



INSTYTUT BADAŃ NAD GOSPODARKĄ RYNKOWĄ

Model MaMoR2
Informacje o konstrukcji i założeniach

Tomasz Kaczor

Warszawa, listopad 2006

Spis treści

Wstęp.....	5
Filozofia i podstawowe zależności modelu.....	5
Podaż dóbr	6
Inwestycje.....	7
Spożycie prywatne.....	8
Popyt krajowy i eksport.....	9
Czynniki produkcji	10
Sektor publiczny	10
Ceny i płace	11
Parametry i kalibracja.....	11
Założenia scenariusza bazowego.....	15
Bibliografia.....	17

Wstęp

Niniejszy materiał stanowi uzupełnienie do zestawu raportów dotyczących wpływu na gospodarkę polską szeregu programów operacyjnych na lata 2007-2013. Ilekroć w materiale mowa jest o funduszach UE, odnoszą się one do środków opisanych w tych raportach. Opracowanie stanowi niezależny opis wykorzystanego we wspomnianych analizach modelu, pozwalający lepiej zrozumieć i interpretować wyniki w nich zaprezentowane.

Główna część opracowania została podzielona na trzy części. W pierwszej z nich opisujemy zasady funkcjonowania najważniejszych modułów wykorzystanego narzędzia. W drugiej przedstawiono informacje dotyczące przyjętych wartości poszczególnych parametrów oraz danych będących podstawą konstrukcji modelu. W ostatnie zaprezentowano założenia scenariusza bazowego (referencyjnego) stanowiącego punkt odniesienia dla symulacji opisanych we wspomnianych raportach.

Filozofia i podstawowe zależności modelu

Analiza opisana w dalszej części materiału została przeprowadzona przy wykorzystaniu modelu MaMoR2 będącego tzw. obliczeniowym modelem równowagi ogólnej (ang. *computable general equilibrium model*, CGE). Użyte w niniejszej analizie narzędzie pozwala badać niektóre aspekty gospodarki w ujęciu regionalnym, tj. na poziomie województw. Wykorzystywane narzędzie nie stanowi prostego złożenia 16 modeli dla gospodarek poszczególnych województw. Regiony są w pełni autonomiczne w zakresie przebiegu procesu tworzenia produktu oraz określania rozmiarów strumieni i zasobów takich jak spożycie, inwestycje czy zasób kapitału, a sytuacja w danym województwie jest zależna także od procesów zachodzących w innych częściach kraju. Na poziomie krajowym podejmowane są natomiast decyzje dotyczące struktury niektórych strumieni: przeznaczenia produkcji krajowej oraz źródeł dóbr konsumpcyjnych.

Gospodarki regionalne wytwarzają jednorodny w skali kraju produkt w oparciu o zbliżoną technologię różniącą się parametrami, które są charakterystyczne dla poszczególnych regionów. Producent dobra wykorzystuje w procesie produkcyjnym trzy czynniki produkcji: pracę, kapitał ludzki oraz kapitał rzeczowy. Czynniki te są łączone w procesie wytwórczym opisanym kombinacją funkcji o stałej elastyczności substytucji (ang. CES) w taki sposób, że obie formy kapitału traktowane są jako dobra komplementarne i tworzą swego rodzaju kapitał złożony będący nakładem substytucyjnym wobec pracy. Taki mechanizm opisuje obserwowaną w nowoczesnych gospodarkach prawidłowość, że nakłady inwestycyjne sprzyjają zwiększeniu zatrudnienia osób o wysokich kwalifikacjach (tj. większym zasobie kapitału ludzkiego), natomiast mogą prowadzić do ograniczenia zatrudnienia niewykwalifikowanej siły roboczej.

Właścicielem czynników są gospodarstwa domowe a zasób kapitału ludzkiego jest częściowo egzogeniczny. Zasób kapitału rzeczowego jest kształtowany endogenicznie

w oparciu o model inwestowania q Tobina. Firma inwestuje w kolejnych latach tak aby maksymalizować aktualną wartość przyszłych dochodów pomniejszonych o koszty inwestycji. Relatywne koszty instalacji kapitału są tym większe, im większa jest skala nowego kapitału w stosunku do dotychczasowego zasobu. Ponadto, w modelu występuje także odrębny zasób infrastruktury, nie jest jednak klasycznym czynnikiem produkcji lecz elementem zwiększającym całkowitą wydajność czynników produkcji (ang. TFP).

Dochody gospodarstw domowych, oprócz wynagrodzenia kapitałów i pracy, pochodzą z transferów z sektora publicznego oraz egzogenicznych innych transferów. Gospodarstwo domowe ustala rozmiar konsumpcji tak, aby maksymalizować jej łączną zdyskontowaną użyteczność przy ograniczeniu budżetowym wynikającym ze zdyskontowanej wielkości przyszłych dochodów. Oprócz spożycia, finansuje nakłady inwestycyjne oraz koszty obsługi zadłużenia.

Naszkiecowane powyżej procesy są opisane w modelu na poziomie wojewódzkim. Na poziomie ogólnopolskim ustalana jest wewnątrzokresowa struktura zaspokojenia popytu krajowego. Gospodarka spożywa dobra produkcji krajowej lub importowane a ich wzajemne relacje ustalane są w oparciu o funkcję CES – dobro krajowe i importowane są w pewnym stopniu substytutami. Podobnie, na poziomie krajowym ustalane jest jaka część produkcji krajowej kierowana jest na eksport, w oparciu o funkcję o stałej elastyczności transformacji (ang. CET). Taka konstrukcja modelu oznacza, że każdy dodatkowy popyt nie trafia bezpośrednio do regionu, z którego pochodzi, lecz jedynie w takim stopniu w jakim wynika to ze struktury możliwości wytwórczych, a w szczególności jest też częściowo zaspokajany importem. Relacje z zagranicą są charakterystyczne dla małej otwartej gospodarki, m. in. podmioty przyjmują za dane ceny światowe wymienianych dóbr. Kurs walutowy jest egzogeniczny.

Na poziomie ogólnokrajowym opisano w modelu także sektor publiczny. Przychody sektora stanowią podatki i inne opłaty publiczno-prawne powiązane z dochodem lub wynagrodzeniem osób fizycznych, podatek dochodowy od osób prawnych, podatki pośrednie oraz egzogeniczne pozostałe przychody. Wydatki sektora stanowią przede wszystkim transfery na rzecz ludności, spożycie publiczne oraz koszty obsługi długu państwa. Ponadto, przez ten sektor przepływają wszelkie transfery z budżetu UE oraz generowane jest współfinansowanie krajowe publiczne.

Najważniejsze parametry modelu zostały bądź skalibrowane bądź przyjęte na podstawie literatury. Model opiera się o dane roczne pochodzące z 2003 roku. W dalszej części materiału opisano najważniejsze moduły modelu.

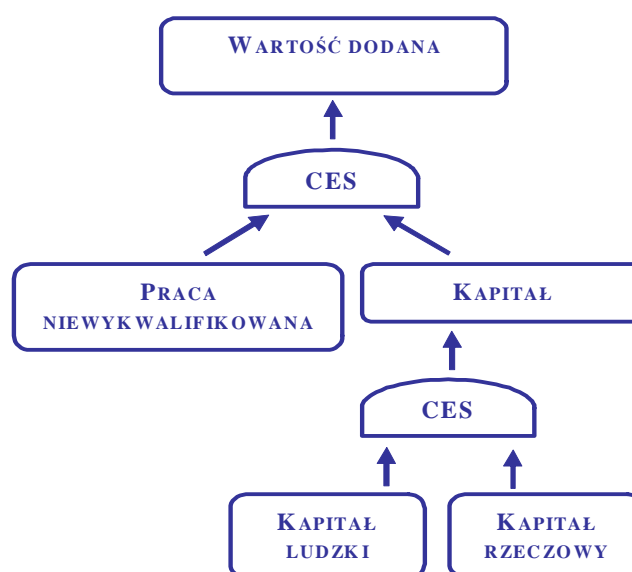
Podaż dóbr

Źródłem podaży dóbr jest 16 gospodarek regionalnych wytwarzających jednorodny produkt. W procesie produkcyjnym wykorzystywane są trzy czynniki produkcji: kapitał rzeczowy, kapitał ludzki oraz pracę niewykwalifikowaną. Przez kapitał rzeczowy rozumiemy zasób wszystkich czynników produkcji niezwiązanych z zatrudnionymi pracownikami, w szczególności może to być klasyczny czynnik – ziemia. Przez pracę

niewykwalifikowaną rozumiemy podstawowy zasób umiejętności, w które musi być wyposażony każdy pracownik chcący normalnie funkcjonować we współczesnym społeczeństwie, pozwalający na wykonywanie najprostszyc prac. Z kolei kapitał ludzki jest to zasób szczególnych umiejętności, zdobytych w trakcie nauki i kariery zawodowej, pozwalający na realizację bardziej złożonych zadań. Uproszczając, przyjmujemy, że każdy pracownik dostarcza pracy w wymiarze jednej jednostki oraz pewnej ilości kapitału ludzkiego. Przy takich założeniach wzrost relacji pomiędzy kapitałem ludzkim a pracą niewykwalifikowaną oznacza zatrudnienie pracowników o wyższych kwalifikacjach.

Wykorzystując czynniki produkcji wytwórcy dostarczają dóbr w procesie modelowanym za pomocą funkcji CES (ang. *constant elasticity of substitution*), przy założeniu funkcjonowania rynków konkurencyjnych, zobrazowanym schematycznie na rysunku 1. Dokonywane przez nich wybory mają charakter dwustopniowy. W pierwszym etapie podejmują decyzję o relacji pomiędzy wykorzystywanym zaobem pracy niewykwalifikowanej a użytym zasobem obu form kapitału. Przyjmujemy, że oba te elementy mają charakter nakładów substytucyjnych. W drugim etapie ustalana jest relacja pomiędzy wykorzystanym zasobem kapitału ludzkiego oraz rzeczowego. W przypadku tego wyboru oba czynniki mają charakter komplementarny. W efekcie zwiększone inwestycje powodują wzrost zapotrzebowania na kapitał ludzki oraz spadek popytu na pracę niewykwalifikowaną, co jest prawidłowością obserwowaną w nowoczesnych gospodarkach (Hamermesh, 1993; Goldin, Katz, 1996).

Rysunek 1. Schemat procesu produkcyjnego w modelu MaMoR2



Proces produkcyjny jest specyficzny dla regionów, które różnią się od siebie parametrami opisującymi funkcje produkcji. Wyjątkiem są elastyczności substytucji, które przyjęto na jednakowych poziomach dla wszystkich regionów.

Inwestycje

Rozmiar inwestycji tworzących kapitał rzeczowy jest ustalany odrębnie w każdym regionie w procesie dynamicznym bazującym na modelu teoretycznym opartym na Hayashi (1982). Międzyokresowa struktura nakładów inwestycyjnych jest optymalizowana w oparciu o model inwestowania q Tobina uwzględniający oprócz kosztów instalacji nowego kapitału również możliwość uzyskania wsparcia inwestycji

ze środków strukturalnych. Przedsiębiorca wybiera poziom inwestycji w kolejnych okresach tak aby maksymalizować wartość firmy, rozumianą jako terażniejszą wartość przyszłych dochodów pomniejszonych o koszty inwestycji:

$$V_0 = \sum_{t=0}^{\infty} \mu_t (R_t - J_t) \quad (1)$$

gdzie R oznacza zysk brutto, μ jest współczynnikiem dyskontującym wartość przyszłych strumieni:

$$\mu_t = \prod_{s=0}^t (1 + r_s)^{-1} \quad (2)$$

i r jest stopą procentową. J stanowi całkowite koszty inwestycji koszty inwestycji zdefiniowane następująco:

$$J_t = I_t p_t (1 - s + \theta_t) \quad (3)$$

gdzie θ stanowi koszt dostosowania poziomu kapitału zdefiniowany następująco

$$\theta_t = \frac{\beta}{2} \frac{\left(\frac{I_t}{K_t} - \alpha \right)^2}{\frac{I_t}{K_t}} \quad (4)$$

natomiast I , K , p oraz s oznaczają odpowiednio inwestycje, zasób kapitału rzeczowego, ceny właściwe dla dóbr wykorzystywanych w procesie inwestycyjnym oraz zachęty do inwestowania finansowane ze środków publicznych.

Rozwiązaniem takiego zagadnienia optymalizacyjnego (rozszerzonego o równanie opisujące akumulację kapitału $K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t$, gdzie I_t oznacza stopę deprecjacji) jest sekwencja równań, dzięki której w modelu zasób kapitału nie dopasowuje się skokowo w odpowiedzi na zmianę sytuacji zewnętrznej, co byłoby zachowaniem nierealistycznym. Koszty zainstalowania nowego kapitału są związane ze skalą zmiany jego zasobu, im większy jest względny przyrost tego czynnika tym większą część wartości inwestycji pochłaniają koszty jego instalacji i tym mniejsza staje się nowym zasobem kapitału. Model nie rozróżnia odrębnych dóbr kapitałowych i inwestycje zwiększają ogólną sumę popytu krajowego.

Spożycie prywatne

Gospodarstwo domowe optymalizuje strukturę spożycia międzyokresową spożycia odrębnie w każdym regionie tak aby maksymalizować swą zdyskontowaną użyteczność (Devarajan, Go, 1998). Jej funkcja przyjmuje formę tzw. użyteczności o stałej

względnej niechęci do ryzyka (ang. *constant-relative-risk-aversion*), co daje następującą postać maksymalizowanej funkcji:

$$U_0 = \sum_{t=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+\rho} \right)^{t+1} \cdot \frac{1}{1-\nu} C_t^{1-\nu} \quad (5)$$

gdzie ρ jest niezmienną w czasie stopą preferencji międzyokresowych, ν definiuje elastyczność wyborów międzyokresowych natomiast C oznacza konsumpcję. Ograniczenie budżetowe przyjmuje następującą postać:

$$\sum_{t=0}^{\infty} \mu_t p C_t C_t \leq W_0 \quad (6)$$

gdzie natomiast μ_t jest zidentyfikowane analogicznie jak w przypadku inwestycji a pC oznacza ceny dóbr konsumpcyjnych. Bieżąca wartość przyszłych dochodów W_0 zdefiniowana jest następująco:

$$W_0 = \frac{Y_0}{1+rC_0} + \frac{Y_1}{(1+rC_0)(1+rC_1)} + \dots + \frac{Y_t}{\mu_t} + \dots = \sum_{t=0}^{\infty} \mu_t Y_t \quad (7)$$

Rozwiązanie tak zdefiniowanego problemu optymalizacyjnego wymaga, aby spożycie w kolejnych okresach łączyła poniższa zależność:

$$\frac{C_{t+1}}{C_t} = \left(\frac{pC_{t+1}(1+\rho)}{pC_t(1+r_{t+1})} \right)^{\frac{1}{\nu}} \quad (8)$$

Popyt krajowy i eksport

Popyt zgłaszany jest odrębnie przez wszystkie regiony i może zostać zaspokojony z dwóch źródeł: produkcji krajowej oraz importu. Struktura tego rozdysponowania jest dokonywana na poziomie ogólnokrajowym. Produkty krajowe i importowane nie są, zgodnie z założeniem Armingtona (1969), doskonałymi substytutami. Dzięki temu zmiana cen względnych tych dóbr nie powoduje gwałtownych zmian w strukturze źródeł zaspokojenia popytu. W modelu preferencje podmiotów będących źródłem popytu opisane są za pomocą funkcji CES. Ceny dóbr importowanych są egzogeniczne, co jest konsekwencją przyjęcia konwencji modelowania gospodarki polskiej jako tzw. małej gospodarki otwartej. Ich ostateczny poziom na rynku wewnętrznym jest zależny wyłącznie od kursu walutowego, ewentualnych ceł oraz podatków.

Podobnie jak popyt krajowy, także produkty krajowe mogą być lokowane na dwóch rynkach, zaspokajając popyt krajowy lub też trafiając na rynki zagraniczne, na których przedsiębiorca uzyskuje odmienną od krajowej cenę. Na jej wielkość firma nie ma wpływu, gdyż wynika ona bezpośrednio z cen światowych oraz kursu walutowego.

Wielkość produkcji na rynek krajowy oraz eksport jest kształtowana w oparciu o funkcję o stałej elastyczności transformacji (ang. *constant elasticity of transformation*, CET).

Czynniki produkcji

Modelowa gospodarka wykorzystuje trzy czynniki produkcji. Ewolucję jednego z nich – kapitału rzeczowego – opisano już przy okazji omawiania procesu inwestycyjnego. Dwoma pozostałymi, związanymi z człowiekiem, rządzą odmienne zasady.

Założenia dotyczące rynku pracy nakierowano na opisanie aktualnej sytuacji polskiej gospodarki doświadczającej strukturalnego niedopasowania pomiędzy potrzebami przedsiębiorstw a kwalifikacjami oferowanymi przez siłę roboczą. Podaż pracy niewykwalifikowanej jest w modelu nieograniczona. Przedsiębiorstwa mogą więc zatrudnić dowolną ilość pracowników do prac prostych o ile są gotowe zaoferować minimalne wynagrodzenie.

Odmienne ma się sytuacja z zasobem kapitału ludzkiego. Podaż tego czynnika jest egzogeniczna, czyli zwiększenie nań popytu prowadzi wyłącznie do wzrostu wynagrodzeń. Jednak zwiększenie tego zasobu jest możliwe dzięki ponoszeniu nakładów przez sektor publiczny, a więc np. w wyniku programów finansowanych ze środków UE. Formuła akumulacji tego czynnika zakłada, że podobnie jak w przypadku kapitału rzeczowego dochodzi do deprecjacji wartości tego zasobu (wynikającej z przyczyn demograficznych). Założono, że analizowane fundusze są transformowane w kapitał ludzki z efektywnością, którą oszacowano na podstawie historycznych wielkości nakładów publicznych na kapitał ludzki i powiększają dostępną pulę kapitału ludzkiego stworzonego ze środków nie związanych z programami unijnymi. Taka formuła zakłada *implicit*e taką samą efektywność nakładów unijnych i krajowych oraz utrzymanie nakładów nie związanych z działaniami finansowanymi przez UE na poziomie gwarantującym stałość zasobu kapitału ludzkiego w sytuacji, gdy nie ma środków unijnych.

W tym miejscu poświęcimy jeszcze odrobinę miejsca zasobom infrastruktury. W modelu nie jest ona traktowana jako czynnik produkcji lecz raczej „katalizator” wykorzystania innych czynników. Oznacza to, że infrastruktura zależnie od swej jakości pozwala na lepsze lub gorsze wykorzystanie np. pracy i kapitału. Od strony formalnej, zwiększenie zasobu infrastruktury powoduje zwiększenie całkowitej wydajności czynników produkcji (ang. *total factor productivity*, TFP). Zasób infrastruktury modelowany jest analogicznie jak w przypadku kapitału ludzkiego. Część krajowa przyjęta jest na poziomie egzogenicznym, podczas gdy część finansowana ze środków UE jest corocznie powiększana o poniesione nakłady (skorygowane o współczynnik efektywności procesu inwestycyjnego, wynikający z równania 3) i ulega deprecjacji.

Sektor publiczny

Dochody uzyskiwane przez sektor są funkcją modelowanych procesów gospodarczych i pochodzą z podatków pośrednich, bezpośrednich oraz pozostałych źródeł. Wydatki

związane z pośrednictwem w wykorzystaniu środków strukturalnych są wyznaczone w modelu, pozostałe są przyjęte na założonym poziomie. W efekcie, potrzeby pożyczkowe rządu są zmienne i są finansowane przez gospodarstwa domowe. Sektor publiczny jest odpowiedzialny za spożycie zbiorowe, które stanowi składową popytu krajowego i jest zaspakajane na takich samych zasadach jak inne jego elementy.

Sektor rządowy pełni w modelu także rolę pośrednika transferowego środków z Unii Europejskiej. Powoduje to konsekwencje dla sytuacji sektora, który zmuszony jest także do zapewnienia współfinansowania akcji strukturalnych, co powoduje zwiększenie potrzeb pożyczkowych rządu. Powoduje to w konsekwencji skutki dla gospodarki prywatnej, oznacza bowiem zwiększenie jej zadłużenia, wzrost stóp procentowych lub ograniczenie wydatków na konsumpcję prywatną i/lub inwestycję. Potrzeby pożyczkowe sektora są zaspokajane przez poszczególne regiony proporcjonalnie do rozmiaru dochodów gospodarstw domowych.

Ceny i płace

Wykorzystywane w modelu czynniki produkcji mają indywidualne ceny w poszczególnych regionach, mogące swobodnie ewoluować w zależności od podaży i popytu poszczególnych czynników. Wyjątkiem jest cena pracy niewykwalifikowanej, która ewoluuje zgodnie z aktualnymi zapisami ustawowymi dotyczącymi płacy minimalnej – jej wzrost jest zależny od inflacji oraz wzrostu produktu krajowego brutto.

Ceny w wymianie handlowej z zagranicą są egzogeniczne (abstrahując od uwzględnienia kursów walutowych oraz opłat publiczno prawnych), co wynika z modelowania z założeń o małej gospodarce otwartej. W modelu przyjmujemy, że produkowane dobro ma charakter dobra wymiennego, co oznacza założenie o uniwersalnej dynamice cen w całym kraju. Biorąc pod uwagę przeznaczenie modelu – analizę wpływu funduszy UE – nie jest to założenie restrykcyjne, gdyż finansowane z nich projekty będą zgłaszać popyt na dobra i usługi mające w ograniczonym stopniu charakter dóbr lokalnych.

Stopy procentowe w modelu są pochodną stóp procentowych światowych oraz, dla podmiotów gospodarczych, bieżącym poziomem zadłużenia. Im wyższe jest zadłużenie w relacji do dochodów tym większą premię za ryzyko ponad oprocentowanie światowe muszą płacić kredytobiorcy.

Parametry i kalibracja

Wykorzystane w modelu parametry zostały skalibrowane na podstawie danych rzeczywistych dotyczących polskiej gospodarki lub przyjęte na podstawie literatury.

Dla zdefiniowania w modelu zachowań podmiotów zgłaszających popyt wykorzystane są trzy parametry obrazujące w jaki sposób substytuowane są dobra pochodzenia krajowego i z importu. W praktyce konieczne jest przyjęcie założenia o wartości elastyczności substytucji pokazującej w jakim stopniu dobra krajowe mogą być

substytuowane towarami importowanymi, tzw. elastyczności Armingtona, natomiast pozostałe parametry są kalibrowane.. Parametr ten ma kluczowe znaczenie w modelach analizujących zagadnienia związane z handlem zagranicznym, gdyż jego wielkość w znacznym stopniu determinuje rozmiar skutków zmian taryf celnych i innych instrumentów jego dotyczących. W niniejszym modelu, ze względu na jego przeznaczenie, znacznie tego parametru jest mniejsze.

Dostępne wyniki oszacowań parametru są bardzo zróżnicowane. Dla przykładu, Hummels (1999) szacuje elastyczność w wysokości pomiędzy 2 a 7, zależnie od przyjętych założeń o czynnikach ograniczających wymianę handlową. W analizach dotyczących USA Gallaway, McDaniel oraz Rivera (2000) uzyskali oszacowania od 0,5 do blisko 5 na mocno zdezagregowanych danych, obejmujących kilkaset przemysłów. Niezależnie od tej różnorodności, szereg badań wskazuje, że im większy jest stopień agregacji danych, których dotyczy analiza, tym niższa jest uzyskana elastyczność (McDaniel, Balistreri, 2002). Model Unii Europejskiej GEM-E3 przyjmuje elastyczność na poziomie 1,5 dla większości z 18 wyspecyfikowanych sektorów (Capros, 1997). Iregui (1999) w międzyregionalnym modelu wykorzystywanym do analiz wpływu ograniczeń w mobilności pracy na wydajność dla UE wykorzystuje elastyczność będącą średnią z szeregu parametrów pochodzących z opracowań dla poszczególnych krajów wynoszącą 0,859, przy jednym sektorze działającym w każdym regionie.

W opisywanym modelu stopień agregacji jest ekstremalnie wysoki, tylko jedno dobro jest przedmiotem wymiany międzynarodowej. W związku z tym zdecydowano się na założenie na potrzeby badania elastyczności leżącej w dolnych strefach dostępnych oszacowań wynoszącej 0,8.

Rozdysponowanie produkcji krajowej również wymaga założenia wartości analogicznego parametru – elastyczności transformacji. Zakres badań i analiz mogących stać się źródłem dla tego parametru jest jednak niewielki, zagadnieniu temu poświęcono znacznie mniej uwagi niż parametrowi dotyczącemu importu. Podobnie, jak w przypadku elastyczności Armingtona estymowana wartość parametru jest wyraźnie związana ze stopniem agregacji wykorzystanych danych, im jest on wyższy tym niższe jest oszacowanie. Najobszerniejszy materiał empiryczny został zgromadzony dla Stanów Zjednoczonych. Krótki przegląd wyników ich dotyczących zawiera praca Berck i in. (1996). Dla zdezagregowanych grup towarowych prezentowane wyniki zawierają się od poniżej 1 do ponad 4. W przypadku zagregowanego eksportu zawierają się one pomiędzy 0,7 a 1,2.

W pracach wykorzystujących modele CGE dotyczących krajów europejskich wartości tego parametru także pochodzą z szerokiego przedziału. Ferri, Gomez-Planayand, Martin-Montanerz (2001) wykorzystują na potrzeby 11 hiszpańskich sektorów elastyczności od 0,7 do 3,9. Müller oraz Grether na potrzeby modelu gospodarki szwajcarskiej przyjmują parametr dla wszystkich sektorów na poziomie 2. W modelu gospodarki polskiej Piazoło (2000) przyjęto parametr na poziomie 0,6 dla zagregowanego eksportu. Na potrzeby modelu ujętego w tej pracy zdecydowano się na przyjęcie parametru w tej samej wysokości.

Kolejny zestaw parametrów determinuje cechy procesu produkcyjnego. Kluczowe znaczenie mają dwa parametry, elastyczność substytucji pomiędzy kapitałem ludzkim a kapitałem rzeczowym oraz elastyczność substytucji między kapitałem i pracą niewykwalifikowaną. Tyrs i Yang (2000) wykorzystują wartości z przedziału 0,3 do 0,7 dla pierwszego z tych parametrów oraz 0,7 i 2,8 bazując na danych pochodzących z projektu GTAP. Grether i Müller (2000) w analizie skutków hipotetycznej akcesji Szwajcarii do UE wykorzystują elastyczności na poziomie odpowiednio 0,4 i 1,2. W niniejszej analizie zdecydowano na zastosowanie tych właśnie wartości. W szczególności ostatnia z tych wartości ma krytyczne znaczenie, ponieważ pojawiają się wątpliwości czy wielkość tego parametru jest większa od jedności. W przypadku, gdyby tak nie było, charakterystyka procesu produkcyjnego ulega zasadniczej zmianie – praca niewykwalifikowana staje się komplementarna wobec pozostałych dóbr. Z tego powodu przeprowadzono analizę wrażliwości uzyskanych wyników przyjmując alternatywną wielkość na poziomie 0,8¹.

Dwa istotne zestawy parametrów, które zostaną teraz omówione, definiują międzyokresowe zachowania podmiotów ekonomicznych. Pierwszy z nich związany jest z użytecznością konsumenta i obejmuje stopę dyskontową oraz elastyczność wyborów międzyokresowych. Ustalenie pierwszego z nich bazuje na standardowym założeniu, że gospodarka znajduje się w stanie zrównoważonego wzrostu. Z tego założenia, oraz równania opisującego proces zmian konsumpcji prywatnej:

$$\frac{C_{t+1}}{C_t} = \left(\frac{pC_{t+1}(1+\rho)}{pC_t(1+r_{t+1})} \right)^{\frac{1}{\nu}}$$

wynika, iż stopa dyskontowa musi być równa stopie procentowej właściwej dla konsumenta². Drugi z parametrów musi być ustalony poza modelem. Devarajan oraz Go (1998) przyjmują go na poziomie 0,9, jednak w licznych opracowaniach na ogół pojawiają się mniejsze wielkości. Oszacowania zawarte w pracy McCurdy (1980) badającej podaż pracy wahają się pomiędzy 0,1 i 0,4. W niniejszym modelu przyjęto, za pracą Rutherforda oraz Tarra (1998), wielkość 0,5.

Międzyokresowa struktura inwestycji jest pochodną dwóch parametrów funkcji kosztu dostosowania poziomu kapitału. Przyjęta w modelu forma pozwala przyjmować tej funkcji kwadratową postać, jednak na potrzeby podstawowego zestawu parametrów

¹ Analizę przeprowadzono dokonując symulacji wykorzystania całości środków publicznych przewidzianych w NSRO. Uzyskane wyniki bardzo nieznacznie różniły się od wielkości uzyskanych przy założeniu pierwotnym. Wpływ zmiany parametru na efekt funduszy dla produktu krajowego brutto osiągnął 0,2% (średnie odchylenie w latach 2007-2020 wynoszące 4,152% wobec 4,145%), dla składowych PKB różnice nie przekroczyły 1%. Jedyna znaczniejsza rozbieżność wystąpiła – jak można było oczekiwać – w przypadku poziomu zatrudnienia, skala wpływu funduszy była wyższa o 6,3% (co powoduje zmianę w bezwzględny poziomie o około 8 tys. osób). Symulacja jako całość pokazała, że uzyskane wyniki nie są istotnie różne w przypadku omówionej zmiany schematu procesu produkcyjnego.

² W stanie zrównoważonego wzrostu zarówno ceny jak ilości pozostają niezmiennicze, więc $C_t = C_{t+1}$ oraz $pC_t = pC_{t+1}$ i w konsekwencji $\rho = r$.

przyjęto za Devarajan oraz Go (1998), że sprowadza się ona do liniowej funkcji względnej zmiany zasobu kapitału. Parametrom α oraz β w poniższym równaniu nadano odpowiednio wartości 0 oraz 2.

Kolejnym parametrem jest współczynnik wskazujący na skalę wpływu zasobu infrastruktury na całkowitą wydajność czynników produkcji. Rozmiar tego wpływu stał się przedmiotem licznych badań empirycznych, zarówno w Stanach Zjednoczonych jak i innych krajach OECD. Większość prac sytuuje poziom elastyczności pomiędzy 0,04 a 0,45, przegląd analiz tego zagadnienia można znaleźć w Anderson i Lakshmanan (2002). Na potrzeby niniejszej analizy przyjęto ją na poziomie 0,3, znajdującą się w górnej strefie oszacowań. Wynika to z przekonania, że w gospodarce polskiej niedobory infrastruktury mają charakter znacznie bardziej podstawowy niż w większości krajów, dla których prowadzono analizy, przez co obserwowany efekt będzie prawdopodobnie relatywnie wysoki.

Wartości parametrów zostały skalibrowane w taki sposób, aby model odtwarzał strukturę gospodarki polskiej w roku 2003. Jest to ostatni rok, dla którego dostępny jest pełen zestaw danych dotyczący poszczególnych regionów, ograniczeniem jest tutaj brak informacji GUS dotyczących produktu regionalnego brutto. Kategorie realne takie jak PKB i jego składowe oraz dochody ludności i dane dotyczące sektora publicznego zostały zaczerpnięte z roczników statystycznych ogólnopolskich i wojewódzkich GUS z lat 2004 i 2005. Dane dotyczące zasobów czynników produkcji i infrastruktury opisano poniżej.

Modelowanie w ramach założeń równowagi ogólnej nie wymaga wykorzystywania informacji o bezwzględnych zasobach poszczególnych czynników produkcji. Podstawą do obliczeń nie są bowiem rozmiary czynników lecz kwoty uzyskiwanego przez nie wynagrodzenia³. W modelu wykorzystano dane dotyczące funduszu wynagrodzeń, rozdzielone na część niewykwalifikowaną i związaną ze zgromadzonym kapitałem ludzkim, a rezydualnie uzyskano wynagrodzenie innych czynników produkcji utożsamiane dalej z wynagrodzeniem kapitału. Z tego powodu dane dotyczące zasobów ludzkich mogą być bezpośrednio postrzegane jako przeciętne zatrudnienie i wynagrodzenie. Jednocześnie nie można jednoznacznie utożsamiać wykorzystanej w modelu kategorii kapitał rzeczowy z wielkościami dotyczącymi na przykład majątku trwałego. Użyta w modelu kategoria ma szerszy charakter a majątek trwały stanowi jej istotną składową. Zasób infrastruktury może być bezpośrednio utożsamiony z majątkiem trwałym w branżach związanych z transportem, łącznością, wytwarzaniem i zaopatrywaniem w media oraz infrastrukturą komunalną.

³ Co przy okazji pozwala uniknąć problemu „nieprodukcyjnych” czynników produkcji, na przykład majątku trwałego, który ze względu na niedopasowanie do potrzeb rynkowych nie jest wykorzystywany, jakkolwiek fizycznie istnieje i jest raportowany przez przedsiębiorstwa jako element zasobów. W rzeczywistości jednak majątek ten nie generuje przychodów i w analizie takiej jak zastosowana w opisywanym modelu jest pomijany.

Założenia scenariusza bazowego

Dokonanie symulacji napływu środków w ramach programów współfinansowanych z UE wymaga sporządzenia scenariusza bazowego, do którego odnoszone będą ponoszone nakłady i uzyskane efekty. Opisany wcześniej model nie jest narzędziem prognostycznym i z tego powodu scenariusz bazowy uwzględniany w symulacjach został arbitralnie przyjęty. Poniżej opisano jego podstawowe założenia.

Scenariusz referencyjny z definicji odpowiada sytuacji, w której do gospodarki Polskiej nie napływają środki z funduszy unijnych wynikające z bieżących programów. Z tego powodu przyjęto tempo wzrostu produktu krajowego brutto w przeciętnej wysokości 4,2% rocznie, czyli przeciętnej uzyskanej przez gospodarkę w latach 1995-2005, gdy napływ funduszy był stosunkowo nieznaczny. Wyjątkiem jest rok 2007 na który założono wzrost na poziomie 4,7%, zaczerpniętym z prognoz Komisji Europejskiej⁴. Dla poszczególnych regionów przyjęto wzrost produktu regionalnego brutto na tym samym poziomie. Powyższe założenie będąc z jednej strony wygodnym – wszelkie zmiany zróżnicowania poziomów PKB są wówczas wynikiem analizowanych funduszy – z drugiej strony pozwala uniknąć czynienia dodatkowych założeń opartych na niepewnych przesłankach⁵.

Analiza danych statystycznych pokazuje, że w latach będących podstawą ustalenia bazowego PKB zatrudnienie w całej gospodarce praktycznie nie wzrosło. W scenariuszu bazowym nie zdecydowano się na przyjęcie tak radykalnego scenariusza, wychodząc z założenia, że skala restrukturyzacji zatrudnienia jaka miała miejsce w tym okresie nie jest możliwa do utrzymania. W konsekwencji scenariusz bazowy zakłada umiarkowany wzrost poziomu zatrudnienia, dane prezentuje poniższa tabela. Podobnie jak w przypadku PKB nie zdecydowano się na zróżnicowanie przebiegu procesu między regionami, z podobnych przyczyn a także w konsekwencji założeń odnośnie PKB.

Tabela 1. Dynamika założenia w scenariuszu bazowym, %

Rok	2007	2008	2009	2010	2007-2020
Dynamika zatrudnienia	1,7	1,8	1,0	0,7	0,3

Założenia odnośnie dynamiki cen towarów i usług konsumpcyjnych oparto na celu inflacyjnym ustalonym w aktualnych założeniach polityki pieniężnej NBP i RPP. Przyjęto, że w okresie symulacji inflacja będzie równa środkowi docelowego przedziału i wyniesie 2,5% średniorocznie. Wyjątkiem jest rok 2007, w którym założono niższy

⁴ W tym roku skala wpływu analizowanych funduszy jest jeszcze nieznaczna, więc prognozowany wzrost stanowi dobre przybliżenie tempa rozwoju w sytuacji ich braku.

⁵ Podstawą do nich mogłyby być przykładowo historyczne różnice w tempie wzrostu między regionami, jednak nie ma podstaw by sądzić, że czynniki powodujące je będą działały w przyszłości w taki sam sposób. W szczególności, akcesja Polski do UE mogła znacząco zmienić relacje produktu między poszczególnymi regionami, trudno jednak oczekiwać na powtórne wystąpienie czynnika o podobnym oddziaływaniu. W takiej sytuacji założenie o równym wzroście produktu jest najbezpieczniejszym.

wskaźnik wynoszący 2%, w oparciu o założenia makroekonomiczne projektu budżetu państwa na 2007 rok. Ze względu na strukturę modelu, założenia dotyczące dynamiki cen przyjmowane są wyłącznie na poziomie ogólnokrajowym.

Kurs walutowy przyjęto na stałym poziomie wynoszącym 3,90 PLN/EUR. Założenie to oznacza aprecjację złotego, czyli utrzymania trendu obserwowanego w ostatnich latach. Zakładamy, że wstąpienie do unii walutowej nastąpi na tyle późno, że nie wpłynie na gospodarkę w okresie wydatkowania środków z analizowanych programów.

Poniższa tabela prezentuje wartości bezwzględne PKB w ujęciu nominalnym oraz poziom zatrudnienia dla całej gospodarki polskiej wykorzystane w scenariuszu referencyjnym.

Tabela 2. PKB i zatrudnienie w scenariuszu bazowym

Rok	Nominalny PKB, mld zł	Zatrudnienie, tys. osób
2007	1.106	9.034
2008	1.181	9.097
2009	1.262	9.125
2010	1.347	9.152
2011	1.438	9.179
2012	1.536	9.207
2013	1.640	9.235
2014	1.751	9.262
2015	1.870	9.290
2016	1.997	9.318
2017	2.132	9.346
2018	2.277	9.374
2019	2.431	9.402
2020	2.596	9.430

Źródło: Obliczenia własne

Bibliografia

- Anderson W. P., Lakshmanan T. R., *Transportation Infrastructure, Freight Services Sector and Economic Growth*, Boston University, 2002.
- Armington P. S., *A Theory of Demand for Producers Distinguished by Place of Production*, IMF Staff Papers 16, 1969.
- Berck P., Golan E., Smith B., Barnhart J., Dabalén A., *Dynamic Revenue Analysis for California*, California Department of Finance, 1996.
- Capros P. et al., *The GEM-E3 model: Reference Manual (detailed technical documentation of the model)*, 1997.
- Devarajan S., Go D. S., *The Simplest Dynamic General-Equilibrium Model of an Open Economy*, Journal of Policy Modeling 20 (6), 677-714, 1998.
- Ferri J., Gomez-Planayand A. G., Martin-Montanerz J., *International immigration and mobility across sectors: an exploration of alternative scenarios for Spain*, 2001.
- Gallaway, M. P., Ch. A. McDaniel and S. A. Rivera, *Short-Run and Long-Run Industry-Level Estimates of U.S. Armington Elasticities*, USITC Working Paper No. 2000-09a, 2000.
- Goldin C., Katz L. F., *The origins of technology-skill complementarity*, NBER, Cambridge, 1996.
- Grether J. M., Müller T., *Decomposing the economic costs and benefits of accession to the EU: the Swiss case*, Université de Genève, 2001.
- Grether J. M., Müller T., *Long-Run Effects of the Common Agricultural Policy for Switzerland: A Simulation Analysis*, 2001.
- Hamermesh D. S., *Labor Demand*, Princeton University Press, Princeton, 1993.
- Hayashi. F., *Tobin's q , Rational Expectations, and Optimal Investment Rule*, Econometrica, 50, 213-224, 1982.
- Hummels D., *Toward a Geography of Trade Costs*, University of Chicago, 1999.
- Iregui A. M., *Efficiency Gains From the Elimination of Global Restrictions On Labour Mobility: An Analysis Using a Multiregional CGE Model*, University of Warwick, 1999.
- McCurdy T. E., *An Empirical Model Of Labor Supply In A Life Cycle Setting*, NBER Working Paper No. 121, 1980.

McDaniel Ch. A., Balistreri E. J., *A Review of Armington Trade Substitution Elasticities*, 2002.

Piazolo D., *Growth Effects versus Welfare Effects of Poland's Accession to the EU*, Summer School of the European Economic Association, Barcelona, 2000.

Rutherford T. F., Tarr D. G., *Trade Liberalization and Endogenous Growth in a Small Open Economy: A Quantitative Assessment*, *Journal of International Economics*, vol. 56, 247-272, 1998.

Tyers R., Yang Y., *Capital-Skill Complementarity and Wage Outcomes Following Technical Change in a Global Model*, University of Nottingham, 2000.