wyrażone zmianami łącznej produktywności czynników produkcji, wówczas możemy ograniczyć się do dwóch zmiennych objaśniających. Wówczas zależność (12) przyjmie postać:

$$\ln N_{it} = \alpha_0 + \ln VX_{it} + \alpha_3 \ln A_{it} + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

Konstrukcja pełnego submodelu przemysłu według poziomów zaawansowania technologicznego z możliwością włączenia go do modelu symulacyjnego W8D-2010 wymaga jednak uzupełnienia o zbiór pewnych tożsamości. Są one związane przede wszystkim z podażową stroną modelu i dotyczą wielkości produkcji w gospodarce (mierzonej wartością dodaną), czyli:

$$VX_t = \sum_{i=1}^4 VX_{it} + VXP_t \quad (14)$$

gdzie:

VX_t – wartość dodana w gospodarce w okresie t ;

VX_{it} – wartość dodana w i -tym sektorze przemysłu w okresie t ;

VXP_t – wartość dodana w pozostałych sektorach gospodarki, poza sektorem przemysłowym.

Podobne tożsamości można zapisać w odniesieniu do nakładów inwestycyjnych ogółem i zapotrzebowania na siłę roboczą. Dla nakładów inwestycyjnych tożsamość ta ma postać:

$$J_t = \sum_{i=1}^4 J_{it} + JP_t \quad (15)$$

gdzie:

J_t – nakłady inwestycyjne w gospodarce w okresie t ;

J_{it} – nakłady inwestycyjne w i -tym sektorze przemysłu w okresie t ;

JP_t – nakłady inwestycyjne w pozostałych sektorach gospodarki, poza sektorem przemysłowym.

Dla liczby pracujących:

$$N_t = \sum_{i=1}^4 N_{it} + NP_t \quad (16)$$

gdzie:

N_t – liczba pracujących ogółem w gospodarce w okresie t ;

N_{it} – liczba pracujących w i -tym sektorze przemysłu w okresie t ;

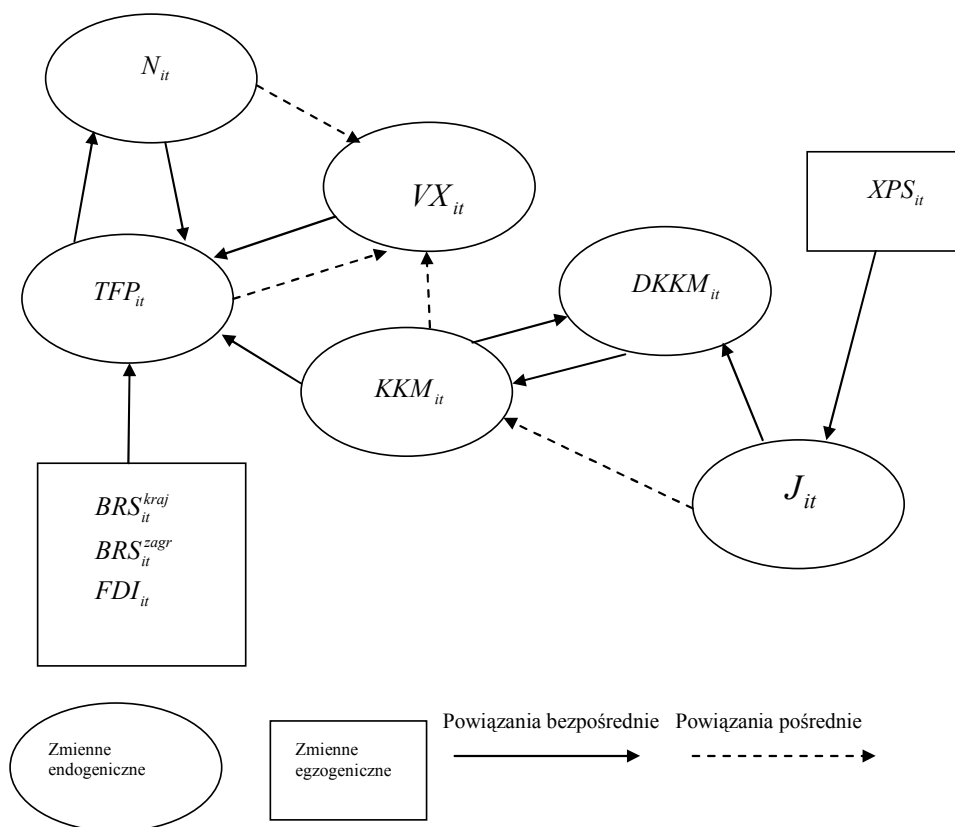
NP_t – pracujący w pozostałych sektorach gospodarki, poza sektorem przemysłowym.

Podsumowując powyższe rozważania można stwierdzić, iż proponowany submodel może stanowić jedynie uzupełnienie modelu W8D-2010 mimo, że jest on odrębną konstrukcją, nie dającą się bezpośrednio porównać z dużym modelem. Proponowany submodel objaśnia:

– łączną produktywność czynników produkcji w czterech sektorach przemysłu przetwórczego różniących się stopniem zaawansowania technologicznego; zmiany TFP powiązane są z zasobami kapitału wiedzy reprezentowanymi przez skumulowane nakłady na B+R poniesione w każdym z analizowanych sektorów (zmienna egzogeniczna w systemie), kapitałem wiedzy pozostałych sektorów przemysłu (efekty międzysektorowej dyfuzji wiedzy – zmienna egzogeniczna) oraz kapitałem wiedzy z zagranicy (reprezentowanym przez skumulowane nakłady na B+R z zagranicy transferowane do poszczególnych sektorów poprzez import lub też przez skumulowaną wielkość bezpośrednich inwestycji zagranicznych, które napłynęły do danego sektora – także zmienne egozogeniczne w systemie);

- podaż pierwotnych czynników produkcji (nakładów pracy i zasobów środków trwałych w każdym z analizowanych sektorów);
- potencjalną produkcję wynikającą z zasobów pierwotnych czynników produkcji oraz poziomu i/lub dynamiki TFP w każdym z analizowanych sektorów;
- nakłady inwestycyjne w środki trwałe poszczególnych sektorów, będących funkcją nakładów inwestycyjnych poniesionych w latach poprzednich oraz bieżącej „aktywności” gospodarczej sektora mierzonej produkcją sprzedaną. Uwzględnienie tej drugiej zmiennej pozwala w pewnym stopniu na uwzględnienie w modelu popytowej strony gospodarki.

Powiązania między poszczególnymi zmiennymi modelu przedstawione są na poniższym schemacie (rys. 1).



Rys. 1. Schemat powiązań między poszczególnymi zmiennymi modelu

2. Źródła danych statystycznych w submodelu sektora przemysłu

Podstawowym źródłem danych statystycznych wykorzystanych w proponowanym submodelu są publikacje Głównego Urzędu Statystycznego, z których zaczerpnięto informacje dotyczące analizowanych kategorii na poziomie działów przemysłu przetwórczego. Dane te, obejmujące lata 1992–2008, zostały przeliczone na ceny stałe z 2000 r, a następnie zagregowane do poziomu sektorów technologicznych. W badaniu wykorzystano także dane OECD⁸ o wielkości nakładów na działalność B+R w Polsce i w wybranych krajach OECD⁹, z których – przynajmniej częściowo – następuje transfer wiedzy do polskiej gospodarki. Z bazy danych OECD pochodzą także informacje o wielkości importu poszczególnych grup produktów oraz dane dotyczące wielkości bezpośrednich inwestycji zagranicznych.

Agregację poszczególnych działów przemysłu przetwórczego w sektory o różnym poziomie zaawansowania technologicznego przeprowadzono w oparciu o opracowaną przez Eurostat i OECD klasyfikację rodzajów działalności według poziomu intensywności nakładów na B+R. Szczegółowe informacje dotyczące zaliczania poszczególnych działów przemysłu przetwórczego do sektorów o różnym poziomie zaawansowania technologicznego podaje tablica 1.

Tablica 1. Klasyfikacja działów przemysłu przetwórczego według poziomów techniki

Sektor technologiczny	Działy przemysłu przetwórczego zaliczone do danego sektora technologicznego (numery działów według PKD 2004)
1	2
Wysoka technika (<i>high technology</i>)	– Produkcja maszyn biurowych i komputerów (30); – Produkcja sprzętu i urządzeń radiowych, telewizyjnych i telekomunikacyjnych (31); – Produkcja instrumentów medycznych, precyzyjnych i optycznych, zegarów i zegarków (33);
Średnio-wysoka technika (<i>medium-high technology</i>)	– Produkcja wyrobów chemicznych (24); – Produkcja maszyn i urządzeń gdzie indziej nie sklasyfikowana (29); – Produkcja maszyn i aparatury elektrycznej, gdzie indziej nie sklasyfikowana (31);

⁸ STAN Database (www.sourceoecd.org).

⁹ Wzięto pod uwagę taki kraj jak Francja, Holandia, Japonia, Niemcy, Włochy, Wielka Brytania i Stany Zjednoczone. W latach 1992–2008 udział importu produktów wysokiej techniki z tej grupy krajów w globalnej wielkości importu tego rodzaju produktów wahał się między 37% a 64% (najwyższy udział odnotowano w 1992 roku, najniższy w latach 2006 i 2008). Udział importu produktów średnio-wysokiej techniki z tej grupy krajów w globalnej wielkości importu tego rodzaju produktów wahał się w badanym okresie między 62% a 71% (najwyższy udział odnotowano w 1993 roku, najniższy w latach 2007–2008). Analogiczne udziały importu produktów średnio-niskiej i niskiej techniki kształtowały się w badanym okresie następująco: dla produktów średnio-niskiej techniki 46%–58%, dla produktów niskiej techniki 43%–59%.

Tablica 1 (cd.)

1	2
	– Produkcja pojazdów samochodowych, przyczep i naczep (34); – Produkcja pozostałego sprzętu transportowego (35);
Średnio-niska technika (<i>medium-low technology</i>)	– Wytwarzanie koksu, produktów rafinacji ropy naftowej i paliw jądrowych (23); – Produkcja wyrobów gumowych i z tworzyw sztucznych (25); – Produkcja wyrobów z pozostałych surowców niemetalicznych (26); – Produkcja metali (27); – Produkcja metalowych wyrobów gotowych z wyłączeniem maszyn i urządzeń (28);
Niska technika (<i>low technology</i>)	– Produkcja artykułów spożywczych i napojów (15); – Produkcja wyrobów tytoniowych (16); – Włókiennictwo (17); – Produkcja odzieży i wyrobów futrzarskich (18); – Produkcja skór wyprawionych i wyrobów ze skór wyprawionych (19); – Produkcja drewna i wyrobów z drewna (z wyłączeniem mebli) – nazwa skrócona (20); – Produkcja masy włóknistej, papieru oraz wyrobów z papieru (21); – Działalność wydawnicza, poligrafia i reprodukcja zapisanych nośników informacji (22); – Produkcja mebli; działalność produkcyjna, gdzie indziej nie sklasyfikowana (36); – Przetwarzanie odpadów (37)

Źródło: Nauka i technika w 2006 roku, s. 227.

3. Równania łącznej produktywności czynników produkcji dla sektorów technologicznych przemysłu przetwórczego

Poziom łącznej produktywności czynników produkcji dla poszczególnych sektorów technologicznych polskiego przemysłu przetwórczego wyznaczono z zależności (1), po przekształceniu jej do postaci:

$$TFP_{it} = \frac{VA_{it}}{K_{it}^{\alpha_i} L_{it}^{(1-\alpha_i)}} \quad \text{dla } i = \{1, 2, 3, 4\} \quad (17)$$

Parametr α w powyższym równaniu został skalibrowany na poziomie średniego udziału nadwyżki operacyjnej brutto wytworzonej w każdym z analizowanych sektorów w wartości dodanej tego sektora. Informacje o wielkości tego parametru oraz tempach wzrostu TFP w całym badanym okresie oraz w podokresach przedstawione są w tablicy 2.

Tablica 2. Średnie tempo wzrostu łącznej produktywności czynników produkcji w sektorach technologicznych przemysłu przetwórczego w latach 1993–2008 i w podokresach

Sektory technologiczne	Wartość parametru	Tempo wzrostu TFP (w %)					
	α_i	1993–2008	1993–1995	1996–1998	1999–2001	2002–2004	2005–2008
Wysoka technika	0,453	21,3	33,6	19,0	4,0	–0,5	48,8
Średnio-wysoka technika	0,4497	8,8	9,4	6,8	8,6	9,6	9,2
Średnio-niska technika	0,5551	5,1	16,3	5,7	–10,6	13,0	3,6
Niska technika	0,4791	4,8	8,0	6,5	1,4	1,3	6,5

Źródło: Opracowanie własne

Jak wynika z powyższych danych tempo wzrostu łącznej produktywności czynników produkcji były zróżnicowane, zarówno między sektorami, jak i w poszczególnych podokresach. Tempo wzrostu TFP w całym badanym okresie jest tym wyższe im wyższy jest poziom zaawansowania technologicznego sektora. W przypadku sektora wysokiej techniki tak wysoka stopa wzrostu TFP w całym badanym okresie wynika z dynamicznego wzrostu produkcji tego sektora w badanym okresie (ponad 22% rocznie), przy jednoczesnym spadku liczby pracujących w tym sektorze (nieco ponad 1% rocznie). Szczególnie wysokie tempo wzrostu TFP w sektorze wysokich technologii zaobserwowano w pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych oraz w latach 2005–2008. Można to tłumaczyć wzrostem popytu konsumpcyjnego i inwestycyjnego na ten rodzaj dóbr (zwłaszcza w latach 90.). Ujemne tempo wzrostu w latach 2002–2004 jest efektem wyraźnego spowolnienia produkcji tych działów (do około 1,2% rocznie), przy wciąż wysokiej dynamice środków trwałych (3,6% rocznie), głównie ze względu na słabą koniunkturę gospodarczą w tym okresie, co przyczyniło się do ograniczenia popytu wewnętrznego na produkty tego sektora.

Tempo wzrostu TFP w sektorze średnio-wysokiej techniki w badanym okresie było prawie trzykrotnie niższe niż w sektorze wysokiej techniki i znacznie stabilniejsze. Średnio-roczne tempo wzrostu TFP w tym sektorze jest efektem wysokiej dynamiki TFP w pierwszej połowie lat 90. oraz po 2001 roku. W przypadku pierwszego z wymienionych podokresów tak dynamiczny rozwój tego sektora może być związany z napływem bezpośrednich inwestycji zagranicznych w tym okresie (głównie do branży samochodowej i przemysłu chemicznego). W ostatnim podokresie tak znaczny wzrost TFP wynika ze wzrostu produkcji tego sektora, który może mieć związek z ożywieniem koniunktury gospodarczej w kraju i otwarciem nowych rynków zbytu w efekcie integracji Polski z Unią Europejską.

W sektorze średnio-niskiej techniki średnie tempo wzrostu TFP w całym badanym okresie na poziomie nieco ponad 5% wynikało, podobnie jak w dwóch pozostałych sektorach, z wysokiej dynamiki TFP w pierwszej połowie lat 90. oraz w latach 2002–2004. Po okresie wzmożonego wzrostu TFP w pierwszym analizowanym podokresie, w drugiej połowie lat 90. nastąpiło wyraźne spowolnienie, pomimo znaczącego w tym okresie napływu inwestycji bezpośrednich (głównie do przemysłu mineralnego i gumowego oraz tworzyw sztucznych). W latach 1999–2001 spadek dynamiki TFP był porównywalny z tempem spadku produkcji w działach surowcochłonnych (produkcja koksu i produktów rafinacji ropy naftowej oraz w produkcji metali, co częściowo może mieć związek z załamaniem się gospodarki rosyjskiej i znacznym obniżeniem eksportu do Rosji wymienionych produktów). Efekty wzmożonej działalności inwestycyjnej obserwowane w gałęziach zaliczanych do średnio-niskich technologii można zaobserwować dopiero od 2002 roku, co poskutkowało wyraźnym wzrostem efektywności tych gałęzi. Nie bez znaczenia dla ich rozwoju mogła mieć także sprzyjająca koniunktura w budownictwie.

W przypadku sektorów niskich technologii średnie roczne tempo wzrostu TFP w całym badanym okresie sięga prawie 5%, przy czym jego wahania w poszczególnych podokresach związane są w znacznym stopniu z koniunkturą obserwowaną w gospodarce. Wysokie tempo wzrostu TFP w tym sektorze w latach 90. może być związane z rosnącym popytem na produkty gałęzi reprezentujących niskie technologie (głównie przemysł spożywczy, włókienniczy i odzieżowy), co zaowocowało wysokim wzrostem produkcji tego sektora przy relatywnie słabym wzroście zasobów pracy i kapitału. Druga połowa lat dziewięćdziesiątych to okres znacznego napływu BIZ, szczególnie do branży spożywczej. Podobnie wysoką efektywność w sektorze niskich technologii zaobserwowano w latach 2005–2008. Taki stan rzeczy może być związany z procesem włączenia Polski do struktur Unii Europejskiej i łatwiejszym dostępem do nowych rynków zbytu, co mogło pozytywnie wpłynąć na wzrost konkurencyjności tej branży.

Zmiany efektywności obserwowane w poszczególnych sektorach przemysłu przetwórczego mają wpływ na zmiany efektywności całej gospodarki. Chcąc określić w jakim stopniu zmiany TFP w polskiej gospodarce są efektem zmian efektywności w poszczególnych sektorach przemysłu przetwórczego oszacowano parametry modelu log-liniowego, który opisuje zależność między tempem wzrostu TFP w całej gospodarce, a tempem wzrostu TFP w analizowanych sektorach. Oszacowane parametry można interpretować w kategoriach siły oddziaływania zmian łącznej produktywności czynników produkcji poszczególnych sektorów na zmiany TFP całej gospodarki. Model ten stanowi jednocześnie pewien pomost łączący makromodel gospodarki Polski W8D-2010 z submodelem przemysłu. Wyniki oszacowań przedstawione są w tablicy 3.

Tablica 3. Dekompozycja TFP dla Polski w latach 1993-2008; zmienna zależna d_1_TFP

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	-0,00153904	0,00566358	-0,2717	0,79195	
$d_1_TFP_h_t$	0,030000	NA	NA	NA	
$d_1_TFP_m_h_t$	0,198158	0,0372481	5,3200	0,00048	***
$d_1_TFP_m_l_t$	0,0623741	0,0275834	2,2613	0,05007	*
$d_1_TFP_l_t$	0,11594	0,0480368	2,4136	0,03902	**
u99	0,0488612	0,014749	3,3129	0,00904	***
u02	0,0254985	0,010348	2,4641	0,03592	**
u08	-0,0256036	0,00816786	-3,1347	0,01203	**
Średn. arytm. zm. zależnej	0,026709	Odch. stand. zm. zależnej	0,015031		
Suma kwadratów reszt	0,000444	Błąd standardowy reszt	0,007027		
Wsp. determ. R-kwadrat	0,868860	Skorygowany R-kwadrat	0,781433		
F(6, 9)	9,938134	Wartość p dla testu F	0,001526		
Logarytm wiarygodności	61,22747	Kryt. inform. Akaike'a	-108,4549		
Kryt. bayes. Schwarza	-103,0468	Kryt. Hannana-Quinna	-108,1780		
Autokorel. reszt - rho1	0,211854	Stat. Durbina-Watsona	1,575762		

Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmienność wariancji resztowej) –

Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje

Statystyka testu: LM = 6,38516

z wartością $p = P(\text{Chi-kwadrat}(8) > 6,38516) = 0,604172$

Test na normalność rozkładu reszt -

Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny

Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 2,44222

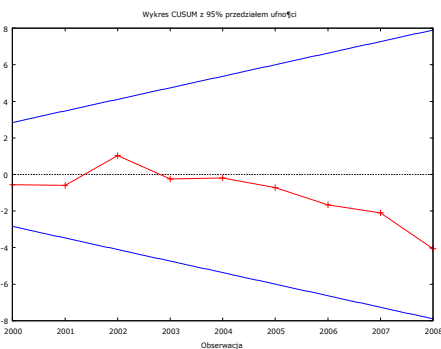
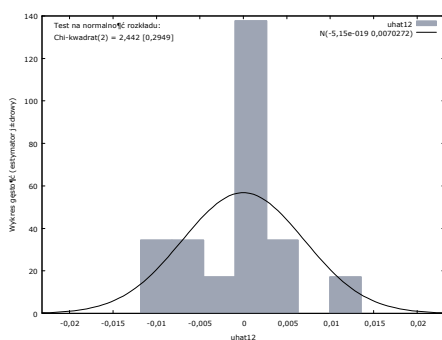
z wartością $p = 0,294903$

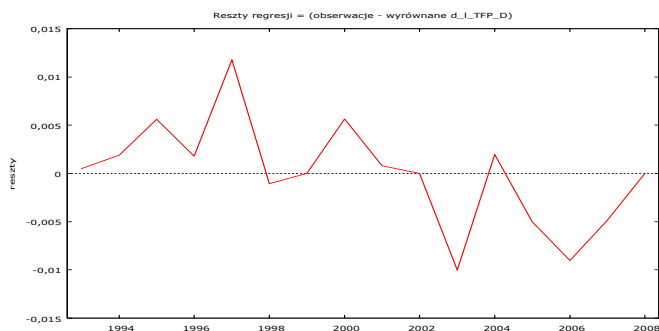
Test CUSUM na stabilność parametrów modelu -

Hipoteza zerowa: brak zmian w parametrach

Statystyka testu: Harvey-Collier $t(8) = -1,35302$

z wartością $p = P(t(8) > -1,35302) = 0,213041$





Źródło: Obliczenia własne

Jak wynika z powyższych rezultatów największy wpływ na zmiany TFP na szczeblu całej gospodarki narodowej mają zmiany łącznej produktywności czynników produkcji w sektorach średnio-wysokiej techniki (zmienna $d_l_TFP_m_h_t$) oraz niskiej techniki (zmienna $d_l_TFP_l_t$). Elastyczności te wynoszą odpowiednio 0,198 oraz 0,116. Elastyczność dla sektora wysokiej techniki skalibrowano na poziomie 0,03. Była to najwyższa wartość parametru, przy którym w teście liniowych restrikcji nie było podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, a parametry dla pozostałych zmiennych objaśniających modelu były dodatnie i statystycznie istotne. Włączenie zmiennych zero-jedynkowych dla lat 1999, 2002 i 2008 istotnie poprawiły jakość dopasowania modelu. Podstawowe testy statystyczne służące do badania właściwości modelu zostały rozszerzone o testy homoskedastyczności i normalności rozkładu reszt, oraz test CUSUM służący do weryfikacji hipotezy o stabilności parametrów modelu. Uzyskane wyniki okazały się satysfakcjonujące.

W kolejnym etapie podjęto próbę wyjaśnienia zmian w poziomach (relacja długookresowa) oraz tempach wzrostu (relacja krótkookresowa) łącznej produktywności czynników produkcji w poszczególnych sektorach przemysłu przetwórczego czynnikami opisującymi szeroko rozumiany kapitał wiedzy (równania (2) i (3)). W analizach krótkookresowych zastosowano mechanizm korekty błędem (ECM). Uzyskane wyniki (najlepsze warianty) dla poszczególnych sektorów przemysłu przedstawione są w tablicach 4a–4d.

Jak wynika z poniższej tablicy we wszystkich przedstawionych wariantach modelu dodatni i statystycznie istotny wpływ na zmiany łącznej produktywności czynników produkcji w sektorze wysokiej techniki mają skumulowane krajowe nakłady na B+R poniesione w tym sektorze. Długookresowa elastyczność TFP względem tej zmiennej waha się w granicach między 2,46 a 4,06, krótkookresowa elastyczność jest nieco wyższa (3,38–4,92). To może świadczyć o istotnej roli krajowych zasobów wiedzy we wzroście efektywności tej sfery gospodarki. Niewielkie znaczenie we wzroście TFP tego sektora ma dyfuzja wiedzy we-

wnątrz gospodarki (tylko w jednym z przedstawionych wariantów zmienna ta okazała się statystycznie istotna, i to tylko w odniesieniu do długiego okresu). Jeśli chodzi o efekty dyfuzji wiedzy z zagranicy, to odbywa się on głównie poprzez import inwestycyjny oraz przez bezpośrednie inwestycje zagraniczne. Pozostałe zmienne określające wielkość korzyści wynikających z transferu wiedzy z zagranicy w żadnym estymowanym wariancie modelu nie okazały się istotne statystycznie.

Tablica 4a. Wyniki estymacji parametrów modeli (2) i (3) dla sektora wysokiej techniki
(w nawiasach podano wartości statystyk *t*-Studenta)

Wyszczególnienie	Warianty modelu		
	I	II	III
Relacja długookresowa			
$\ln BRS^k$	4,06*** (11,77)	2,46*** (4,94)	2,73** (3,24)
$\ln BRS^k - dyf$	0,405* (1,838)		
$\ln BRS^{zagr_inwest}$		0,42* (1,80)	
$\ln FDIS$			0,68*** (7,66)
Zmienne 0-1	Tak	Tak	Tak
R ² skor	0,96	0,96	0,99
Statystyka D-W	2,01	1,46	2,75
Relacja krótkookresowa			
e_{-1}	-0,60** (-2,81)	-0,34* (1,89)	-0,75*** (-6,19)
$\Delta \ln BRS^k$	4,09*** (6,59)	3,38*** (5,11)	4,92*** (4,55)
$\Delta \ln BRS^k - dyf$	0,155 (1,214)		
$\Delta \ln BRS^{zagr_inwest}$		0,143* (1,83)	
$\Delta \ln FDIS$			0,182*** (4,504)
Zmienne 0-1	Tak	Tak	Tak
R ² skor	0,89	0,89	0,94
Statystyka D-W	2,22	1,61	2,05
Test Whita (homoskedastyczność)	9,54 p>0,05	12,98 p>0,05	13,67 p>0,05
Test J-B (normalność rozkładu reszt)	0,90 p>0,05	2,50 p>0,05	4,91 p>0,05
Test CUSUM (stabilność parametrów)	-1,29 p>0,05	-0,12 p>0,05	1,79 p>0,1

* – istotność na poziomie 10%; ** – istotność na poziomie 5%; *** – istotność na poziomie 1%

Źródło: obliczenia własne.

Tablica 4.b. Wyniki estymacji parametrów modeli (2) i (3) dla sektora średnio-wysokiej techniki
(w nawiasach podano wartości statystyk *t*-Studenta)

Wyszczególnienie	Warianty modelu	
	I	II
Relacja długookresowa		
$\ln BRS^k$	0,62** (2,87)	0,91*** (6,47)
$\ln BRS^k - dyf$	1,09*** (4,37)	1,26*** (7,82)
$\ln BRS^{zagr}$	0,27** (2,93)	
$\ln BRS^{zagr_inwest}$		0,20** (3,09)
Zmienne 0-1	Tak	Tak
R ² skor	0,99	0,99
Statystyka D-W	2,56	2,33
Relacja krótkookresowa		
e_{-1}	-0,67*** (-3,78)	-0,12 (-1,63)
$\Delta \ln BRS^k$	0,92** (2,88)	1,22*** (3,42)
$\Delta \ln BRS^k - dyf$	1,13*** (3,83)	0,70** (2,27)
$\Delta \ln BRS^{zagr}$	0,22** (2,58)	
$\Delta \ln BRS^{zagr_inwest}$		0,16 (1,71)
Zmienne 0-1	Tak	Tak
R ² skor	0,83	0,76
Statystyka D-W	2,32	2,12
Test Whita (homoskedastyczność)	9,29 p>0,05	9,22 p>0,05
Test J-B (normalność rozkładu reszt)	3,317 p>0,05	2,78 p>0,05
Test CUSUM (stabilność parametrów)	0,33 p>0,05	1,56 p>0,05

* – istotność na poziomie 10%; ** – istotność na poziomie 5%; *** – istotność na poziomie 1%
Źródło: obliczenia własne.

W sektorze średnio-wysokiej techniki istotny wpływ na zmiany łącznej produktywności czynników produkcji, zarówno w długim, jak i krótkim okresie mają skumulowane krajowe nakłady na B+R. Dodatkowo i statystycznie istotne okazały się także efekty międzysektorowej dyfuzji wiedzy poprzez przepływy surowców i materiałów pochodzenia krajowego, a siła ich oddziaływania na zmiany TFP jest znacznie wyższa niż innych czynników. W tym sektorze gospodarki istotne okazały się także efekty związane z transferem wiedzy z zagra-

nicy, ale wyłącznie poprzez import, w tym także import inwestycyjny, choć ten drugi kanał transferu nie okazał się być istotny w krótkim okresie.

Tablica 4c. Wyniki estymacji parametrów modeli (2) i (3) dla sektora średnio-niskiej techniki
(w nawiasach podano wartości statystyk t-Studenta)

Wyszczególnienie	Warianty modelu
	I
Relacja długookresowa	
$\ln BRS^k$	1,08*** (4,41)
$\ln FDIS$	0,21*** (11,66)
Zmienne 0-1	Tak
R^2 skor	0,95
Statystyka D-W	2,58
Relacja krótkookresowa	
e_{-1}	-0,95*** (-5,69)
$\Delta \ln BRS^k$	0,43* (1,87)
$\Delta \ln FDIS$	0,21*** (10,24)
Zmienne 0-1	Tak
R^2 skor	0,97
Statystyka D-W	2,06
Test Whita (homoskedastyczność)	5,62 $p > 0,05$
Test J-B (normalność rozkładu reszt)	2,82 $p > 0,05$
Test CUSUM (stabilność parametrów)	-0,55 $p > 0,05$

* – istotność na poziomie 10%; ** – istotność na poziomie 5%; *** – istotność na poziomie 1%
Źródło: obliczenia własne.

W sektorze średnio-niskiej techniki w zasadzie uzyskano jeden akceptowalny wariant modelu, w którym zmiany TFP w tym sektorze zależą od zmian w skumulowanych nakładach na B+R poniesionych w tym sektorze, zaś głównym kanałem transferu wiedzy z zagranicy są bezpośrednie inwestycje zagraniczne. Inne analizowane źródła transferu technologii nie okazały się istotne.

Tablica 4d. Wyniki estymacji parametrów modeli (2) i (3) dla sektora niskiej techniki
(w nawiasach podano wartości statystyk t-Studenta)

Wyszczególnienie	Warianty modelu		
	I	II	III
Relacja długookresowa			
$\ln BRS^k$	0,71 ** (3,09)	0,82*** (3,92)	0,54** (3,08)
$\ln BRS^{zagr}$	0,07* (1,86)		
$\ln BRS^{zagr_posred}$		0,04* (1,97)	
$\ln BRS^{zagr_inwest}$			0,06*** (3,42)
$\ln FDIS$	0,10*** (4,44)	0,11*** (5,11)	0,11*** (8,25)
Zmienne 0-1	Tak	Tak	Tak
R ² skor	0,99	0,99	0,99
Statystyka D-W	2,01	2,23	2,06
Relacja krótkookresowa			
e_{-1}	-0,41 *** (-8,02)	-0,77*** (-3,86)	-0,98** (-3,17)
$\Delta \ln BRS^k$	1,17*** (8,98)	0,41 ** (3,108)	0,70*** (4,19)
$\Delta \ln BRS^{zagr}$	0,08*** (5,02)		
$\Delta \ln BRS^{zagr_posred}$		0,07*** (5,61)	
$\Delta \ln BRS^{zagr_inwest}$			0,05*** (3,94)
$\Delta \ln FDIS$	0,09*** (6,822)	0,12*** (6,71)	0,09*** (5,81)
Zmienne 0-1	Tak	Tak	Tak
R ² skor	0,99	0,97	0,96
Statystyka D-W	2,38	2,56	2,03
Test Whita (homoskedastyczność)	11,62 p>0,05	10,82 p>0,05	12,67 p>0,05
Test J-B (normalność rozkładu reszt)	0,88 p>0,05	0,91 p>0,05	1,11 p>0,05
Test CUSUM (stabilność parametrów)	0,16 p>0,05	0,58 p>0,05	0,52 p>0,05

* – istotność na poziomie 10%; ** – istotność na poziomie 5%; *** – istotność na poziomie 1%
Źródło: obliczenia własne.

Jak wynika z powyższych rezultatów w grupie przemysłów niskiej techniki istotną rolę we wzroście TFP odgrywają krajowe nakłady na działalność B+R poniesione w tej sferze działalności. Poza nimi istotne znaczenie ma także trans-

fer technologii z zagranicy, poprzez import (ogółem – wariant I), ale także import dóbr pośrednich – wariant II) i dóbr kapitałowych (wariant III)) oraz poprzez bezpośrednie inwestycje zagraniczne, które napłynęły do tych gałęzi przemysłu. W żadnym z testowanych wariantów nie okazały się istotne efekty związane z dyfuzją wiedzy wewnątrz gospodarki.

4. Równania środków trwałych i inwestycji dla poszczególnych sektorów technologicznych przemysłu przetwórczego

Określenie potencjału produkcyjnego poszczególnych sektorów wymaga także określenia wielkości podaży czynników produkcji, a mianowicie pracy i kapitału. W przypadku środków trwałych (ogółem) ich stan na koniec roku opisany jest tożsamością (8), przy czym w każdym z analizowanych sektorów przyjęto inną stopę likwidacji. Zakładając, że czas eksploatacji środków trwałych jest odwrotnie proporcjonalny do stopnia zaawansowania technologicznego poszczególnych sektorów przyjęto następujące poziomy stóp likwidacji majątku trwałego: 0,125 w sektorze wysokich technologii, 0,083 w sektorze średnio-wysokich technologii, 0,063 w sektorze średnio-niskich technologii oraz 0,05 w sektorze niskich technologii. Oznacza to, że średni czas użytkowania środków trwałych w poszczególnych sektorach wynosi odpowiednio: 8, 12, 16 i 20 lat. Wobec tego tożsamości określające zasób środków trwałych na koniec każdego okresu są następujące:

dla sektora wysokich technologii:

$$KKM_{1t} = 0,875KKM_{1t-1} + DKKM_{1t} \quad (18a)$$

dla sektora średnio-wysokich technologii:

$$KKM_{2t} = 0,917KKM_{2t-1} + DKKM_{2t} \quad (18b)$$

dla sektora średnio-niskich technologii:

$$KKM_{3t} = 0,937KKM_{3t-1} + DKKM_{3t} \quad (18c)$$

dla sektora niskich technologii:

$$KKM_{4t} = 0,95KKM_{4t-1} + DKKM_{4t} \quad (18d)$$

Przyrost środków trwałych $DKKM_{it}$ w każdym z sektorów zależy od wielkości tego przyrostu w okresie poprzednim oraz od wielkości nakładów inwestycyjnych na środki trwałe (równanie (9)). Wyniki estymacji parametrów tego równania dla poszczególnych sektorów przedstawione są w tablicach 5a–5d.

Tablica 5a. Wyniki estymacji równania (9) dla sektora wysokiej techniki

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	-240,773	84,177	-2,8603	0,01551	**
DKKM(-1)	0,969301	0,0813986	11,9081	<0,00001	***
J	0,43651	0,119549	3,6513	0,00381	***
u0506	-420,242	113,59	-3,6996	0,00350	***
u07	1028,48	203,241	5,0604	0,00037	***
Średn. arytm. zm. zależnej	250,5513		Odch. stand. zm. zależnej	561,2814	
Suma kwadratów reszt	174962,4		Błąd standardowy reszt	126,1177	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,962975		Skorygowany R-kwadrat	0,949512	
F(4, 11)	71,52461		Wartość p dla testu F	8,43e-08	
Logarytm wiarygodności	-97,10092		Kryt. inform. Akaike'a	204,2018	
Kryt. bayes. Schwarza	208,0648		Kryt. Hannana-Quinna	204,3997	
Autokorel. reszt - rho1	0,169365		Statystyka Durbina h	0,691195	

Źródło: Obliczenia własne.

Tablica 5b. Wyniki estymacji równania (9) dla sektora średnio-wysokiej techniki

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	-1676,56	570,841	-2,9370	0,01657	**
DKKM(-1)	0,696166	0,180189	3,8635	0,00383	***
J	0,354786	0,105049	3,3774	0,00816	***
u94	1766,06	658,224	2,6831	0,02508	**
u9697	2340,74	433,956	5,3940	0,00044	***
u98	-4044,12	679,282	-5,9535	0,00021	***
u07	-1735,33	631,371	-2,7485	0,02253	**
Średn. arytm. zm. zależnej	2412,383		Odch. stand. zm. zależnej	1703,110	
Suma kwadratów reszt	2700769		Błąd standardowy reszt	547,8006	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,937926		Skorygowany R-kwadrat	0,896543	
F(6, 9)	22,66464		Wartość p dla testu F	0,000060	
Logarytm wiarygodności	-118,9947		Kryt. inform. Akaike'a	251,9894	
Kryt. bayes. Schwarza	257,3975		Kryt. Hannana-Quinna	252,2663	
Autokorel. reszt - rho1	-0,114702		Statystyka Durbina h	-0,620253	

Źródło: Obliczenia własne.

Tablica 5c. Wyniki estymacji równania (9) dla sektora średnio – niskich technologii

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	-2064,89	749,18	-2,7562	0,01868	**
DKKM(-1)	0,382712	0,149294	2,5635	0,02635	**
J	0,523256	0,112417	4,6546	0,00070	***
u94	-2232,01	1093,24	-2,0416	0,06592	*
u96	4276,6	1107,85	3,8603	0,00265	***
Średn. aryt. zm. zależnej	3728,658		Odch. stand. zm. zależnej	3148,415	
Suma kwadratów reszt	10894980		Błąd standardowy reszt	995,2149	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,926726		Skorygowany R-kwadrat	0,900081	
F(4, 11)	34,78026		Wartość p dla testu F	3,49e-06	
Logarytm wiarygodności	-130,1528		Kryt. inform. Akaike'a	270,3056	
Kryt. bayes. Schwarza	274,1686		Kryt. Hannana-Quinna	270,5034	
Autokorel. reszt - rho1	-0,275211		Statystyka Durbina h	-1,306419	

Źródło: Obliczenia własne

Tablica 5d. Wyniki estymacji równania (9) dla sektora niskich technologii

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	938,345	652,729	1,4376	0,18110	
DKKM(-1)	0,298892	0,0759352	3,9361	0,00279	***
J	0,226266	0,0731541	3,0930	0,01139	**
u95	1933,38	490,652	3,9404	0,00277	***
u9697	-3182,03	348,365	-9,1342	<0,00001	***
u0708	1453,09	427,146	3,4019	0,00675	***
Średn. aryt. zm. zależnej	4143,173		Odch. stand. zm. zależnej	1765,849	
Suma kwadratów reszt	2028231		Błąd standardowy reszt	450,3589	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,956637		Skorygowany R-kwadrat	0,934956	
F(5, 10)	44,12231		Wartość p dla testu F	1,70e-06	
Logarytm wiarygodności	-116,7037		Kryt. inform. Akaike'a	245,4074	
Kryt. bayes. Schwarza	250,0429		Kryt. Hannana-Quinna	245,6448	
Autokorel. reszt - rho1	-0,464656		Statystyka Durbina h	-1,882874	

Źródło: Obliczenia własne.

Jednocześnie nakłady inwestycyjne poniesione w okresie bieżącym w każdym z sektorów zależą od inwestycji opóźnionych i od wielkości produkcji sprzedanej każdego z sektorów (model (10) lub (11)). Przyjęcie takiego założenia powoduje nawiązanie w proponowanym sub-modelu do popytowej strony gospodarki. Wyniki estymacji parametrów równania (11) dla poszczególnych sektorów zawarte są w tablicach 6a–6d.

Tablica 6a. Wyniki estymacji równania (11) dla sektora wysokiej techniki

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	3,09058	0,642803	4,8080	0,00043	***
l_XPS	0,34554	0,0680917	5,0746	0,00027	***
u05	-0,431095	0,168634	-2,5564	0,02517	**
u0607	0,777741	0,140428	5,5383	0,00013	***
u9899	0,28592	0,118491	2,4130	0,03273	**
Średn. arytm. zm. zależnej	6,510162		Odch. stand. zm. zależnej	0,460587	
Suma kwadratów reszt	0,287134		Błąd standardowy reszt	0,154686	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,915406		Skorygowany R-kwadrat	0,887208	
F(4, 12)	32,46339		Wartość p dla testu F	2,38e-06	
Logarytm wiarygodności	10,56672		Kryt. inform. Akaike'a	-11,13344	
Kryt. bayes. Schwarza	-6,967370		Kryt. Hannana-Quinna	-10,71932	
Autokorel. reszt - rho1	0,030248		Stat. Durbina-Watsona	1,832354	

Źródło: Obliczenia własne.

Tablica 6b. Wyniki estymacji równania (11) dla sektora średnio-wysokiej techniki

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	-0,433142	0,651468	-0,6649	0,51871	
l_J(-1)	0,567328	0,0993544	5,7101	0,00010	***
l_XPS	0,36711	0,103226	3,5564	0,00395	***
u9798	0,311679	0,0738176	4,2223	0,00118	***
Średn. arytm. zm. zależnej	8,821565		Odch. stand. zm. zależnej	0,422241	
Suma kwadratów reszt	0,102869		Błąd standardowy reszt	0,092587	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,961534		Skorygowany R-kwadrat	0,951918	
F(3, 12)	99,98914		Wartość p dla testu F	9,34e-09	
Logarytm wiarygodności	17,67209		Kryt. inform. Akaike'a	-27,34418	
Kryt. bayes. Schwarza	-24,25383		Kryt. Hannana-Quinna	-27,18593	
Autokorel. reszt - rho1	-0,080658		Statystyka Durbina h	-0,338449	

Źródło: Obliczenia własne.

Tablica 6c. Wyniki estymacji równania (11) dla sektora średnio-niskiej techniki

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	-1,35468	1,0903	-1,2425	0,23779	
l_J(-1)	0,694065	0,122487	5,6664	0,00010	***
l_XPS	0,364636	0,155367	2,3469	0,03692	**
u0003	-0,259597	0,0613869	-4,2289	0,00117	***
Średn. arytm. zm. zależnej	8,977829		Odch. stand. zm. zależnej	0,400271	
Suma kwadratów reszt	0,134779		Błąd standardowy reszt	0,105979	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,943918		Skorygowany R-kwadrat	0,929897	
F(3, 12)	67,32407		Wartość p dla testu F	8,90e-08	
Logarytm wiarygodności	15,51063		Kryt. inform. Akaike'a	-23,02125	
Kryt. bayes. Schwarza	-19,93090		Kryt. Hannana-Quinna	-22,86300	
Autokorel. reszt - rho1	-0,664233		Statystyka Durbina h	-2,922327	

Źródło: Obliczenia własne.

Tablica 6d. Wyniki estymacji parametrów równania (11) dla sektora niskiej techniki

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	1,15242	0,784562	1,4689	0,17261	
l_J(-1)	0,39379	0,101497	3,8798	0,00306	***
l_XPS	0,367203	0,108745	3,3767	0,00704	***
u02	-0,248665	0,0548527	-4,5333	0,00109	***
u9798	0,137	0,0445615	3,0744	0,01175	**
u93	-0,230972	0,0657139	-3,5148	0,00559	***
Średn. arytm. zm. zależnej	9,157765		Odch. stand. zm. zależnej	0,245238	
Suma kwadratów reszt	0,027551		Błąd standardowy reszt	0,052489	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,969460		Skorygowany R-kwadrat	0,954190	
F(5, 10)	63,48783		Wartość p dla testu F	3,00e-07	
Logarytm wiarygodności	28,21147		Kryt. inform. Akaike'a	-44,42294	
Kryt. bayes. Schwarza	-39,78741		Kryt. Hannana-Quinna	-44,18557	
Autokorel. reszt - rho1	-0,007683		Statystyka Durbina h	-0,032361	

Źródło: Obliczenia własne.

W sektorze wysokich technologii inwestycje w danym roku determinowane są głównie wielkością sprzedaży produktów tego sektora. Nieistotne okazały się nakłady inwestycyjne poniesione w roku poprzednim. Może to oznaczać, że podaż tego sektora wynika z zapotrzebowania na ten rodzaj dóbr. W pozostałych sektorach istotne okazały się zarówno nakłady inwestycyjne poniesione w roku poprzednim, jak i wielkość sprzedaży. Co więcej, elastyczność nakładów inwestycyjnych względem produkcji sprzedanej w każdym z analizowanych sektorów jest podobna i kształtuje się na poziomie około 0,36 (jedynie w sektorze wysokiej techniki jest nieco niższa i wynosi 0,34).

5. Nakłady pracy w sektorach technologicznych przemysłu przetwórczego

Modelując podaż na siłę roboczą przyjęto założenie, iż zależy ona od wielkości produkcji i poziomu technologii w poszczególnych sektorach, wyrażonego przez łączną produktywność czynników produkcji (model (13)). Estymacje parametrów relacji długookresowych modelu opisanego równaniem (13) nie dawały sensownych rezultatów, mimo dodatkowych założeń dotyczących m.in. długookresowej elastyczności liczby pracujących względem wartości dodanej na poziomie bliskim jedności. Stąd też zdecydowano się na oszacowanie zależności krótkookresowych, w których w roli zmiennych objaśnianych i objaśniających wystąpiły przyrosty logarytmów poszczególnych zmiennych. Wyniki estymacji dla poszczególnych sektorów technologicznych przedstawione są w tablicach 7a–7d.

Tablica 7a. Wyniki estymacji parametrów równania (13) dla sektora wysokiej techniki
– relacja krótkookresowa

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	-0,0228982	0,00815594	-2,8075	0,01704	**
d ₁ VA	0,546432	0,0848217	6,4421	0,00005	***
d ₁ TFP	-0,566839	0,0896306	-6,3242	0,00006	***
u00	-0,0708665	0,0226036	-3,1352	0,00949	***
u0406	0,0658936	0,0137422	4,7950	0,00056	***
Średn. arytm. zm. zależnej	-0,013128		Odch. stand. zm. zależnej	0,055497	
Suma kwadratów reszt	0,004616		Błąd standardowy reszt	0,020486	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,900078		Skorygowany R-kwadrat	0,863743	
F(4, 11)	24,77143		Wartość p dla testu F	0,000019	
Logarytm wiarygodności	42,50300		Kryt. inform. Akaike'a	-75,00600	
Kryt. bayes. Schwarza	-71,14306		Kryt. Hannana-Quinna	-74,80819	
Autokorel. reszt - rho1	-0,110144		Stat. Durbina-Watsona	1,960592	

Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmiennność wariancji resztowej) -

Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje

Statystyka testu: LM = 11,0305

z wartością $p = P(\text{Chi-kwadrat}(9) > 11,0305) = 0,273623$

Test na normalność rozkładu reszt -

Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny

Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 1,00024

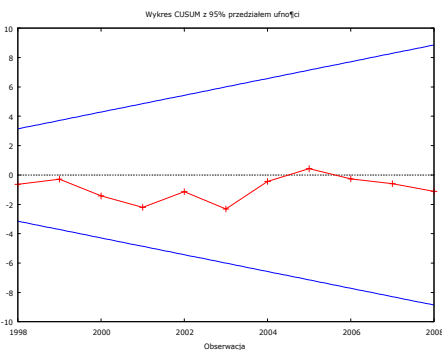
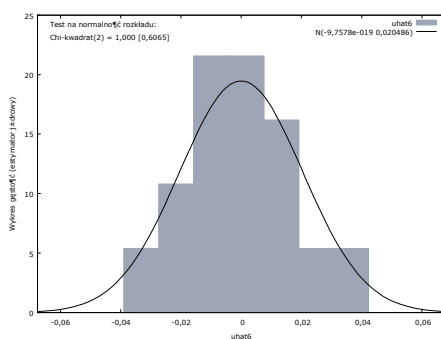
z wartością $p = 0,606459$

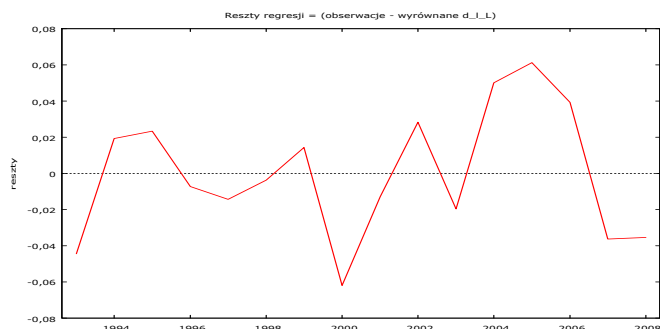
Test CUSUM na stabilność parametrów modelu -

Hipoteza zerowa: brak zmian w parametrach

Statystyka testu: Harvey-Collier $t(10) = -0,333069$

z wartością $p = P(t(10) > -0,333069) = 0,74596$





Źródło: Obliczenia własne.

Tablica 7b. Wyniki estymacji parametrów równania (13) dla sektora średnio-wysokiej techniki – relacja krótkookresowa

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	-0,0195058	0,00742465	-2,6272	0,02353	**
d_1_VA	1,09439	0,133808	8,1788	<0,00001	***
d_1_TFP	-0,989349	0,15247	-6,4888	0,00004	***
u96	-0,058604	0,0167209	-3,5048	0,00493	***
u9901	-0,0348858	0,0116329	-2,9989	0,01210	**
Średn. arytm. zm. zależnej	-0,012393	Odch. stand. zm. zależnej		0,049897	
Suma kwadratów reszt	0,002396	Błąd standardowy reszt		0,014759	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,935835	Skorygowany R-kwadrat		0,912502	
F(4, 11)	40,10800	Wartość p dla testu F		1,69e-06	
Logarytm wiarygodności	47,74845	Kryt. inform. Akaike'a		-85,49690	
Kryt. bayes. Schwarza	-81,63395	Kryt. Hannana-Quinna		-85,29908	
Autokorel. reszt - rho1	-0,004393	Stat. Durbina-Watsona		1,807509	

Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmiennosc wariacji resztowej) -

Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje

Statystyka testu: LM = 8,10392

z wartością $p = P(\text{Chi-kwadrat}(9) > 8,10392) = 0,523709$

Test na normalność rozkładu reszt -

Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny

Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 1,72634

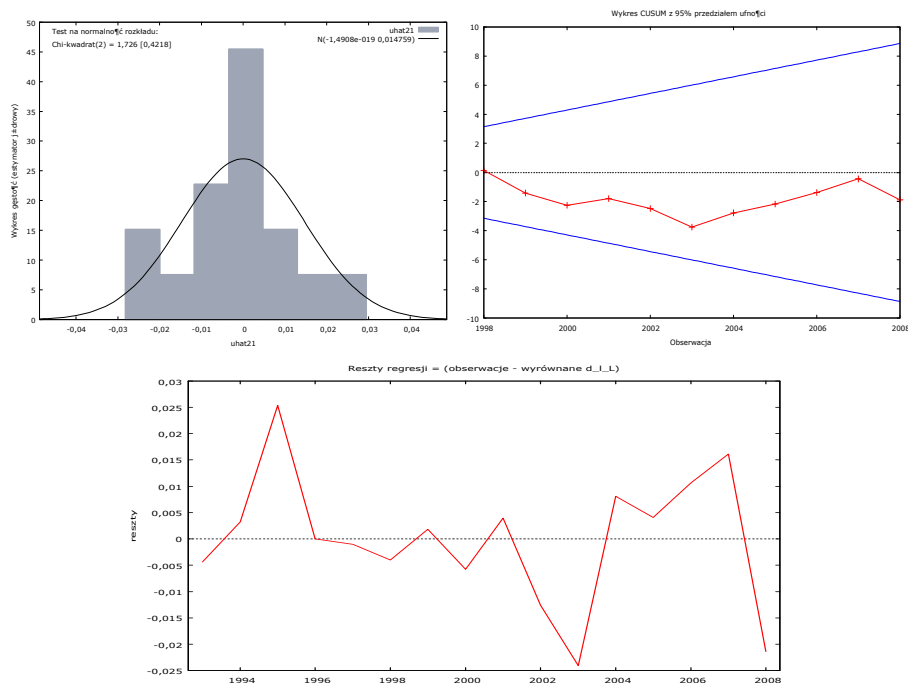
z wartością $p = 0,421823$

Test CUSUM na stabilność parametrów modelu -

Hipoteza zerowa: brak zmian w parametrach

Statystyka testu: Harvey-Collier $t(10) = -0,565268$

z wartością $p = P(t(10) > -0,565268) = 0,58435$



Źródło: Obliczenia własne.

Tablica 7c. Wyniki estymacji parametrów równania (13) dla sektora średnio-niskiej techniki – relacja krótkookresowa

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	-0,012044	0,00733775	-1,6414	0,12665	
d_l VA	0,70783	0,144133	4,9109	0,00036	***
d_l TFP	-0,601362	0,141089	-4,2623	0,00110	***
u0001	-0,0593767	0,0150244	-3,9520	0,00192	***
Średn. arytm. zm. zależnej	0,006285		Odch. stand. zm. zależnej	0,043897	
Suma kwadratów reszt	0,003653		Błąd standardowy reszt	0,017446	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,873632		Skorygowany R-kwadrat	0,842040	
F(3, 12)	27,65367		Wartość p dla testu F	0,000011	
Logarytm wiarygodności	44,37633		Kryt. inform. Akaike'a	-80,75265	
Kryt. bayes. Schwarza	-77,66230		Kryt. Hannana-Quinna	-80,59440	
Autokorel. reszt - rho1	0,234084		Stat. Durbina-Watsona	1,509617	

Test White'a na heteroskedastyczność reszt (zmiennosc wariacji resztowej) -

Hipoteza zerowa: heteroskedastyczność reszt nie występuje

Statystyka testu: LM = 3,16169

z wartością $p = P(\text{Chi-kwadrat}(7) > 3,16169) = 0,869652$

Test na normalność rozkładu reszt -

Hipoteza zerowa: składnik losowy ma rozkład normalny

Statystyka testu: Chi-kwadrat(2) = 1,59461

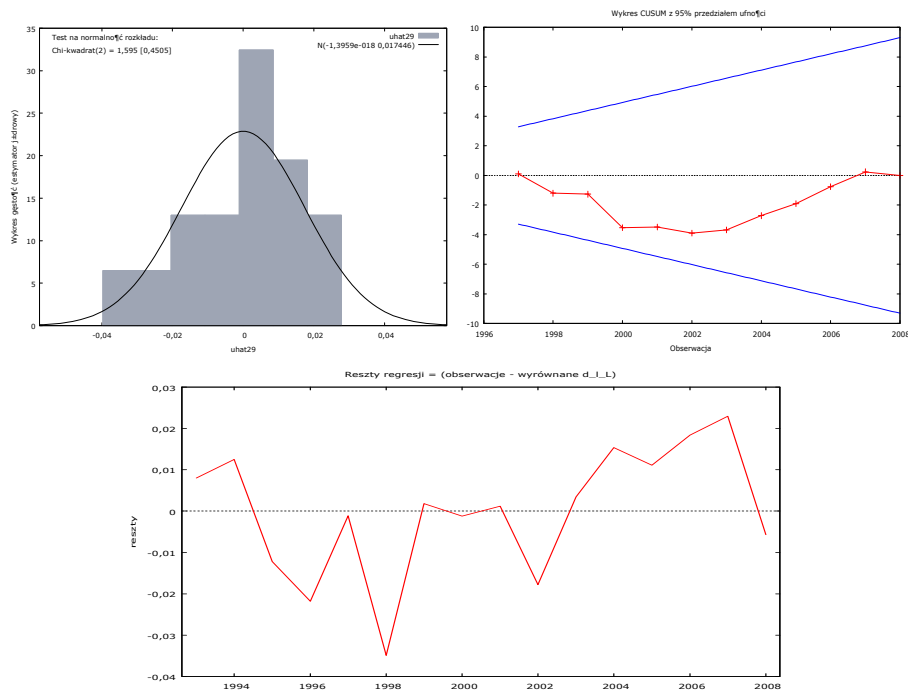
z wartością $p = 0,450541$

Test CUSUM na stabilność parametrów modelu -

Hipoteza zerowa: brak zmian w parametrach

Statystyka testu: Harvey-Collier $t(11) = -0,000212493$

z wartością $p = P(t(11) > -0,000212493) = 0,999834$

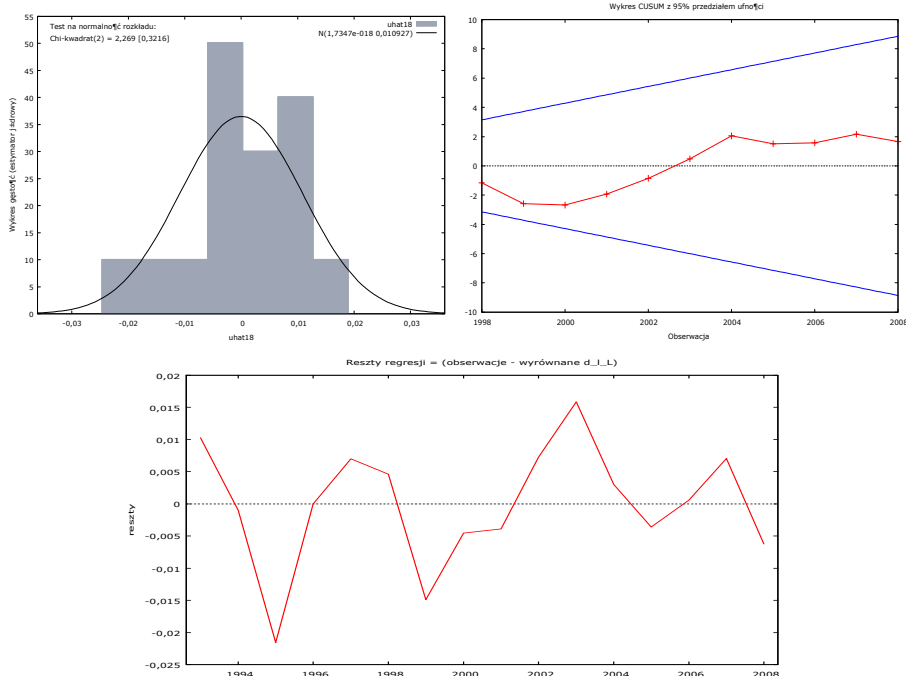


Źródło: Obliczenia własne.

Tablica 7d. Wyniki estymacji parametrów równania (13) dla sektora niskiej techniki – relacja krótkookresowa

	<i>Współczynnik</i>	<i>Błąd stand.</i>	<i>t-Studenta</i>	<i>wartość p</i>	
const	-0,0479872	0,00448558	-10,6981	<0,00001	***
d_1_VA	1,50194	0,119416	12,5774	<0,00001	***
d_1_TFP	-1,54321	0,14385	-10,7279	<0,00001	***
u96	0,0932392	0,0119745	7,7865	<0,00001	***
u0406	0,017129	0,00740506	2,3131	0,04107	**
Średn. aryt. zm. zależnej	-0,012249		Odch. stand. zm. zależnej	0,039280	
Suma kwadratów reszt	0,001314		Błąd standardowy reszt	0,010927	
Wsp. determ. R-kwadrat	0,943245		Skorygowany R-kwadrat	0,922607	
F(4, 11)	45,70425		Wartość p dla testu F	8,68e-07	

Logarytm wiarygodności	52,55810	Kryt. inform. Akaike'a	-95,11620
Kryt. bayes. Schwarza	-91,25326	Kryt. Hannana-Quinna	-94,91839
Autokorel.reszt - rho1	0,111316	Stat. Durbina-Watsona	1,673558



Źródło: Obliczenia własne.

W sektorach wysokiej i niskiej techniki zmiany zapotrzebowania na siłę roboczą w większym stopniu zależą od zmian w technologii produkcji reprezentowanymi przez dynamikę łącznej produktywności czynników produkcji. Odwrotna sytuacja jest w pozostałych dwóch sektorach. Tam zmiany w wielkości produkcji silniej niż zmiany technologii oddziałują na zmiany zapotrzebowania na siłę roboczą, choć różnice w elastycznościach nie są znaczące.

6. Podsumowanie

Przedstawiony w niniejszym artykule model przemysłu w dezagregacji na sektory o różnym stopniu zaawansowania techniki stanowi pewną propozycję uzupełnienia modelu W8D-2010, głównie w zakresie endogenizacji postępu technicznego w polskiej gospodarce. Stąd też najważniejszym elementem proponowanego submodelu są równania objaśniające poziom i tempo wzrostu łącznej produktywności czynników produkcji (TFP) w tych sferach gospodarki, które w pewnym stopniu odpowiadają za „produkcję” nowej wiedzy. Czynniki

kami, które objaśniają zmiany TFP są posiadane przez te sektory zasoby kapitału wiedzy (wyrażone w modelu przez skumulowane nakłady na B+R poniesione w każdym z analizowanych sektorów, po uwzględnieniu określonej stopy deprecjacji tych nakładów). Nie pominięto także efektów związanych z transferem wiedzy z innych sektorów przemysłu (międzysektorowa dyfuzja wiedzy) oraz z zagranicy. W modelu przyjęto założenie, że transfer wiedzy z zagranicy odbywa się poprzez import produktów o różnym stopniu zaawansowania technologicznego (import ogółem oraz z wyróżnieniem importu dóbr pośrednich i inwestycyjnych) oraz poprzez przepływy kapitału w formie bezpośrednich inwestycji zagranicznych. Ze względu na brak odpowiednich danych statystycznych nie udało się niestety uwzględnić w modelu zasobów kapitału ludzkiego.

Uzyskane wyniki wskazują, iż istotne znaczenie we wzroście TFP w każdym z analizowanych sektorów (zarówno w długim, jak i w krótkim okresie) zasoby wiedzy pochodzenia krajowego. Zmienna ta tym silniej oddziałuje na zmiany TFP w danym sektorze, im wyższy jest jego stopień zaawansowania technologicznego. Pozytywne efekty wynikające z międzysektorowej dyfuzji wiedzy okazały się istotne jedynie w sektorach wysokiej i średnio-wysokiej techniki. We wszystkich sektorach można zaobserwować korzystny wpływ transferu wiedzy z zagranicy, różne są jednak kanały, którymi transfer ten się odbywa.

Na podstawie modelu możliwe jest także wyznaczenie dla każdego z sektorów produkcji potencjalnej wynikającej z pełnego wykorzystania pierwotnych czynników produkcji oraz z określonej dynamiki TFP. To wymagało jednak skonstruowania odpowiednich równań objaśniających podaż czynników produkcji (zasobów pracy i środków trwałych). Specyfikacja tych równań nie odbiegała w sposób istotny od tej, która została zaproponowana w modelu W8D-2010 (por. rozdz. 4.). Do modelu dołączono także równania nakładów inwestycyjnych, które – poprzez włączenie do nich jako zmiennej objaśniającej – produkcji sprzedanej nawiązują do popytowej strony gospodarki.

Choć proponowany model stanowi odrębny, spójny system, jest jednak możliwe powiązanie go z modelem W8D-2010 poprzez łączną produktywność czynników produkcji bądź przez tożsamości odnoszące się do podaźowej strony gospodarki.

Literatura

- Aghion P., Howitt P., [1992], *A model of growth through creative destruction*, *Econometrica*, vol. 60, s. 323–351.
- Aghion P., Howitt P., [1998], *Endogenous Growth Theory*, Cambridge MA, MIT Press.
- Braconier H., Sjöholm F., [1998], *National and international spillovers from R&D: comparing a neoclassical and an endogenous growth approach*, *Weltwirtschaftliches Archiv*, 134, s. 639–663.
- Coe D.T., Helpman E., [1995], *International R&D Spillovers*, *European Economic Review*, vol. 39, s. 859–887.

- Coe D.T., Helpman E., Hoffmaister A., [1997], *North-South R&D spillovers*, Economic Journal, vol. 107, s. 134–149.
- Coe D.T., Helpman E., Hoffmaister A., [2009], *International R&D spillovers and institutions*; European Economic Review, vol. 53, s. 723–741.
- Engelbrecht H.-J., [1997], *International R&D spillovers, human capital and productivity in OECD countries: an empirical investigation*, European Economic Review, vol. 41, s. 1479–1488.
- Engelbrecht H.-J., [2002], *Human capital and international knowledge spillovers in TFP growth of a sample of developing countries: an exploration of alternative approaches*, Applied Economics, vol. 37, s. 831–841.
- Frantzen D., [2002], *Cross – sector and cross-country technical knowledge spillovers and the evolution of manufacturing productivity: a panel data analysis*, Economic Applique LV, s. 31–62.
- Grossman G., Helpman E., [1991], *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Higon D.A., [2007], *The impact of R&D spillovers on UK manufacturing TFP: A dynamic panel approach*; Research Policy, vol. 36, s. 964–979.
- Howitt P., [2000], *Endogenous growth and cross-country income differences*, American Economic Review, vol. 90, s. 829–846.
- Kao C., Chiang M.H., Chen B., [1999], *International R&D spillovers: an application of estimation and inference in panel cointegration*, Oxford Bulletin of Economics and Statistics, Symposium of Panel Data Unit Root Test and Cointegration, vol. 61, s. 691–710.
- Keller W., [1998], *Are international R&D spillovers trade-related? Analyzing spillovers among randomly matched trade partners*, European Economic Review, vol. 42 (8), s. 1469–1481.
- Keller W., [2002], *Geographic localization of international technology diffusion*, American Economic Review, vol. 92 (1), p. 120–142.
- Keller W., [2004], *International technology diffusion*, Journal of Economic Literature, vol. 42 (3), s. 752–782.
- Lichtenberg F., van Pottelsberghe de la Potterie B., [1998], *International R&D spillovers: A comment*, European Economic Review, vol. 42, s. 1483–1491.
- Lichtenberg F., van Pottelsberghe de la Potterie B., [2001], *Does Foreign Direct Investment Transfer Technology Across Borders*, Review of Economics and Statistics, vol. 83., s. 490–497.
- Lopez-Pueyo C., Barcenilla-Visus S., Sanau J., [2008], *International R&D spillovers and manufacturing productivity. A panel data analysis*, Structural Change and Economic Dynamics, vol. 19, s. 152–172.
- Lucas R.E., [1988] *On the Mechanics of Economic Development*, Journal of Monetary Economics, vol. 22, p. 3–42.
- Mohnen P.A., [1992], *The relationship between R&D and productivity growth in Canada and other major industrialized countries*, Canada Communication Group, Ottawa.
- Nauka i technika w 2006 roku*, [2007], Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Nauka i technika w 2007 roku*, [2009], Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Romer P., [1990], *Endogenous technical change*, Journal of Political Economy, vol. 98, s. 71–102;
- The knowledge-based economy*, [1996], OECD, Paris.
- Saggi K., [2002], *Trade, Foreign Direct Investment and International Technology Transfer: a Survey*, World Bank Research Observer, vol. 17, s. 191–235.
- Sterlacchini A., Venturini F., [2011], *R&D and productivity in high-tech manufacturing: a comparison between Italy and Spain*, MPRA Working Paper, April.
- Świczewska I., [2007], *Łączna produktywność czynników produkcji. Ucieleśniony kapitał wiedzy*, [w:] red. W. Welfe, *Gospodarka oparta na wiedzy*, PWE, Warszawa.
- Tang L., Koveos P.E., [2008], *Embodied and disembodied R&D spillovers to developed and developing countries*, International Business Review, October, s. 546–558.
- Tokarski T., [2005], *Wybrane modele podażyowych czynników wzrostu gospodarczego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.

- Tokarski T., [2008], *Efekty skali a wzrost gospodarczy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Turowski K., [2005], *Sektor wysokich technologii jako główne źródło wzrostu we współczesnych gospodarkach*, [w:] Kopycińska D. (red.), *Funkcjonowanie gospodarki polskiej w warunkach integracji i globalizacji*, Wyd. Kat. Mikroekonomii, Uniwersytet Szczeciński.
- Verspagen B., [1997], *Measuring Intersectoral Technology Spillovers: Estimates from the European and US Patent Office Databases*, Economic Systems Research, vol. 9, No 1, s. 47–65.
- Welfe A., [2009], *Ekonometria. Metody i ich zastosowanie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Welfe W. (red.), [2001], *Ekonometryczny model wzrostu gospodarczego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Welfe W., (red.), [2009], *Makroekonometryczny model gospodarki opartej na wiedzy*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Acta Universitatis Lodzensis, Folia Oeconomica, nr 229, Łódź.
- Welfe A., Welfe W., [2004], *Ekonometria stosowana*, PWE, Warszawa.
- Wolff E.N., Nadiri M.I., [1993], *Spillover Effects, Linkage Structure, and Research and Development*, Structural Change and Economic Dynamics, vol.4, s. 315–331.
- Xu B., [2000], *Multinational Enterprises, Technology Diffusion and Host Country Productivity Growth*, Journal of Development Economics, vol. 62, s. 477–93.
- Xu B., Wang J., [1999], *Capital goods trade and R&D spillovers in the OECD*, Canadian Journal of Economics, vol. 32, s. 1258–1274.
- Zhu L. Jeon B., [2007], *International R&D spillovers: trade, FDI and information technology as spillovers channels*, Review of International Economics, vol. 15, 955–976.

Iwona Świczewska

MODELS OF MANUFACTURING SECTORS BY TECHNOLOGY LEVEL

Abstract

This paper presents a model for the Polish manufacturing, which is desaggregated into the sectors of different level of technological advancement. It complements the simulation model W8D-2010 of the Polish economy, mainly through a fuller endogenization of technical progress. The most important element of the proposed sub-model are the equations explaining TFP changes in those areas of the economy that are considerably related to the accumulation of new knowledge. The model also includes equations for the other production factors: labour and capital. On the basis of the proposed model it is possible to estimate the potential output of each of the analyzed sectors assuming full utilization of production factors. The proposed model, even though it is a separate system, can be connected to the simulation model W8D-2010 via total factor productivity or by means of an identity relating to the supply side of the Polish economy.