



INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA
I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

***Model dynamicznego
stochastycznego stanu
równowagi ogólnej
jako narzędzie wspierające
formułowanie założeń
polityki rolnej***

nr 164

Warszawa 2009

***Synteza wyników badań
prowadzonych w latach 2008-2009***

EKONOMICZNE I SPOŁECZNE UWARUNKOWANIA
ROZWOJU POLSKIEJ GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ
PO WSTĄPIENIU POLSKI DO UNII EUROPEJSKIEJ



***Model dynamicznego
stochastycznego stanu
równowagi ogólnej
jako narzędzie wspierające
formułowanie założeń
polityki rolnej***

***Synteza wyników badań
prowadzonych w latach 2008-2009***



INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA
I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

***Model dynamicznego
stochastycznego stanu
równowagi ogólnej
jako narzędzie wspierające
formułowanie założeń
polityki rolnej***

***Synteza wyników badań
prowadzonych w latach 2008-2009***

Autorzy:

mgr inż. Agnieszka Bezat

dr hab. Szczepan Figiel, prof. UWM

mgr inż. Justyna Kufel



EKONOMICZNE I SPOŁECZNE UWARUNKOWANIA
ROZWOJU POLSKIEJ GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ
PO WSTĄPIENIU POLSKI DO UNII EUROPEJSKIEJ

Warszawa 2009

Pracę zrealizowano w ramach tematu **Rozwój i aplikacja zaawansowanych metod analitycznych do ewolucji ex-ant i ex-post efektów zmian we Wspólnej Polityce Rolnej i w uwarunkowaniach makroekonomicznych** w zadaniu *Model dynamicznego stochastycznego stanu równowagi ogólnej sektora rolnictwa jako narzędzie wspierające formułowanie założeń przyszłej narodowej polityki rolnej.*

Celem pracy jest przedstawienie istoty dynamicznych stochastycznych modeli równowagi ogólnej (DSGE) oraz ich przykładowych zastosowań w analizie i ewaluacji polityki rolnej, a także rekomendacji odnośnie potencjalnego wykorzystania modelu DSGE w formułowaniu założeń przyszłej narodowej polityki rolnej.

Korekta

Krystyna Mirkowska

Redakcja techniczna

Leszek Ślipki

Projekt okładki

AKME Projekty Sp. z o.o.

ISBN 978-83-7658-054-8

Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej

– Państwowy Instytut Badawczy

00-950 Warszawa, ul. Świętokrzyska 20, skr. poczt. nr 984

tel.: (0 22) 50 54 444

faks: (0 22) 50 54 636

e-mail: dw@ierigz.waw.pl

<http://www.ierigz.waw.pl>

SPIS TREŚCI

Wstęp.....	7
1. Geneza i koncepcyjna istota modeli DSGE	9
1.1. Koncepcja dynamicznej równowagi ogólnej.....	9
1.2. Przesłanki i kierunki rozwoju modeli DSGE	12
1.3. Budowa i implementacja modeli DSGE.....	16
2. Możliwości i przykłady zastosowań modeli typu DSGE w analizie różnych aspektów polityki rolnej	24
2.1. Środowisko naturalne	24
2.1.1. Charakterystyka obszaru problemowego.....	24
2.1.2. Model G-Cubed.....	27
2.1.3. Model Centrum Rozwoju Ekonomicznego Uniwersytetu w Minnesocie.....	30
2.2. Handel międzynarodowy	31
2.2.1. Charakterystyka obszaru problemowego.....	31
2.2.2. Model INRA i UMR SMART	34
2.2.3. Model Ministerstwa Rolnictwa USA.....	36
2.2.4. Model wolnego handlu	37
2.3. Czynniki wytwórcze	38
2.3.1. Charakterystyka obszaru problemowego.....	38
2.3.2. Model CIRAD-ES-UMR	41
2.3.3. Model GTAP i Uniwersytetu Stanowego w Ohio	43
2.3.4. Model Centrum na Rzecz Rolnictwa i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Stanowego w Ohio.....	45
2.3.5. Model CGE TAIGEM-E.....	46
2.4. Postęp w rolnictwie i rozwój gospodarczy	48
2.4.1. Charakterystyka obszaru problemowego.....	48
2.4.2. Model Uniwersytetu Michigan	51
2.4.3. Model ICES.....	53
3. Rekomendacje dotyczące potencjalnego wykorzystania modelu DSGE w formułowaniu założeń przyszłej narodowej polityki rolnej.....	56
3.1. Przesłanki budowy i wykorzystania modeli DSGE w analizie funkcjonowania polskiego sektora rolno-żywnościowego	56
3.2. Model Dynamic-AAGE jako potencjalne narzędzie analizy i ewaluacji narodowej polityki rolnej.....	59
3.3. Zastosowanie strukturalnego modelu gospodarki polskiej klasy DSGE do oceny wpływu zmian polityki rolnej i uwarunkowań makroekonomicznych na sektor rolno-żywnościowy	65
Podsumowanie.....	74
Bibliografia.....	77

Wstęp

Poszukując odpowiedzi na pytanie, jakie skutki ekonomiczne wywołuje określona polityka gospodarcza można stosować różne rozwiązania analityczne. Jednym z nich jest modelowanie obserwowanych zjawisk i procesów zachodzących w gospodarce. Kluczowym wyzwaniem w tym zakresie jest budowa modeli odwzorowującym możliwie jak najtrafniej złożoność powiązań i interakcji występujących między tymi zjawiskami i procesami w określonej rzeczywistości gospodarczej. Ze względu na rynkowy charakter współczesnych gospodarek, modele takie oparte są zwykle na koncepcji równowagi będącej kompleksowym odzwierciedleniem funkcjonowania całej gospodarki lub jej danego sektora przez pryzmat działania mechanizmu rynkowego. W zależności od zakresu przedmiotowego są to zatem modele równowagi ogólnej lub cząstkowej, natomiast, ze względu na sposób odzwierciedlenia temporalnego aspektu zdarzeń gospodarczych, można mówić o modelach równowagi statycznej lub dynamicznej.

W ostatnim czasie szczególnie dużym zainteresowaniem cieszą się modele dynamicznej stochastycznej równowagi ogólnej (DSGE – *Dynamic Stochastic General Equilibrium*), łączące z jednej strony kompleksowość zdarzeń gospodarczych, a z drugiej dynamikę i ich stochastyczny charakter. W wykorzystaniu modeli tego typu dostrzega się szanse nie tylko na stosunkowo trafne ujęcie zależności występujących w gospodarce, lecz również bliskie rzeczywistości symulowanie potencjalnych skutków wywołanych działaniem różnych czynników sprawczych, między innymi instrumentów polityki gospodarczej.

Opracowanie stanowi syntezę wyników prac badawczych prowadzonych w zadaniu pt. „Model dynamicznego stochastycznego stanu równowagi ogólnej sektora rolnictwa jako narzędzie wspierające formułowanie założeń przyszłej narodowej polityki rolnej” będącym częścią tematu „Rozwój i aplikacja zaawansowanych metod analitycznych do ewaluacji ex-ante i ex-post efektów zmian we Wspólnej Polityce Rolnej i w uwarunkowaniach makroekonomicznych” realizowanego w latach 2008-2009 w ramach programu wieloletniego „Ekonomiczne i społeczne uwarunkowania rozwoju polskiej gospodarki żywnościowej po wstąpieniu Polski do Unii Europejskiej”.

W pierwszej części opracowania przedstawiono genezę i koncepcyjną istotę modelu DSGE odwołując się w pierwszym rzędzie do teorii równowagi ogólnej, a następnie naświetlając kontekst równowagi dynamicznej. Scharakteryzowano także przesłanki i kierunki rozwoju modeli typu DSGE oraz poruszono zasadnicze kwestie związane z ich budową i implementacją, takie jak: dopasowanie do danych, kalibracja, estymacja ekonometryczna oraz estymacja Bay-

esowska. Główną uwagę zwrócono na teoretyczny rodowód modeli DSGE, koncepcyjne ramy ich budowy oraz przydatność w analizie polityki ekonomicznej.

Część drugą poświęcono omówieniu wybranych aplikacji modeli DSGE w analizach dotyczących, bezpośrednio lub pośrednio, problematyki funkcjonowania sektora rolno-żywnościowego, kładąc główny nacisk na zagadnienia polityki rolnej. Wyodrębniono pięć kluczowych obszarów problemowych, w których dotychczasowe próby zastosowań modeli typu DSGE przedstawione w literaturze uznano za merytorycznie najbardziej obiecujące pod kątem przydatności w ocenie skutków i formułowaniu założeń polityki rolnej. Do obszarów tych zaliczono: środowisko naturalne, handel międzynarodowy, czynniki wytwórcze, postęp w rolnictwie oraz rozwój gospodarczy. Scharakteryzowano zakres zagadnień związanych z każdym z obszarów problemowych oraz przedstawiono związane z nimi przykłady konkretnych, aktualnych zastosowań modeli typu DSGE, koncentrując się na istocie analizowanego problemu, specyfice wykorzystanego modelu, sposobie jego użycia oraz rezultatach analizy.

W trzeciej części opracowania przedstawiono rekomendacje dotyczące wykorzystania modeli DSGE w analizie skutków aktualnej polityki rolnej i konsekwencji jej ewentualnych zmian, a także formułowaniu założeń przyszłej krajowej polityki rolnej w świetle możliwych, kolejnych reform WPR. Przedstawiono walory analityczne zastosowania modeli DSGE w analizach funkcjonowania sektora rolno-żywnościowego oraz określono konkretną postać tego typu modelu, który potencjalnie służy, jako narzędzie wspierające formułowanie założeń polityki rolnej. Scharakteryzowano między innymi formalną strukturę modelu oraz rodzaje symulacji i prognoz możliwych do wykonania za jego pomocą. Ponadto, zaprezentowano główne wyniki symulacji przeprowadzonych z wykorzystaniem, stworzonego w Instytucie Badań Strukturalnych w Warszawie, wielosektorowego, kalibrowanego bezpośrednio na danych polskich, strukturalnego modelu gospodarki polskiej klasy DSGE, których celem była ocena skutków znacznego ograniczenia dopłat bezpośrednich w rolnictwie oraz siły oddziaływania na ten sektor i całą gospodarkę makroekonomicznych szoków podaźowych i popytowych wywołanych zmianami cen towarów rolnych na rynkach światowych lub zmianami kosztów produkcji (m.in. cen energii i paliw) oraz szoków wpływających na kurs walutowy i stopę procentową.

1. Geneza i koncepcyjna istota modeli DSGE

1.1. Koncepcja dynamicznej równowagi ogólnej

Koncepcja równowagi dotyczy kształtowania się podaży, popytu i cen w całej gospodarce. Zakłada ona zrównoważenie wewnętrzne wszystkich analizowanych rynków oraz jednoczesne zrównoważenie się ich między sobą. A. Smith uważał, że do równowagi ogólnej dochodzi na konkurencyjnych rynkach bez interwencji rządu, przy czym badanie gospodarki, jako układu powiązanych rynków, miało charakter wyłączne intuicyjny.

Formalne ujęcie zagadnienia równowagi ogólnej zostało po raz pierwszy zaproponowane już w drugiej połowie XIX wieku przez szwajcarskiego ekonomistę pochodzenia francuskiego Leona Walrasa. Jednak dopiero jego następcy Kenneth Joseph Arrow, Gérard Debreu oraz Lionel McKenzie przedstawili w 1954 roku ścisłe dowody istnienia równowagi ogólnej dla statycznego modelu konkurencji doskonałej. Podali oni też dokładne warunki, przy spełnieniu których model ma jedyne i ekonomicznie znaczące rozwiązanie. W podejściu walrasowskim równowaga ogólna charakteryzuje gospodarkę w „stanie spoczynku”, tj. beczasowo wyraża się w wielkości i strukturze produkcji, czynników produkcji i poziomie cen, przy których popyt na produkcję i czynniki produkcji jest równy ich podaży. Nawiązuje do optimum Pareta, ponieważ nie występują tutaj podmioty zainteresowane zmianą tego stanu. Istnieje również całkowite podporządkowanie mechanizmowi rynkowemu z wykluczeniem ingerencji zewnętrznej. Jeśli wszystkie dobra w gospodarce zostaną włączone do ogólnego modelu rynku, rezultatem będzie walrasowski rodzaj modelu równowagi ogólnej, w którym nadwyżkowy popyt na każde dobro traktowany jest jako funkcja cen w gospodarce [Kamińska 2009]. Cały model równowagi ogólnej bazuje na informacji cenowej. To zmiany cen są głównym bodźcem działania podmiotów gospodarczych i głównym kanałem transmisyjnym na rynku, a zatem odpowiedni wektor cen ma równoważyć cały system ekonomiczny [Dąbrowski 2009, s. 48-52].

Równowaga rynkowa zakłada wyrównywanie się sił podaży i popytu. Dla przykładu wzrost podaży wpływa na punkt równowagi powodując spadek cen. W tym wypadku na większości rynków zostaje osiągnięty nowy punkt równowagi. Niektóre stany równowagi cechuje stabilność, tzn. małe odchylenie od równowagi wywołuje działanie sił, które prowadzą system gospodarczy w kierunku pierwotnej równowagi. Przykładowo, gdy występuje wzrost w wielkości podaży (nadmiar towarów), następuje spadek cen, co w następstwie indukuje

powrót rynku do sytuacji, w której wymagana jest pierwotna ilości dostarczanych towarów. Zazwyczaj systemy osiągają niezależny od czasu i nieodwracalny stan stabilności. Nie jest on wyznaczony przez warunki wyjściowe, lecz zależy wyłącznie od parametrów systemu [Jakimowicz 2003, s. 204]. Takie układy zbliżają się asymptotycznie do układu stacjonarnego lub oscylują wokół niego, nie osiągając pozycji stacjonarnej.

Jeżeli wektor cen z upływem czasu zmierza do cen równowagi, przyjmuje się, że stan równowagi jest stabilny [Panek 2005, s. 123]. Z globalną stabilnością równowagi mamy do czynienia wówczas, gdy bez względu na to, jaki jest początkowy wektor cen $p^0 > 0$, z upływem czasu proporcje między wszystkimi cenami stają się coraz bliższe proporcjom cen w równowadze. Na rynku najczęściej obserwuje się stan równowagi statycznej, jednakże równowaga rynkowa może mieć również charakter dynamiczny (*dynamic equilibrium*). Zarówno równowaga statyczna, jak i dynamiczna występują w stanie stacjonarnym (inaczej zwanym stanem równowagi trwałej) – dany stan stacjonarny może być opisany za pomocą zarówno modelu statycznego, jak i modelu dynamicznego [Dąbrowski 2009]. W statycznym systemie ekonomicznym zmienne są niezależne od upływu czasu, co nie wyklucza, aby pewne, czy nawet wszystkie, zmienne w modelu dynamicznym były stałe w czasie, o ile taki model ma rozwiązanie stacjonarne.

Równowaga statyczna występuje wtedy, gdy zmienne równoważą się bez nadwyżki i deficytu, podobnie jak równoważą się siły działające na ciało znajdujące się w stanie spoczynku [Jakimowicz 2003]. Podstawowym mankamentem statycznej analizy ekonomicznej jest to, że nie daje ona odpowiedzi na pytanie, czy i w jaki sposób może zostać osiągnięta równowaga rynkowa, jeżeli wyjściowy stan rynku cechuje nierównowaga [Panek 2005, s. 119]. Równowagi statycznej nie należy analizować w oderwaniu od czasu, albowiem w ekonomii nie występują zjawiska czy procesy przebiegające poza czasem. Statyka ekonomiczna określa te problemy i zjawiska ekonomiczne, które identyfikowalne są w stosunkowo krótkim czasie. W przeciwieństwie do dynamiki statycznej, dynamika ekonomiczna odnosi się do zjawisk, których ujawnienie wymaga dłuższego czasu [Panek 1993, s. 8]. Badanie procesu dochodzenia do stanu równowagi staje się możliwe dopiero na gruncie analizy dynamicznej, w której formułuje się modele, opisujące procesy ekonomiczne, zachodzące w czasie.

Równowaga dynamiczna systemu nie polega na osiągnięciu pozycji stacjonarnej, ponieważ układ nie jest wtedy zdolny do wykonania pracy (w sensie fizycznym), lecz na utrzymaniu w pewnej odległości, tak by dzięki łączności z otoczeniem następowało powstanie jednych składników kosztem dekapitalizacji drugich [Jakimowicz 2003, s. 204].

Występowanie równowagi dynamicznej opisuje model Arrowa-Hurwicza. Dynamicznym modelem rynku Arrowa-Hurwicza w wersji dyskretnej nazywamy następujący układ równań różnicowych [Panek 2005, s. 122]:

$$\begin{aligned} p_1(t+1)-p_1(t) &= \sigma z_1(p_1(t), \dots, p_n(t)) \\ &\vdots \\ p_n(t+1)-p_n(t) &= \sigma z_n(p_1(t), \dots, p_n(t)) \end{aligned}$$

gdzie:

$p(t)$ – wektor cen w okresie t ,

z – funkcja nadmiernego popytu jako różnica pomiędzy globalnym popytem i globalną podażą,

σ – parametr wrażliwości cen na nierównowagę.

W przedstawionym powyżej, dynamicznym modelu Arrowa-Hurwicza, wzrost (spadek) ceny każdego towaru w okresie $t+1$ (w porównaniu z okresem t) uzależniony jest od wartości nadmiernego popytu na ten towar w okresie t . Jeżeli nadmierny popyt na i -ty towar jest dodatni (nadwyżka globalnego popytu nad globalną podażą), to w następnym okresie obserwujemy wzrost jego ceny, równy $p_i(t+1)-p_i(t)=\sigma z_i(p_1(t), \dots, p_n(t))>0$. Możliwa jest sytuacja, w której dla jednych towarów nadmierny popyt jest dodatni, natomiast dla innych towarów może być ujemny (nadwyżka globalnej podaży nad globalnym popytem). W przypadku tych towarów ceny maleją zgodnie z równaniem $p_i(t+1)-p_i(t)=\sigma z_i(p_1(t), \dots, p_n(t))<0$. Jeżeli wreszcie nadmierny popyt na każdy towar jest zerowy, czyli $\forall i z_i(p_1(t), \dots, p_n(t))=0$, to żadna cena nie ulega zmianie. Rynek znajduje się wówczas w stanie ogólnej równowagi walrasowskiej [Panek 2005, s. 122].

Jednym z liniowych dynamicznych modeli, zwanym funkcją opóźnionej podaży, jest model pajęczyny, który uwzględnia zależność wielkości podaży od ceny w poprzednim okresie, przy założeniu całkowitej sprzedaży produkcji z danego okresu (bez zapasów i magazynowania), tj. nieopóźnionej funkcji popytu. Dzieje się tak wtedy, gdy producent jest zmuszony względami technologicznymi do podjęcia decyzji produkcyjnych jeden okres przed sprzedażą, a cena sprzedaży w okresie t jest ceną czyszczącą rynek, gdyż każdorazowo $Q_{Dt}=Q_{St}$ [Kamińska 2009]. Najczęściej taka sytuacja występuje w rolnictwie, gdzie zarówno w produkcji roślinnej, jak i zwierzęcej decyzje o wielkości zasiewu oraz liczebności stada podstawowego podejmuje się z mniej więcej rocznym wyprzedzeniem w stosunku do momentu sprzedaży.

1.2. Przesłanki i kierunki rozwoju modeli DSGE

W minionym wieku w okresie od wczesnych lat 70. do późnych lat 90. w rozwoju teorii równowagi dynamicznej dokonał się znaczący skok [Fernandez-Villaverde 2009, s. 2-5]. W tym czasie makroekonomia przeszła od tworzenia modeli prototypowych do modelowania złożonych konstrukcji gospodarki. Momentem zwrotnym był artykuł Kydlanda i Prescottta z roku 1982 pt. „*Time to Build and Aggregate Fluctuations*”. Po raz pierwszy makroekonomia zaczęła dysponować małym, spójnym, dynamicznym modelem gospodarki, zbudowanym na zasadach optymalizacji zachowania podmiotów, racjonalnych oczekiwań oraz oczyszczenia rynku. Model ten mógł generować dane, w dużym stopniu przypominające zmienne obserwowalne. Pomimo uwzględnienia małej liczby składników teorii cyklu biznesowego, takich jak: pieniądź, sztywność nominalna czy rozliczenia nierynkowe, model sprawdzał się zadziwiająco dobrze.

Dążąc do doskonalenia modelu za niezbędne uznano włączenie trzech elementów. Pierwszym z nich była konkurencja monopolistyczna. Chociaż konkurencja monopolistyczna może być uwzględniona na wiele sposobów, najczęstszym sposobem jest włączenie warunków Dixie-Stiglitzta do środowiska równowagi ogólnej, tak jak zrobili to Blanchard i Kiyotaki (1987). Drugi element odnosi się do roli pieniądza, zaś trzeci do szoków nominalnych. Zaproponowano także wzięcie pod uwagę takich czynników, jak niezmienność zwyczajów konsumpcyjnej, koszty dostosowania inwestycji czy też zmiennej stopy wykorzystania kapitału, co w efekcie oznacza dodanie wielu szoków odnoszących się do inwestycji, preferencji, polityki monetarnej i fiskalnej.

Neoklasyczny, stochastyczny model wzrostu Kydlanda i Prescottta wykazywał zadziwiająco zdolność do odzwierciedlania wszystkich tych mechanizmów. Poszerzony o sztywność nominalną oraz realną i opublikowany przez Woodforda stał się podstawą prac aplikacyjnych. Po raz pierwszy modele DSGE były wystarczająco elastyczne, aby dopasować się do danych w stopniu zadowalającym i stanowić konkurencję dla modeli VARs¹ w zakresie sprawdzalności prognoz, umożliwiając jednocześnie ewaluację realistycznych polityk ekonomicznych. W rezultacie dość szybko stały się one pożądanym przez banki centralne narzędziem analiz ilościowych polityki makroekonomicznej.

¹ Model VAR jest to model wektorowej autoregresji (z ang. *vector autoregression*). Podstawowe cechy modeli wektorowej autoregresji w kanonicznej formie to: wszystkie zmienne modelu są endogeniczne, brak sztucznych ograniczeń dotyczących liczby zmiennych występujących w pojedynczym równaniu, łatwość prognozowania, wysoki stopień niezależności od teorii.

Rzeczony modeli dynamicznej równowagi ogólnej, konstruowanych w celu analizy i oceny skutków polityki gospodarczej, przebiegał ewolucyjnie. Można mówić o czterech generacjach tego typu modeli [Oleka i Oyaromade 2007, s. 6-8]. Ramy analityczne modeli pierwszej generacji wyznaczały linie *IS/LM*, zaś równania opisywały powiązania zmiennych w rachunkach narodowych PKB (np. inwestycje i konsumpcję). Dynamika została wprowadzona za pomocą relacji między opóźnionymi wartościami zmiennych.

W drugiej generacji modeli wzmocniono ujęcie strony podaźowej, koncentrując się jednocześnie na śledzeniu niektórych relacji, będących konsekwencją istnienia problemów statycznej optymalizacji rozwiązywanej przez podmioty ekonomiczne. Wprowadzenie dynamiki polegało znowu na modyfikacji statycznych zależności z wykorzystaniem koncepcji opóźnień rozłożonych w czasie.

Trzecia generacja modeli była odpowiedzią na zarzut, iż modele wcześniejsze rzadko podczas symulacji dawały rozwiązania stacjonarne. Modele stały się mniejsze, położono nacisk na projektowanie stanu stacjonarnego, włączając ponadto decyzje odnośnie cen, konsumpcji, inwestycji itd., które mogły się opierać nie tylko na zmiennych finansowych, lecz także na oczekiwanych przyszłych wynikach. W większości przypadków, parametry modelu bazowego były kalibrowane przy uwzględnieniu punktu widzenia polityków gospodarczych i doradców. Nawet szacowane w drugim okresie konstrukcji modelu parametry, w dużym stopniu odnoszące się do dostosowań dynamicznych, były zależne od subiektywnego stosunku twórców modelu do prawdopodobnych efektów dynamicznych szoków.

Czwartą, obecną generację modeli odróżniają od wcześniejszych dwie cechy. Po pierwsze, modele wcześniejsze włączały jedno dobro, natomiast modele czwartej generacji poprzez dużą różnorodność usług oraz produkcję wielu dóbr pośrednich pozwoliły na uwzględnienie heterogeniczności, będącej wyrazem zachowania monopolistycznego i monopsonistycznego. Po drugie, w znaczący sposób wzrósł stopień dynamiki wewnętrznej. W tym zakresie modele pozwalają uwzględnić znaczną liczbę nałożonych na podmioty ograniczeń, takich jak: zachowanie zwyczajów odnośnie konsumpcji i wyborów pracy, koszty dostosowań inwestycyjnych, czy różne możliwości wykorzystania kapitału. W konsekwencji, model podstawowy posiada bardziej dynamiczną, bazującą na optymalnych decyzjach strukturę, niż miało to miejsce w modelach poprzednich generacji, zachowując jednakże niewielkie rozmiary i dając możliwość analizy przyszłości i przeszłości. Procedura agregacji poziomów mikro i makro w modelach czwartej generacji jest też uważana za udaną próbę interpretacji niektórych ze zagregowanych funkcji popytu.

Modele dynamicznej stochastycznej równowagi ogólnej (DSGE) pojawiły się w wyniku prób uczynienia paradygmatu realnego cyklu biznesowego (RBC, z ang. *Real Business Cycle*) lepiej oddającym rzeczywistość, poprzez wprowadzenie takich niedoskonałości, jak: konkurencja monopolistyczna na rynkach dóbr, brak równowagi na rynku pracy, czy właściwa rola polityki fiskalnej i monetarnej². Podstawy modeli DSGE ze sztywnymi cenami i płacami umożliwiły uwzględnienie większości cech statystycznych głównych mikroekonomicznych szeregów danych. Dodatkowo, zastosowanie technik estymacji Bayesowskiej umożliwiło zredukowanie względnie dużych modeli do estymowalnego systemu, który nie tylko dostarcza efektywniejszych oszacowań parametrów modelu strukturalnego, lecz także logicznego oszacowania szoku strukturalnego, kierującego zaistniałymi zmianami ekonomicznymi, których rozumienie jest podstawą procesu podejmowania decyzji z zakresu polityki monetarnej.

Modele DSGE są dość szeroko wykorzystywane w pracach makroekonomicznych, zwłaszcza tych odnoszących się do realnego cyklu biznesowego. W badaniach z wykorzystaniem w tym zakresie modeli równowagi ogólnej, cykle pojawiają się w wyniku działań indywidualnych podmiotów, podejmujących decyzje optymalne w obliczu wystąpienia przypadkowych szoków. Celem jest jednak nie tylko rozwój modeli gospodarki, ale także ich wykorzystanie w eksperymentach, ilustrujących, jak gospodarka reaguje na różne zmiany parametrów oraz do odpowiedzi na pytania związane z obserwowaną rzeczywistością ekonomiczną [Landon-Lane 2002, s. 3].

Jak podają Kydland i Prescott, autorami pierwszego eksperymentu obliczeniowego z wykorzystaniem modelu statycznego w analizie wielu sektorów przemysłu byli Shoven i Whallery (1972) [Kydland i Prescott 1996, s. 69-85]. Następnie Lucas (1976) przyznał, że istnieje potrzeba obliczeniowego eksperymentowania w badaniach nad cyklem biznesowym. W ekonomicznym eksperymencie obliczeniowym wyróżnia się pięć kroków. Pierwszym jest postawienie pytania dotyczącego ewaluacji polityki, jej wpływu na dobrobyt i dystrybucję dochodów. Następnie ma miejsce testowanie i weryfikacja teorii z wykorzystaniem metod ilościowych. Na końcu bada się wrażliwość poprzednich wyników na wprowadzenie bardziej realistycznych elementów.

Drugi krok obejmuje wykorzystanie dobrze przetestowanej teorii, która w rozumieniu Lucasa oznacza wyraźny zestaw instrukcji do budowy systemu

² Podczas gdy w rzeczywistości wszystkie cechy modeli czwartej generacji zostały wewnętrznie zawarte w ramach modeli DSGE, kwestia doskonałego przeniesienia między dwoma klasami modeli stale pozostaje nierozwiązana, zwłaszcza w zakresie sposobu ujęcia szoków obserwowalnych i nieobserwowalnych.

mechanicznej imitacji (1980). Dobrze przetestowana teoria to taka, która dostarcza godnych zaufania odpowiedzi na pytania w ramach neoklasycznych teorii wzrostu. Trzecim krokiem jest konstrukcja modelu, uwzględniającego jak najwięcej szczegółów oraz rozwiązywalnego w procesie poszukiwania równowagi. Krok czwarty to kalibracja modelu. Należy zauważyć, że model jest narzędziem pomiaru, kalibracja nie jest estymacją, a wartości parametrów nie są jedynymi, które dostarczają najlepszych dopasowań w sensie statystycznym. Ostatni krok to przeprowadzenie eksperymentu. Przykładowo eksperyment obliczeniowy w badaniach cyklu biznesowego może odpowiedzieć na pytanie na ile gospodarka danego kraju będzie wrażliwa na fluktuacje, jeśli szoki technologiczne będą ich jedynym źródłem.

Ostatnie 15 lat przyniosło ogromny postęp w zakresie specyfikacji i estymacji modeli DSGE. W efekcie, wiele ośrodków naukowych żywo zainteresowało się ich użytecznością na potrzeby analizy polityki ekonomicznej. Dziś wiele banków centralnych, zarówno w krajach wysoko rozwiniętych, jak i rozwijających się, stworzyło już własne modele, a wiele planuje zrobić to w najbliższej przyszłości. Trwa proces testowania służącego stwierdzeniu, czy mogą być one dobrą podstawą do prognozowania, czy też mogą być wykorzystywane tylko jako dodatkowe, pomocnicze narzędzie.

Z pewnością modele DSGE mogą być pomocne w identyfikacji źródeł fluktuacji, w poszukiwaniu odpowiedzi na pytania dotyczące zmian strukturalnych oraz przewidywaniu i prognozowaniu skutków zmian polityki. Umożliwiają także przeprowadzanie hipotetycznych eksperymentów. Warto zaznaczyć, że eksperymenty bazujące na modelach DSGE umożliwiają ustanowienie powiązania właściwości strukturalnych gospodarki i parametrów w zredukowanej formie, co nie było możliwe w przypadku modeli makroekonomicznych o dużej skali. Nie mniej modele DSGE muszą nadal być weryfikowane pod kątem możliwości dopasowania do danych i użyteczności, jako narzędzia wspierania polityki gospodarczej.

Chociaż problemy sektora finansów publicznych są podstawowym obszarem zastosowania modeli DSGE, coraz częściej wykorzystuje się je w analizie polityk adresowanych do poszczególnych sektorów gospodarki. Jednym z kierunków wykorzystania tych aplikacji jest podlegające ewolucji modelowanie polityki odnoszącej się bezpośrednio lub pośrednio do sektora rolno-żywnościowego. Za przykład etapowego przechodzenia od wykorzystania modeli równowagi cząstkowej poprzez modele równowagi ogólnej, aż do stosowania modeli równowagi dynamicznej stochastycznej mogą służyć analizy międzynarodowego handlu produktami rolno-żywnościowymi [Tyers 1990, s. 27-28].

Poszukując argumentów w negocjacjach w ramach Rundy Urugwajskiej budowano różne modele. Prawie wszystkie z tych modeli miały charakter porównawczy lub statyczny, a wiele z nich, w celu przeprowadzenia symulacji sektorowo niepołączonych rynków dóbr homogenicznych, było opartych na założeniach równowagi cząstkowej. Pominięcie wielu efektów międzysektorowych i zróżnicowania produktów, a także wszystkich zachowań dynamicznych i ryzyka, doprowadziło ostatecznie do niewłaściwego ukierunkowania negocjacji, bądź w najlepszym przypadku opóźnienia procesu reform. Aplikacje tych modeli polegały na sprawdzaniu wpływów reformy na ceny i handel, przy czym podkreślano znaczenie transferów między grupami interesów i między krajami w poszczególnych latach.

Problem zaostrzył się, gdy w obliczeniach pominięto skutki zakłóceń w innych sektorach, a co ważniejsze, gdy dostrzeżono okresowe i pośrednie konsekwencje izolacji rynków krajowych od zakłóceń zewnętrznych. Gdzie izolacja rynku była podstawową motywacją, tam zazwyczaj istniały szerokie podstawy wsparcia politycznego dla wyłączenia szoków, które według założeń były inicjowane przez obcokrajowców. Kwestia ta mogłaby być lepiej rozwiązana, gdyby w badaniach uwzględniono zdolność międzynarodowych rynków rolno-żywnościowych do dzielenia ryzyka, a także poziom, do którego reforma polityki izolacji rynków we wszystkich krajach mogłaby wyeliminować potrzebę dzielenia ryzyka w każdym z nich. W rezultacie szczególnie ważne stało się włączenie zachowań dynamicznych i ryzyka cenowego do nowych modeli analizy handlu produktami sektora rolno-żywnościowego. Powstające modele równowagi dynamicznej okazały się pomocne w uchwyceniu podstawowych przyczyn zakłóceń handlu żywnością.

1.3. Budowa i implementacja modeli DSGE

W modelach DSGE z definicji bazujących na koncepcji równowagi ogólnej, uwzględnia się trzy główne sektory: gospodarstw domowych, przedsiębiorstw i publiczny (władza monetarna). Zakłada się, że sektory gospodarstw domowych i przedsiębiorstw działają racjonalnie, a użyteczność i zyski maksymalizowane są międzyokresowo i w warunkach niepewności. Władza monetarna ustala stopy procentowe zgodnie z określonymi regułami lub maksymalizuje własną funkcję celu. Modele DSGE mają dynamiczny charakter, dzięki czemu można badać zachodzące z biegiem czasu zmiany w gospodarce. Biorąc pod uwagę fakt, iż gospodarka narażona jest na działanie nagłych szoków, takich jak zmiana technologiczna, wahania cen ropy czy błędy polityki makroekonomicznej, nadano im także stochastyczny charakter w odróżnieniu od statycznych modeli równowagi.

W tradycyjnych modelach makroekonomicznych służących prognozowaniu, wykorzystywanych przez banki centralne od lat 70., szacuje się dynamiczne korelacje między cenami i ilościami dóbr w różnych sektorach gospodarki, często biorąc pod uwagę tysiące zmiennych. W porównaniu z nimi, modele DSGE od strony technicznej są trudniejsze do rozwiązania i analizy, lecz koncentrują się na znacznie mniejszej liczbie najważniejszych dla każdego z sektorów zmiennych. Teoretyczne modele DSGE obejmują zaledwie kilka zmiennych, ale już eksperymentalne modele prognostyczne, budowane na przykład przez banki centralne, mogą zawierać setki zmiennych.

Modele DSGE nie uwzględniają szczegółów sektorowych, cechuje je natomiast spójność logiczna, wynikająca z mikroekonomicznych zasad modelowania procesów ograniczonego podejmowania decyzji. Sprowadza się to do uwzględniania takich aspektów gospodarowania, jak: preferencje, technologia i ramy instytucjonalne. Preferencje to określone cele podmiotów ekonomicznych. Na przykład, gospodarstwa domowe maksymalizują funkcje użyteczności poprzez konsumpcję i pracę, zaś przedsiębiorstwa maksymalizują swoje funkcje zysku. Technologia oznacza moce produkcyjne podmiotów w gospodarce, które również muszą być ściśle określone. Firmy przyjmują funkcje produkcji determinujące liczbę produkowanych dóbr w zależności od ilości pracy i zaangażowanego kapitału. Ograniczenia techniczne decyzji podmiotów uwzględniają koszty dostosowania zapasów kapitałowych, poziom zatrudnienia i cen. Z kolei istnienie ram instytucjonalnych oznacza konieczność określenia instytucjonalnych ograniczeń, przy których zachodzą interakcje między podmiotami w gospodarce. W wielu modelach DSGE może to po prostu oznaczać, że podmioty dokonują swych wyborów w ramach egzogenicznie określonych ram budżetowych, a ceny dostosowują się do momentu zrównoważenia rynków. Może to także oznaczać specyfikację zasad polityki fiskalnej i monetarnej, czy też określenie, jak reguły i ograniczenia budżetowe zmieniają się w zależności od procesu politycznego.

Model DSGE rozwiązujemy specyfikując: preferencje (to, czego chcą podmioty), technologię (to, co podmioty mogą wyprodukować) i instytucje (sposoby ich reakcji). Następnie można przewidywać faktyczną produkcję, handel i konsumpcję. W zasadzie możliwe jest także przewidywanie skutków zmian ram instytucjonalnych. W przeciwieństwie do stanowiska Lucasa, przewidywania takie nie byłyby wiążące w tradycyjnych modelach makroekonomicznych, jako że modele te opierają się na korelacji zmiennych makroekonomicznych, zmieniających się wraz z wprowadzeniem nowej polityki, czyniąc nieważnymi przewidywania na podstawie obserwacji z przeszłości.

Biorąc pod uwagę trudność konstrukcji odpowiednich modeli DSGE, większość analiz opiera się na tradycyjnych modelach makroekonomicznych, przeznaczonych do tworzenia prognoz krótkookresowych [Woodford 2003, s. 12]. Z drugiej strony skutki polityk alternatywnych w coraz większym stopniu badane są z wykorzystaniem metod DSGE. Odkąd modele DSGE są konstruowane w oparciu o przypuszczenia odnośnie preferencji podmiotów, możliwe jest stwierdzenie, czy rozważane polityki są optymalne w sensie Pareto i czy spełniają inne, oparte na preferencjach, kryteria dobrobytu społecznego [Woodford 2003].

Obecnie znane są dwie rywalizujące ze sobą szkoły budowy modeli typu DSGE. Pierwsza z nich wykorzystuje teorię realnego cyklu biznesowego (RBC), której podstawą jest neoklasyczny model wzrostu z założeniem elastyczności cen i badanie, w jaki sposób realne szoki w gospodarce wywołują wahania cykli biznesowych. Celem podejścia RBC jest budowa ilościowych modeli makroekonomicznych poprzez właściwą optymalizację zachowań na poziomie indywidualnym. Druga szkoła to z kolei modele neokeynesowskie, których struktura jest podobna do modeli RBC, z tą różnicą, że zakłada się, iż ceny ustalane są przez monopolistycznie konkurujące ze sobą firmy i nie mogą być stale i bezkosztowo dostosowywane. Ten punkt widzenia po raz pierwszy przedstawili Rotemberg i Woodford (1997). W swojej podstawowej strukturze większość znanych z literatury modeli DSGE łączy elementy paradygmatu neokeynesowskiego i podejście RBC [Tovar 2008, s. 4-5].

Standardowy model DSGE, to oparty na mikroekonomicznych podstawach model gospodarki otwartej lub zamkniętej z realną i nominalną sztywnością cen. Gospodarstwa domowe konsumują, podejmują decyzje ile zainwestować oraz są monopolistycznymi dostawcami różnych rodzajów pracy, która pozwala im ustalać wynagrodzenie. Firmy zatrudniają siłę roboczą, wynajmują kapitał i są monopolistycznymi dostawcami zróżnicowanych dóbr, co pozwala im ustalać ceny. Polityka fiskalna jest zazwyczaj ograniczona w sensie ricardiańskim, podczas gdy polityka monetarna jest prowadzona według zasady polegającej na ustalaniu stopy procentowej w odpowiedzi na odchylenia od celu inflacyjnego i niektórych mierników aktywności gospodarczej, jak np. luka produkcyjna. Ponadto, przyjmuje się również określony stopień wygładzenia stopy procentowej. Model podstawowy jest wzbogacony o strukturę stochastyczną, związaną z różnego rodzaju szokami: strony podażowej (produktywność i podaż pracy), strony popytowej (preferencje, specyfika inwestycyjna, wydatki publiczne), cenowymi (wzrost cen, wzrost płac, premia za ryzyko) i monetarnymi (stopa procentowa i inne zmienne celowe). Zakłada się też, że wszystkie rodzaje szoków są pochodną pierwszego rzędu procesu autoregresji.

Ogólnie rzecz biorąc, ramy modelu DSGE są tak skonstruowane, aby wiarygodnie odzwierciedlić dynamikę cyklu biznesowego w gospodarce. Obecnie do głównych wyzwań w dążeniu do ich doskonalenia należą: problem modelowania rynków finansowych, lepsze uwzględnienie roli polityk fiskalnych, poprawa interakcji handlu i otwartości finansowej, modelowanie rynków pracy i modelowanie dynamiki inflacji, np. odnośnie roli oczekiwań i kształtowania się cen.

Jedną z kluczowych kwestii związanych z implementacją modeli DSGE jest ich dopasowanie do danych opisujących stany równowagi ogólnej i ceny w gospodarce, w której wszyscy agenci dynamicznie maksymalizują swoje cele (użyteczność, zyski itd.), znając ograniczenia budżetowe i zasobowe [Tovar 2008, s. 8-9]. Z tego powodu parametry opisują preferencje podmiotów, funkcję produkcji i inne strukturalne właściwości gospodarki. Takie, nie różniące się w zależności od polityki, parametry są głównym celem estymacji. W ten właśnie sposób można uniknąć krytyki Lucasa, zgodnie z którą tylko te modele, w których parametry nie różnią się w zależności od interwencji polityki, są przydatne do ewaluacji wpływu zmian politycznych. Z empirycznego punktu widzenia żaden z modeli nie generuje danych w ramach szeregów czasowych i zasadniczo nie do tego są one przeznaczone. Chodzi o to, aby uzyskać wgląd w specyficzne związki ekonomiczne, a nie opisać aktualny stan gospodarki. Kluczowymi elementami, które należy wziąć pod uwagę są różne aspekty związane z samymi danymi, metody estymacji, specyfikacja modelu, identyfikacja parametrów i symulacje polityki przeprowadzane z ich wykorzystaniem.

Dwoma głównymi sposobami ewaluacji modeli DSGE są: kalibracja i estymacja ekonometryczna [Tovar 2008, s. 10-11]. Kalibracja oznacza proces wyboru parametrów do swoich modeli DGE z różnych źródeł [Heer i Maussner 2009, s. 46-47]. Do najpopularniejszych sposobów kalibracji należą: wykorzystanie wartości średnich obliczonych z szeregów czasowych lub współczynników zmiennych ekonomicznych, szacowanie pojedynczych równań, odniesienie się do badań ekonometrycznych opartych na danych mikro lub makro, czy skalowanie parametrów w taki sposób, że model powiela określone fakty empiryczne, jako drugie momenty danych, lub reakcję na impulsy ze strony strukturalnych autoregresji wektorowych.

W przypadku kalibracji, parametry wybieramy tak, aby symulowane z modelu zachowanie zmiennych replikowało dane [Mycielski 2008]. Tego typu podejście można sformalizować używając funkcji celu, która mierzy różnice między zachowaniami obserwacji rzeczywistych i tych wygenerowanych z modelu. Oszacowane parametry powinny minimalizować funkcję celu. Najprostszym sposobem porównania danych rzeczywistych i symulowanych jest porównanie ich momentów.

Metody kalibracji były jeszcze niedawno bardzo powszechnie stosowane, lecz obecnie są znacznie mniej popularne. Częściowo jest to wynikiem usprawnienia mocy obliczeniowych i rozwoju nowych metod ekonometrycznych, dzięki czemu estymacja ekonometryczna stała się rozwiązaniem dostępniejszym i atrakcyjniejszym. Trzy najczęściej stosowane metody estymacji ekonometrycznej to: metoda symulowanych momentów, uogólniona metoda momentów i wnioskowanie pośrednie (rozszerzona metoda symulowanych momentów) [Mycielski 2008]. Do metod estymacji zaliczana jest także metoda największej wiarygodności.

W metodzie symulowanych momentów minimalizujemy³: $\min[\mathbf{m}-\mathbf{m}^*(\theta)]' \mathbf{W}[\mathbf{m}-\mathbf{m}^*(\theta)]$, gdzie \mathbf{W} jest optymalną macierzą wag postaci: $\mathbf{W}=\lim_{T \rightarrow \infty} \text{Var}[(1/\sqrt{T}) \sum_{t=1}^T \mathbf{m}_t]^{-1}$. Można ponadto wykazać, że przy pewnych założeniach, metoda ta posiada pożądane własności statystyczne.

Uogólniona metoda momentów jest podobna do metody symulowanych momentów. W jej przypadku rozwiązujemy następujący problem minimalizacji: $\min\{\mathbf{m}-E[\mathbf{m}(\theta)]\}' \mathbf{W}\{\mathbf{m}-E[\mathbf{m}(\theta)]\}$. Najtrudniejszym zadaniem jest policzenie momentów teoretycznych $E[\mathbf{m}(\theta)]$. Można przy tym zauważyć, że metoda symulowanych momentów i uogólniona metoda momentów są zbieżne do tej samej granicy dla $\tau \rightarrow \infty$. Chociaż metoda symulowanych momentów jest mniej efektywna niż uogólniona metoda momentów, to dla $\tau \rightarrow \infty$ efektywność obu metod jest taka sama. Metoda symulowanych momentów jest przy tym mniej efektywna numerycznie.

Wnioskowanie pośrednie (rozszerzona metoda symulowanych momentów) sprowadza się z kolei do minimalizowania dystansu między parametrami modelu VAR, oszacowanymi dla prawdziwych obserwacji i obserwacji uzyskanych z symulacji na podstawie modelu DSGE. Dla $\boldsymbol{\eta}$, będącego wektorem oszacowań parametrów modelu VAR oszacowanego dla rzeczywistych danych oraz $\boldsymbol{\eta}(\theta)$, będącego wektorem oszacowań parametrów modelu VAR, oszacowanego dla danych symulowanych, znajdujemy θ , jako wartość, która rozwiązuje problem: $\min_{\theta}\{\boldsymbol{\eta}-E[\boldsymbol{\eta}(\theta)]\}' \mathbf{W}\{\boldsymbol{\eta}(\theta)\}$.

Porównanie wyników uzyskanych z zastosowaniem tych trzech metod przy pomocy symulacji Monte Carlo wskazuje, że standardowe techniki ekonometryczne mogą zostać wykorzystane do pełnej estymacji modeli DSGE [Ruge-Murcia 2002, s. 23].

Innym sposobem estymacji jest podejście Bayesowskie [Mycielski 2008]. Często zdarza się, że mamy jakąś wiedzę a priori na temat wektora parametrów θ .

³ Obserwacje rzeczywiste oznaczamy jako \mathbf{m} , zaś jako \mathbf{m}^* obserwacje symulowane.

W takim przypadku, aby poprawić precyzję oszacowań, możemy użyć właśnie podejścia Bayesowskiego. Z twierdzenia Bayesa wynika, że:

$f(\theta|X) = f(X|\theta)f(\theta)/f(X)$, gdzie $f(\theta|X)$ jest gęstością *a posteriori*, $f(\theta)$ – gęstością *a priori*, $f(X|\theta)$ – funkcją wiarygodności, $f(X)$ – bezwarunkową funkcją gęstości zaobserwowanej próby.

Popularnym sposobem uzyskiwania oszacowań punktowych (estymacja punktowa) metodami typu Bayesowskiego jest wykorzystanie wartości modalnej $f(\theta|X)$. W szczególnym przypadku rozkładu normalnego wartość modalna i średnia są sobie równe. Z definicji wartości modalnej i monotoniczności logarytmu wynika natomiast, że: $\max_{\theta} \ln f(X|\theta) = \max [\ln f(X|\theta) + \ln f(\theta)]$. Wzór ten jest równoważny wzorowi na estymator MNW, dla funkcji wiarygodności: $\iota(\theta) = \ln f(X|\theta) + \ln f(\theta)$. W przypadku rozkładu normalnego o rozkładzie *a priori* zakłada się zwykle, że ma on postać: $\theta \sim N(\theta, *)$, gdzie macierz $*$ reprezentuje niepewność badacza na temat jego wiedzy *a priori*, a przypadek, dla którego macierz $*$ jest skrajnie mała, reprezentuje przypadek kalibracji, w której wartości parametrów są znane. Mimo pewnych wad podejście Bayesowskie zyskuje na popularności z powodu większej łatwości w wykorzystaniu, w porównaniu z metodami ML i momentów [Fernandez-Villaverde 2009, s. 6-9, 12-13].

Z problematyką budowy i implementacji modeli DSGE ściśle wiąże się zagadnienie interpretacji i przekonującego komunikowania uzyskanych z ich zastosowaniem wyników. Decyzje odnośnie wyboru określonej polityki zależą od różnych czynników i poglądów dotyczących funkcjonowania gospodarki. Podejmujący te decyzje coraz częściej polegają na wynikach analiz generowanych przy użyciu różnych modeli, aczkolwiek poważnym problemem jest to, iż nie zawsze możliwe jest wyjaśnienie i zrozumienie występowania dynamiki niektórych zdarzeń. W tym kontekście modele DSGE mogą być dobrą alternatywą, jeśli tworzą precyzyjne i logiczne ramy analityczne [Tovar 2008, s. 17-18]. Ze względu na swoją strukturę modele DSGE jawią się zatem jako użyteczne narzędzie wspierające formułowanie założeń określonej polityki. Oczekuje się przy tym, aby wyniki analiz prowadzonych z ich zastosowaniem były zrozumiałe, sensowne, elastyczne, a przede wszystkim wiarygodne.

Problem zrozumiałości związany jest z dużą liczbą parametrów, które należy śledzić. Swoistym obciążeniem modeli DSGE jest wielowymiarowość, albowiem im większa skala modelu, tym większa liczba parametrów do oszacowania. Komplikuje to wyjaśnianie czynników sprawczych kształtujących poszczególne wyniki, a także mapowanie rezultatów generowanych z modeli teoretycznych i rzeczywistych zjawisk.

Poważnym wyzwaniem jest przekonanie animatorów określonej polityki, że model faktycznie odzwierciedla dane. Interpretacja współczynników, czy też opis efektów generowanych przez funkcje reakcji na impulsy, nie zawsze są wystarczające, aby przekonująco zakomunikować wyniki. W gruncie rzeczy, dynamika różnych szeregów czasowych może być trudna do zinterpretowania nie tylko ze względu na kierunek, ale także pod kątem jej absolutnej i relatywnej wielkości. Uznanie modelu za sensowny implikuje także zdolność do określenia, w jakim stopniu pewne zjawiska występujące w rzeczywistości mogą być wyjaśnione przez to, czego nie ujęto w modelu.

Zagadnienie elastyczności modelu jest związane z potrzebą jego adaptowania do zmieniających się preferencji decydentów politycznych i włączania elementów ich opinii i postaw. Na ogół animatorzy polityki reprezentują różne punkty widzenia odnośnie sposobu funkcjonowania gospodarki. Podejmowane decyzje będą uzależnione od ich osądów, na które wpływ wywiera sposób przedstawienia problemu, kategoryczność argumentacji oraz wiarygodne uwzględnienie przez ekspertów własnych sukcesów i porażek. W świetle tego wydaje się, że modele DSGE mogą być pomocne we właściwym ukierunkowaniu polityki i kształtowaniu neutralnej opinii, jako podstawy debaty.

Wiarygodność modeli DSGE uzależniona jest od trafności identyfikacji i specyfikacji. Zaufanie do prognoz opartych na modelach DSGE może wzrastać, dzięki gromadzonym wraz z upływem czasu doświadczeniom. Po pierwsze, konieczne jest permanentne porównywanie wyników uzyskiwanych z modelu DSGE z wynikami analiz przeprowadzanych z zastosowaniem innych tradycyjnych metod. Po drugie, należy dostarczać przykładów obrazujących zdolność modelu do przewidywania zachowań gospodarki w minionych okresach, dokonując dekompozycji historycznej. Dzięki temu silne i słabe strony modelu stają się transparentne. Poprawieniu czytelności wyników modelu sprzyja także odpowiednie przedstawienie jego struktury umożliwiające weryfikację zalet i wad przyjętego podejścia.

Powszechnie przytaczanym argumentem na rzecz wykorzystania modeli DSGE jest to, że ich mikroekonomiczne podstawy oraz oddzielenie parametrów strukturalnych dotyczących preferencji i technologii, czy opisujących prawo ruchu zagregowanych szoków, od parametrów dotyczących oczekiwań zależnych od danej polityki, stanowią gwarancję przydatności do analizy polityki [Tovar 2008, s. 15-16]. Innymi słowy, modele DSGE są odporne na krytykę Lucasa i mogą być z powodzeniem wykorzystywane do ilościowej ewaluacji określonych polityk.

Podsumowując, modele DSGE są wartościowymi narzędziami dającymi możliwość wytyczenia spójnych ram analizy i kreowania polityki. Są one pomocne w identyfikowaniu źródeł fluktuacji, udzielaniu odpowiedzi na pytania dotyczące zmian strukturalnych, w prognozowaniu i przewidywaniu skutków zmian polityki oraz przeprowadzaniu eksperymentów bazujących na myśleniu kontrfaktycznym. Cechy te sprawiają, że zainteresowanie modelami DSGE wykazują przede wszystkim banki centralne. Niektóre z nich opracowały i stosują już takie modele w analizie polityki i prognozowaniu. Jednak, mimo ogromnego postępu w budowie i implementacji modeli DSGE, od ich wykorzystania nie można obecnie oczekiwać zbyt wiele. Wiąże się to przede wszystkim z ich brakiem zdolności do pełnego wyjaśniania empirycznych prawidłowości [Tovar 2008, s. 18].

2. Możliwości i przykłady zastosowań modeli typu DSGE w analizie różnych aspektów polityki rolnej

Chociaż modele DSGE pojawiły się w odpowiedzi na potrzeby bankowości centralnej, poszukującej narzędzi do ewaluacji i formułowania założeń polityki makroekonomicznej, to obecnie są one coraz częściej wykorzystywane w analizach ukierunkowanych na badanie funkcjonowania określonych, ważnych obszarów gospodarki, w tym sektora rolno-żywnościowego. Celem tych zastosowań jest nie tylko rozwój modeli DSGE, lecz przede wszystkim poszukiwanie odpowiedzi na pytania dotyczące obserwowanej rzeczywistości ekonomicznej oraz przeprowadzanie eksperymentów służących badaniu reakcji gospodarki na różne zmiany [Landon-Lane 2002].

Dokonując przeglądu literatury specjalistycznej wyodrębniono pięć obszarów problemowych związanych bezpośrednio lub pośrednio z polityką rolną, w odniesieniu do których odnotowano wykorzystanie modeli DSGE. Są to: **środowisko naturalne, handel międzynarodowy, alokacja czynników wytwórczych, postęp w rolnictwie i rozwój gospodarczy**. Na tle krótkiej charakterystyki każdego z tych obszarów przedstawiono przykłady analiz przeprowadzonych z zastosowaniem konkretnych modeli klasy DSGE. Skoncentrowano się głównie na specyfice budowy i kierunkach wykorzystania tych modeli oraz wnioskach płynących z przeprowadzonych badań, przydatnych w ocenie określonej polityki oraz formułowaniu założeń polityki alternatywnych.

2.1. Środowisko naturalne

2.1.1. Charakterystyka obszaru problemowego

Jednym z wyodrębnionych obszarów problemowych jest **środowisko naturalne**. Interakcje na linii środowisko – rolnictwo są stosunkowo nowym obszarem ekspansji badaczy, korzystających z narzędzi, jakimi są modele równowagi cząstkowej [Britz i Heckelei 2008, s. 9-12]. Rozwój metod pomiaru wpływu regulacji na środowisko naturalne jest konsekwencją zmian filozofii finansowania sektora rolnego w UE. Wspólna Polityka Rolna jest obecnie zorientowana na rozwój zrównoważony. Pojawia się zatem potrzeba konstruowania nowych narzędzi, którymi można byłoby ocenić wpływ projektowanych i już istniejących instrumentów polityki rolno-środowiskowej za pomocą wskaźników ekonomicznych i środowiskowych. Pierwszy filar WPR wiąże się – w zakresie omawianej problematyki – z zasadą wzajemnej zgodności, która została wprowadzona w roku 2005 za pomocą 19 aktów prawnych, nazywanych Zasadami Dobrej Kul-

tury Rolnej zgodnymi z Ochroną Środowiska (*Good Agricultural and Environmental Conditions* – GAEC). Jednym z celów drugiego filaru WPR jest zapewnienie dostarczania przez rolnictwo, poprzez działania rolno-środowiskowe, wartości związanych ze środowiskiem, a także wsparcie uprawy ziemi rolnej na terenach o niekorzystnych warunkach gospodarowania. W latach 2007-2013 drugi filar pochłonie ok. 9% unijnego budżetu, pierwszy – ok. 34%. W ramach drugiej osi polityki rozwoju obszarów wiejskich w okresie 2007-2013 wyróżniono trzy obszary priorytetowe: ochrona różnorodności biologicznej, ochrona gleb i wód, przeciwdziałanie negatywnym zmianom klimatu. Fundusze, dostępne w ramach drugiego filaru, przeznaczane będą na działania, które obejmują: wspieranie gospodarstw na obszarach o niekorzystnych warunkach gospodarowania, dopłaty do gruntów rolnych na obszarach sieci Natura 2000, wspieranie przedsięwzięć rolnośrodowiskowych i poprawy dobrostanu zwierząt, czy szereg działań związanych ze zwiększeniem lesistości. Ze względu na zróżnicowaną naturę szczególnie trudno jest modelować wpływ zaplanowanych przez kraje członkowskie i zatwierdzonych przez Komisję działań wspierających przedsięwzięcia rolnośrodowiskowe. Kłopotliwe jest także szacowanie kosztów uczestnictwa w takich programach. Duże znaczenie ma badanie wpływu rolnictwa na środowisko w zakresie emisji gazów cieplarnianych czy amoniaku.

Badania w obszarze problemowym **środowisko naturalne** koncentrują się głównie na takich zagadnieniach jak: ochrona różnorodności biologicznej, ochrona gleb i wód oraz przeciwdziałanie negatywnym zmianom klimatu. Modele DSGE, zorientowane na badanie interakcji między rolnictwem i środowiskiem, dają potencjalnie możliwość oceny efektów polityki rolnej w tym zakresie.

Badania przeprowadzane w ramach zagadnienia ochrona różnorodności biologicznej mogą dostarczać danych, które obrazują zmiany sposobów użytkowania ziemi i zmiany poziomu intensywności rolnictwa [Britz i Heckelei 2008, s. 13]. Analizowane mogą być relacje utraty bioróżnorodności i zmian w rolnictwie oraz skutki programów konserwacji. Modelować można wzajemny wpływ polityki, sposobów użytkowania ziemi i bioróżnorodności [Mattison i Norris 2005], jak również wpływ postępu naukowego na dobrostan zwierząt [Toma i in. 2008]. Autorów interesuje, w jakim stopniu same modele DSGE, badające interakcje na linii ekonomia – środowisko, opisują problemy utraty i zachowania bioróżnorodności [Eppinka i van den Bergha 2007].

Jedną z możliwych aplikacji modeli DSGE jest ich zastosowanie w analizie problematyki ochrony gleb i wód. Jest to jedno z najczęściej podejmowanych zagadnień przez badaczy, wykorzystujących modele ekonomiczne w celu estymowania wpływu działań prośrodowiskowych na sektor rolniczy [Britz i Heckelei 2008, s. 13]. Kolejne możliwe obszary zastosowań to: rozwiązywanie

problemów w zakresie polityki realokacji wody [Seung i in. 1998; Seung i in. 1997], zależności między reformami handlu a funkcjonowaniem rynków wody [Diao i Roe 1998], polityka cenowa [Briand 2006] i polityka praw własności [Diao i in. 2002]. Jednym z tematów podejmowanych w ramach tego zagadnienia jest także modelowanie publicznego zarządzania nawadnianiem ziemi rolnej [Riesgo i Gomez 2006].

Ostatnim z wyodrębnionych w obszarze problemowym **środowisko naturalne** zagadnieniem jest przeciwdziałanie negatywnym zmianom klimatu. W analizach z wykorzystaniem modeli równowagi ogólnej w tym zakresie często pojawiającym się problemem jest występowanie nadwyżki azotowej i emisja zanieczyszczeń przez sektor rolny [Britz i Heckelei 2008, s. 13-14]. Wiodącym tematem w ramach tego zagadnienia pozostaje jednak modelowanie skutków polityki redukcji emisji gazów cieplarnianych. Warto zauważyć, że zmniejszeniu emisji gazów cieplarnianych ze źródeł kopalnych sprzyja wsparcie produkcji biopaliw. W roku 2003 przyjęto propozycję dyrektywy o handlu uprawnieniami do emisji CO₂, która określiła ramy wymiany handlowej pozwoleniami na emisję gazów w UE. Jej celem była promocja efektywnej kosztowo i ekonomicznie redukcji emisji gazów. Z punktu widzenia omawianych kwestii ważne jest, że istnieje tu możliwość włączenia w system kontroli emisji gazów innych sektorów, poza przemysłem i energetyką, w tym w szczególności rolnictwa. Istotną kwestią rozważań są także zmiany polityki w kontekście Dyrektywy CAFE (*Clean Air for Europe* – Czyste powietrze dla Europy) oraz rewizji propozycji w ramach Protokołu z Goteborgu odnośnie konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości.

W ramach tematyki przeciwdziałania negatywnym zmianom klimatu modele DSGE mogą dostarczać informacji i umożliwiać przeprowadzanie symulacji zmian regionalnego zanieczyszczenia środowiska [Amann i in. 2004], a także badanie możliwych skutków ekonomicznych, społecznych i środowiskowych konkretnych instrumentów politycznych, stosowanych w celu redukcji emisji gazów cieplarnianych [Domigues i in. 2007], jak również w celu rozwiązania problemu przenikania nadwyżki azotu do ziem gruntowych [Gömann i in. 2005]. Oprócz wpływu poszczególnych instrumentów, można badać także wpływ instrumentów i ograniczeń, skierowanych do konkretnych grup [Lehtonen i in. 2006]. Można, przykładowo, ocenić skutki zmiany klimatycznej na produkcję zbóż [Quiroga i Inglesias 2008]. Należy przy tym pamiętać, że sektor rolny może odgrywać znaczącą rolę w ograniczaniu efektu cieplarnianego. Poza dostarczaniem dóbr publicznych, redukcja emisji gazów cieplarnianych stwarza rolnikom nowe możliwości zwiększenia zysków. Jest to kwestia szczególnie ważna dla rolnictwa na terenach mniej uprzywilejowanych w UE, gdzie potencjalna redukcja emisji

gazów wiąże się z niską produktywnością wytwarzania dóbr rolnych. Emisja CO₂ przez sektor rolny powiązana jest także ze znaczącym zużyciem paliw kopalnych i innych źródeł energii. W związku z tym, w ramach problematyki zmiany klimatycznej można modelować wpływ kosztów energii na podaż, ceny i zużycie energii w sektorze rolnym [Kempen i Kraenzlein 2008]. Problemem zmian klimatycznych można zajmować się także w kontekście reformy handlu produktami rolnymi negocjowanej na forum WTO [Yamamoto i in. 2007; Rae i Strutt 2007].

2.1.2. Model G-Cubed

Wykorzystując model G-cubed, naukowcy z Centrum Stosowanych Analiz Makroekonomicznych, będącego częścią Australijskiego Uniwersytetu Państwowego, ocenili alternatywne polityki USA, ukierunkowane na handel pozwoleniami na emisje CO₂ [McKibbin i in. 2009]. Wyniki tych prac opublikowano w lipcu 2009 roku.

Model G-Cubed jest międzyokresowym, obliczeniowym modelem równowagi ogólnej światowej gospodarki, znanym z literatury makroekonomicznej i banków centralnych, jako model DSGE. Struktura teoretyczna modelu została określona w roku 1998. Z różnych badań wynika, że podejście przyjęte w tym modelu jest niezwykle użyteczne w ocenie szeregu dotyczących wielu krajów kwestii, począwszy od lat 90. Model opiera się na bezpośredniej międzyokresowej optymalizacji zachowania wielu podmiotów (konsumentów i firm) w każdej z gospodarek. Fundamentalne znaczenie mają czas i dynamika. W celu śledzenia serii danych makro, zachowanie podmiotów jest zmodyfikowane w celu dopuszczenia krótkookresowych odchyień od zachowania optymalnego, wynikających z sięgania po obligacje rządowe. Zarówno dla gospodarstw domowych, jak i dla firm, odchylenia od zachowania międzyokresowej optymalizacji podlegają bardzo prostej zasadzie – optymalizujący podmiot nie aktualizuje przewidywań w oparciu o nowe informacje odnośnie wydarzeń przyszłych. W efekcie w długim okresie istnieje jedynie jeden międzyokresowy, optymalizujący punkt równowagi modelu. W krótkim okresie natomiast zakłada się, że faktyczne zachowanie jest średnią ważoną założeń optymalizacyjnych i ogólnie akceptowanych reguł. Z tego powodu zagregowana konsumpcja jest średnią ważoną konsumpcji wynikającej z poziomu zamożności i konsumpcji będącej wynikiem wysokości dochodu dyspozycyjnego. Wreszcie, ma miejsce bezpośrednie ujęcie stanu posiadania aktywów finansowych, włączając pieniądze. Pieniądz wprowadzany jest do modelu poprzez restrykcję mówiącą, że gospodarstwa domowe potrzebują pieniędzy, aby zakupić dobra. Model umożliwia krótkoterminową sztywność płac nominalnych (w różnym zakresie w różnych krajach) i w ten sposób do-

puszcza znaczące okresy bezrobocia w zależności od instytucji rynku pracy w każdym z krajów. Założenie to w połączeniu z właściwie zdefiniowaną rolą pieniądza, nadaje modelowi cechy makroekonomiczne. Także tutaj założenia odnośnie modelu różnią się od standardowych założeń odnośnie równoważenia rynku, spotykanych w większości modeli CGE. Ponadto, w modelu rozróżniana jest lepkość kapitału fizycznego w obrębie sektorów i krajów i elastyczność kapitału finansowego, który natychmiastowo przepływa tam, gdzie oczekiwane zwroty są najwyższe. To ważne rozróżnienie prowadzi do zasadniczej różnicy między ilością kapitału fizycznego, która jest dostępna w każdym czasie w celu wyprodukowania dóbr i usług, a wyceną tego kapitału wskutek decyzji odnośnie alokacji kapitału finansowego. W polityce klimatycznej skutek ten jest ważny, ponieważ skala wpływu polityki klimatycznej na oczekiwane przyszłe zwroty z kapitału jest różna, w zależności od sektora.

Dzięki takiej strukturze model G-Cubed uwzględnia bogactwo zachowań dynamicznych, z jednej strony kierowane przez akumulację aktywów, a z drugiej przez dostosowanie płac do neoklasycznego, stabilnego stanu. Model uwzględnia szeroki zakres założeń odnośnie zachowania indywidualnego i empirycznych regularności w ramach teorii równowagi ogólnej. Współzależności analizowane są z wykorzystaniem algorytmu komputerowego, dającego rozwiązanie dla równowagi racjonalnych oczekiwań odnośnie globalnej gospodarki. Należy podkreślić, że określenie „równowaga ogólna” oznacza, iż uwzględniono tyle interakcji, ile to możliwe, nie zaś to, że wszystkie gospodarki w każdym punkcie czasu znajdują się w stanie pełnej równowagi rynkowej. Chociaż zakłada się, że siły rynkowe ostatecznie kierują światową gospodarkę do stacjonarnego stanu równowagi wzrostu w rozumieniu teorii neoklasycznej, bezrobocie pojawia się w długich okresach z powodu sztywności płac w zakresie, który jest inny w poszczególnych krajach ze względu na różnice w instytucjach rynku pracy.

W badaniu wykorzystano wersję G-Cubed, uwzględniającą 9 regionów geograficznych, z których USA, Japonia, Australia, USA, Chiny były reprezentowane przez pojedynczo modelowane regiony. Reszta świata została podzielona na cztery regiony zagregowane (Europa Wschodnia i byłe kraje ZSRR, kraje OPEC, pozostałe kraje OECD bez Meksyku i Korei, pozostałe kraje rozwijające się). Włączenie wielu regionów pozwala modelowi opisywać, jak polityka jednego kraju wpływa na handel, przepływy finansowe i wartości walut w różnych krajach. W każdym regionie wyróżniono ponadto 12 sektorów produkcyjnych i sektor produkujący zbiorowe dobro kapitałowe, co umożliwiło wgląd w to, jak wzrost gospodarczy i polityka klimatyczna wpływają na zużycie energii, inwestycje kapitałowe i zatrudnienie w różnych sektorach gospodarki. Model G-Cubed jest ponadto jednym z niewielu, który pozwala analizować wpływ polityki klimatycznej na za-

trudnienie w różnych sektorach z założeniem, że rynki pracy nie zawsze oczyszczają się w krótkim okresie, a szoki gospodarcze mogą prowadzić do trwałych okresów spadku bądź wzrostu zatrudnienia. Uwzględnienie sztywności dostosowań płac nominalnych wraz z obecnością pieniądza w modelu i banku centralnego oddziaływującego zarówno na inflację jak wzrost gospodarczy nadaje modelowi G-Cubed wielce realistycznej krótkookresowej dynamiki makroekonomicznej.

Omawiane badanie przeprowadzono w ramach prowadzonej przez Kongres Stanów Zjednoczonych debaty nad potencjalnym programem odnośnie handlu emisjami CO₂, której celem ma być kontrola emisji gazów cieplarnianych. Skutki ekonomiczne takiej ustawy są obecnie dyskutowane. Zdaniem niektórych program taki stworzyłoby nowe miejsca pracy i przyspieszył wzrost gospodarczy, inni są zaś zdania, że program przeniesie miejsca pracy poza USA i uderzy w gospodarstwa domowe poprzez duże wzrosty cen energii. W raporcie starano się rozstrzygnąć te wątpliwości, oferując jednocześnie twórcom polityki stosowny wgląd w to, jak zaprojektować program, aby osiągnąć długoterminowe cele środowiskowe przy minimalnym koszcie i niskim ryzyku dla gospodarki.

W raporcie przeanalizowano kilka możliwych kierunków polityki w ramach wspólnej polityki rolnej i handlu USA. Siedem analizowanych scenariuszy politycznych spełniało podobne, długoterminowe cele środowiskowe, lecz różniło się w kwestii trajektorii emisji i kosztów. Pierwszy kierunek działań politycznych uwzględniał cele zmniejszenia emisji, zaproponowane przez administrację prezydenta Obamy, drugi – obejmował cele, zawarte we wcześniejszej wersji ustawy, zaproponowanej przez Waxmana i Markera. Modelowano oba podejścia jako roczne ograniczenia emisji, malejące liniowo w czasie, aby w 2050 roku poziom emisji zmniejszył się o 83%, w porównaniu z poziomem z roku 2005. Rozważono także dwa kierunki polityki, które pozwoliłyby osiągnąć podobne środowiskowe cele długoterminowe, jak dwie pierwsze polityki, ale minimalizując koszty. Zaproponowano także trzy kierunki działań politycznych wzmacniające docelową propozycję administracji Obamy, poprzez wprowadzenie trzech różnych mechanizmów kontroli kosztów.

Model G-Cubed umożliwił wykazanie, że dwie pierwsze polityki (administracji Obamy i Waxmana-Markera) w długim okresie w mało znaczącym stopniu wpłyną na amerykański PKB i konsumpcję. Obydwa podejścia generują ponadto nieco wyższe koszty całkowite i całkiem inne trajektorie emisji, niż alternatywy minimalizujące koszty. W porównaniu z liniowymi trajektoriami emisji, podejścia minimalizujące koszty skutkują względnie ostrymi spadkami w pierwszych latach, słabszymi w następnych i ostrzejszymi w okresie 2035-2050.

Uzyskane wyniki wskazują także, że wprowadzenie przedziałów cenowych może zapewnić bezpieczeństwo wobec przyszłych wydarzeń, które mogłyby niekorzystnie wpłynąć na rynek pozwoleń emisyjnych, bez zbytecznego ograniczania efektywności polityki rządowej dotyczącej redukcji emisji. Wykazano również, że polityka zaproponowana przez administrację Obamy, rozszerzona o kołnierz lub pułap cenowy, może umożliwić znaczącą redukcję emisji w długim okresie, a jednocześnie zdecydowanie ograniczyć koszty dostosowań.

2.1.3. Model Centrum Rozwoju Ekonomicznego Uniwersytetu w Minnesocie

Wykorzystując międzyokresowy model równowagi ogólnej, uwzględniający wielosektorowe specyfikacje, naukowcy z Centrum Rozwoju Ekonomicznego Uniwersytetu w Minnesocie dokonali oceny skutków wpływu reformy handlu na reformy rynku wody w rolnictwie Maroka. Wyniki tej analizy opublikowano w roku 1998 [Diao i Roe 1998].

Wykorzystany w analizie model został skonstruowany specjalnie na potrzeby analizy gospodarki Maroka, która została podzielona na 20 sektorów produkcyjnych, włączając 6 sektorów upraw nawadnianych, 6 sektorów upraw nie nawadnianych, 4 sektory powiązane z rolnictwem i 4 sektory nierolnicze. Sektory nierolnicze odpowiedzialne były za produkcję 6 towarów. Badano wpływ reformy handlu na gospodarkę (nastąpił wzrost dobrobytu i dochodów) i sektorowe dualne ceny wody (w niektórych sektorach ceny spadły, w niektórych wzrosły).

Okazało się, iż pomimo znaczących reform politycznych, sektory marokańskiej gospodarki konkurujące z importem, są silnie chronione, podczas gdy w rolnictwie objętym nawadnianiem cena wody spada poniżej swojej wartości krańcowej. Warto zaznaczyć, że w rolnictwie zatrudnionych jest około 50% siły roboczej, natomiast sektor ten konsumuje w przybliżeniu 85% całkowitych zasobów wody. W konsekwencji, efektywna alokacja zasobów wody zależy nie tylko od wyceny wody i polityk jej dystrybucji w obszarze rolnictwa, ale także od wielkości handlu zagranicznego, wsparcia cenowego producentów i strategii nakładania podatków pośrednich. W sytuacji braku reformy handlu, zniesienie administracyjnej alokacji wolnych kwot na korzyść bardziej rynkowego podziału zasobów wody może spowodować obniżenie się poziomu dobrobytu, ponieważ woda może być wykorzystana przy uprawach zbóż objętych protekcją.

W tym kontekście, międzyokresowy model równowagi ogólnej został wykorzystany do analizy ogólnoeconomicznych skutków reformy handlu, jak również jej wpływu na różne korzystające z nawadniania sektory rolnictwa. Wskutek reformy handlu silnemu wzrostowi uległ poziom inwestycji, a także miała miejsce realokacja środków na produkcję owoców i warzyw – sektory,

w których Maroko ma silną przewagę komparatywną. Reforma handlu wywołuje wzrost dualnej ceny wody wykorzystywanej przy produkcji owoców i warzyw, w porównaniu do ceny wody służącej nawadnianiu terenów uprawy zbóż objętych protekcją. W wyniku reformy zmienia się stopa zwrotu z aktywów sektora rolnego, co prowadzi do spadku opłacalności produkcji zbóż chronionych. Z drugiej strony, reforma handlu może skutkować pojawieniem się możliwości wprowadzenia zmian sposobów wyceny wody, ponieważ rolnicy, którzy będą osiągać po reformie niższe zyski, będą mogli czerpać korzyści z wynajmu części zasobów wody.

Wyniki sugerują, że stworzenie rynku praw do wody nie tylko częściowo kompensuje straty rolników, ale także zwiększa efektywność alokacji wody i w konsekwencji – korzyści dla gospodarki, jako całości. Ponieważ opłata za wodę w Maroku jest znacznie niższa od jej kosztów realnych i od kosztów alternatywnych, niemożliwe jest generowanie przez rząd przychodów współmiernych do aktualnych kosztów krańcowych wody lub do jej kosztów alternatywnych. Jest to kwestia szczególnie ważna, gdy przez długi okres występują korzyści z niskich opłat za wodę powodując, że wysokość dualnej ceny wody odzwierciedla wartość ziemi i innych czynników produkcji. Chociaż tworzenie rynku praw własności wody może nie generować w najbliższym okresie przychodów dla rządu, rynek taki ujawnia wszystkie koszty utraconych korzyści, co umożliwi oddzielenie zysków z wody od tych z tytułu posiadania ziemi. Konsekwencją tego powinny być kolejne reformy, które pomogłyby pokryć koszty rządowe, takie jak nałożenie podatku na wodę czy podatku od uprawnień do posiadania praw własności wody. Ponadto, rynek praw własności wody powinien ostatecznie funkcjonować tak, aby woda była traktowana jak każde dobro normalne, a prywatne podmioty widziały korzyści w inwestowaniu i oszczędzaniu tego rzadkiego dobra.

2.2. Handel międzynarodowy

2.2.1. Charakterystyka obszaru problemowego

Poważnym wyzwaniem dla analizujących handel w sektorze rolniczożywnościowym za pomocą modeli DSGE jest coraz większa liczba dwustronnych umów handlowych, w ramach których często wprowadzane są nowe stawki celne i kontyngenty handlowe. W większości przypadków presja cenowa zagranicy na rynki UE nie wynika ze zobowiązań taryfowych WTO, ale związana jest z preferencyjnymi umowami handlowymi. Wysoce zróżnicowany charakter, zwłaszcza dwustronnych umów handlowych z Unią Europejską, stwarza poważne problemy z danymi odnośnie np. przepływów handlowych, jak również ze

zdefiniowaniem produktów ujętych w umowach. Warto podkreślić, że ten obszar problemowy jest traktowany jako najważniejszy, z punktu widzenia wagi problemów związanych z przyszłością i rozwojem sektora rolno-żywnościowego w wielu krajach. Badania nad tym obszarem koncentrują się przede wszystkim na takich zagadnieniach, jak: ceny światowe, liberalizacja handlu i skutki reform negocjowanych w ramach WTO, a także oddziaływanie szoków.

W analizach dotyczących funkcjonowania sektora rolno-żywnościowego z wykorzystaniem modeli DSGE ważnym zagadnieniem może być zmienność cen produktów rolnych. Przedmiotem zainteresowania mogą być w szczególności silne wahania cenowe występujące w sektorze rolnym i ich wpływ na stabilność dochodów rolników oraz interakcje cenowe pomiędzy różnymi działami rolnictwa. Kolejną możliwą aplikacją modeli DSGE może być analiza zmienności światowych cen produktów rolnych z uwzględnieniem takich czynników, jak: rola krajów wschodzących, zmiana nawyków żywieniowych, wzrost zapotrzebowania na energię związany z boomem na biopaliwa, niekorzystne warunki pogodowe, spekulacje [Benjamin i in. 2009], polityka rolna [Chantreuil i in. 2008] oraz wielkość stanów zapasów końcowych [Meyers 2008]. Analizie poddawana może być również wrażliwość cen na różne czynniki [Heckelei i in. 2002]. Można też ograniczać analizę do cen wybranych produktów rolnych, np. pszenicy [Listorti i Esposti 2008], wołowiny [Banse i Grethe 2006] czy ryżu [Wailes 2005]. Wiele opracowań dotyczy kształtowania się cen światowych. Można badać wpływ wzrostu światowych cen towarów na aktywność ekonomiczną i poziom dobrobytu gospodarstw domowych w wybranych krajach, a także możliwe reakcje polityczne na tego rodzaju szoki [Conforti i Sarris 2009]. Przykładowo, skutki wzrostu cen produktów rolnych można badać w celu znalezienia najlepszej z możliwych polityki poprawy bilansu handlowego danego kraju [Stoeckel i Higgs 1988].

Kolejnym zagadnieniem w ramach obszaru problemowego **handel międzynarodowy** jest ocena wpływu liberalizacji handlu na rynki rolne wybranych krajów. Modele DSGE mogą być wykorzystywane w badaniach w celu oceny wpływu liberalizacji na rynki rolne Unii Europejskiej lub wpływu umów dwustronnych między państwami lub grupami państw. Przykładami możliwych badań są analizy skutków liberalizacji handlu w kontekście polityki regionalnej i reformy WPR [Wieck i in. 2006] czy też w odniesieniu do wybranych rynków rolnych [Grethe i in. 2008], skutków dwustronnej liberalizacji handlu między UE a krajami Mercosur [Weissleder i in. 2008], skutków liberalizacji handlu w państwach basenu Morza Śródziemnego, Turcji i UE [Bayar i in. 2000], skutków liberalizacji handlu w Tunezji [Ferjani 2003], skutków deregulacji rynku kukurydzy w RPA [van Schoor 2005] czy skutków liberalizacji rynku ryżu

[Weerahewa 2006]. Badania mogą mieć też charakter bardziej ogólny i nie koncentrować się na żadnym z konkretnych państw. Przykładowo można badać skutki bezcłowego i wolnego od kwot dostępu do rynków przez kraje niskorozwinięte [Vanzetti i Peters 2009], czy też ogólnie skutki liberalizacji handlu produktami rolnymi wobec polityki środowiskowej [Glebe i Latacz-Lohmann 2004]. Badania tego typu dotyczą rynków konkretnych produktów rolnych lub całej gospodarki z wyszczególnionym sektorem rolnym.

Badania w obszarze **handlu międzynarodowego**, mające charakter ogólny lub dotyczące konkretnych państw, prowadzone mogą być również pod kątem oceny skutków reform proponowanych przez Światową Organizację Handlu (WTO), które są przedmiotem negocjacji w ramach Rundy Doha. Należą do nich: cła optymalne, wsparcie krajowe czy konkretne porozumienia handlowe.

Jeśli chodzi o Rundę Doha, rozpatrywać można dwie możliwości jej zakończenia: zwiększenie dostępu krajów niskorozwiniętych do rynków krajów bogatych OECD z 97% do 100% i zmniejszenie liczby produktów wrażliwych i specjalnych z 5% do 1% pozycji taryfowych [Bouet i in. 2006]. Wśród potencjalnych tematów badań, nieukierunkowanych na analizę konkretnych państw, należy wymienić: badanie ewaluacyjne barier handlowych z naciskiem na kwestie rolnictwa i dynamiki [Decreux i Valin 2007] oraz próbę określenia formuły do obliczania cła i wielkości dopłat, specyficznych dla danych sektorów, które mogłyby być wykorzystywane w analizach różnych projektów optymalnej polityki [Beghin i Karp 1990], a także analizy scenariuszy reformy handlu w zakresie różnego poziomu wsparcia krajowego [Rae i Strutt 2003]. Idąc dalej, można szacować wysokość ceł optymalnych na krajowe rynki produktów rolnych, przyjmując za kryterium efektywność ekonomiczną [Beghin i Karp 1986]. Badając zakres wsparcia krajowego, modele DSGE można wykorzystać w analizach efektywności ochrony sektorów krajowych wskutek wykonania danych umów preferencyjnych [Antimiani i Salvatici 2005]. Problemy podejmowane w badaniach dotyczyć mogą trzech najważniejszych członków WTO, tj.: Unii Europejskiej, USA [Beghin i Fabiosa 2002] oraz Chin [Fuller i in. 2001a; Fuller i in. 2001b oraz Fang i Babcock 2003]. Opracowania dotyczące UE zawierają mogą przykładowo wyniki analizy rynków rolnych w kontekście dalszej liberalizacji handlu, przedstawionej w ramach rundy WTO i w planie Harbisona⁴ [Wieck i in. 2003] lub też liberalizacji handlu z perspektywy zdolności równoważenia europejskiej polityki rolnej oraz wyników rundy negocjacyjnej Doha [Britz i in. 2005]. Skutki porozumień handlowych można badać także w odniesieniu do innych gospodarek, na przykład Ekwadoru [Ludena i Wong 2006]

⁴ Plan Harbisona dotyczył zmniejszenia wsparcia sektora rolnego o 60% w okresie 5 lat.

i Kanady [Hazledine 1989]. Można badać skutki lokalnych porozumień o wolnym handlu na gospodarkę i rolnictwo w tych krajach, także z perspektywy, co warto podkreślić, organizacji przemysłowych. Ciekawym, możliwym kierunkiem badawczym jest szacowanie wpływu redukcji cel na produkty rolne w wybranych krajach na strukturę i poziom ich dobrobytu [Lee i in. 2009].

Modele DSGE są uznawane za najlepsze z dostępnych narzędzi modelowania skutków zdarzeń wywołujących szoki rynkowe. Badania z wykorzystaniem modeli DSGE mogą obejmować wystąpienie takich szoków, jak: choroby (np. BSE, ptasia grypa, pryszczycyca i inne), a także bioterroryzm i kryzysy w sektorach nierolniczych. Pojawienie się choroby BSE pod koniec roku 2000 spowodowało wprowadzenie na całym świecie ograniczeń w handlu bydłem i wołowiną pochodzącą z UE i w rezultacie zahamowało eksport produktów mięsnych. Obawy konsumentów o bezpieczeństwo dostarczanych na rynek produktów mięsnych doprowadziły do 40-procentowego spadku spożycia wołowiny w Europie i obniżenia cen. W tym kontekście modele DSGE można wykorzystywać do kompleksowej analizy wpływu choroby BSE na światowy handel mięsem i jego ceny [Morgan 2001]. Z ich użyciem można również badać wpływ wybuchu ptasiej grypy na sektor rolny i inne sektory w wybranych krajach, uwzględniając ograniczoną podaż paszy oraz oddziaływanie ptasiej grypy na zagregowane miary, jak np. dochód gospodarstwa rolnego i wydatki konsumenta na żywność [Brown i in. 2007]. Wykorzystując modele DSGE, analizować można także ekonomiczne skutki pryszczycy w wybranych krajach [Hsu i in. 2005], skutki bioterroryzmu w sektorze rolno-żywnościowym wybranych krajów [Huff i in. 2003], czy wpływ kryzysu na rynku miedzi na rolnictwo wybranych krajów [Lofgren i in. 2002].

2.2.2. Model INRA i UMR SMART

Budując modele dynamiczne CGE z racjonalnymi i niedoskonałymi oczekiwaniami, naukowcy z francuskiego Narodowego Instytutu Badań Rolniczych INRA i UMR SMART ocenili rolę założeń w kontekście dynamicznego modelowania różnych kierunków polityki rolnej. Wyniki tych analiz zaprezentowano na XXVII Konferencji Międzynarodowego Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa w Pekinie w 2009 [Femenia i Gohin 2009].

Większość modeli CGE, wykorzystywanych obecnie do oceny skutków polityki wobec sektora rolno-żywnościowego, to modele statyczne lub mające pozorne znamiona modeli dynamicznych, albowiem nie uwzględnia się w nich ani międzyokresowych decyzji podmiotów gospodarczych odnośnie inwestycji i oszczędności, ani różnych schematów oczekiwań. Budowa schematów oczekiwań rolników i ogólnie wszystkich podmiotów gospodarczych jest szeroko

dyskutowana w literaturze. Założenie racjonalności oczekiwań jest często wykorzystywane ze względu na swoją zbieżność z innymi założeniami, lecz nie uwzględnia ono kosztów związanych ze zbieraniem i przetwarzaniem informacji rynkowej. Jeśli informacja ta jest zbyt droga, podmioty mogą mieć prostsze schematy oczekiwań, co prowadzi do rozbieżnego cyklu w modelu pajęczyny. Ta endogeniczność ryzyka rynkowego jest często wymienianym argumentem dla poparcia koncepcji liberalizacji handlu. Dlatego kwestią kluczową jest wiedza, czy wprowadzenie dynamiki i oczekiwań do modelu CGE, w celu oceny polityk wobec sektora rolno-żywnościowego, wiązać się będzie ze znaczącym endogenicznym ryzykiem rynkowym, a także, czy wyniki statyczne modelu będą spełniały założenia.

Prace rozpoczęto od statycznego modelu CGE budując dalej modele dynamiczne CGE z racjonalnymi i niedoskonałymi oczekiwaniami. Oceniono scenariusz całkowitej liberalizacji handlu produktami rolno-żywnościowymi przez kraje rozwinięte. Okazało się, że model dynamiczny z racjonalnymi oczekiwaniami prowadzi do podobnych rezultatów jak model statyczny: rynki zmieniają się liniowo w kierunku stanu stacjonarnego, co nawiązuje do sytuacji statycznej po szoku. Z drugiej strony, w sytuacji niedoskonałych założeń, rozważany scenariusz polityki handlowej prowadzi do endogenicznych rynkowych fluktuacji, które są ważniejsze od oczekiwań, biorących pod uwagę kilka przeszłych informacji, a z czasem mogą być coraz wyższe, co prowadzi do rozchodzenia się systemów dynamicznych, jeśli oczekiwania są nierealne. Podejście CGE ujawnia także wiele efektów zwrotnych odnośnie rywalizujących ze sobą sektorów, decyzji inwestycyjnych i zmienności rynków. Innymi słowy, jeśli nawet informacja jest droga i agenci formułują niedoskonałe oczekiwania, konsekwencje złych decyzji są absorbowane poprzez dostosowanie wielu powiązanych rynków. Autorzy byli jednak ostrożni w formułowaniu ogólnych rekomendacji politycznych, ponieważ rozwinięte modele opierały się raczej na uproszczonych założeniach. Przykładowo: założono doskonałe rynki kapitału finansowego, wyłącznie awersję do ryzyka podmiotów gospodarczych, skupiono się na analizie rynków zbóż uprawnych, pominięto rolę zapasów, istnienie egzogenicznego ryzyka oraz niektóre instrumenty polityki, np. zapasy publiczne.

Wyniki badania pozwoliły sformułować interesujące sugestie w kontekście obecnej debaty o polityce rolno-żywnościowej. Skutki na rynku statycznym, symulowane przez obecne modele, okazują się być zgodnymi z wynikami dynamicznego modelowania polityk rolnych i większością schematów oczekiwań. Endogeniczne fluktuacje rynkowe istnieją, lecz są ograniczone przez wiele efektów zwrotnych. Projekt polityki, zakładający bezpośrednią interwencję rynkową lub prościej, dostarczanie informacji, powinien uznawać istnienie tych efektów.

Podsumowując, model DSGE umożliwił rozważenie kompletnego scenariusza liberalizacji handlu na rynkach zbóż w krajach rozwiniętych. Wykazano, że wyniki statyczne są zgodne ze specyfikacjami dynamicznymi i większością sformułowanych planów. Liberalizacji handlu mogą towarzyszyć endogeniczne wahania rynkowe, spowodowane błędami w oczekiwaniach. Jak wskazują wyniki analizy, wahania te są jednak ograniczone przez wiele procesów zwrotnych.

2.2.3. Model Ministerstwa Rolnictwa USA

Wykorzystując międzyokresowy model równowagi ogólnej, pracownicy Ministerstwa Rolnictwa USA dokonali oceny wpływu wprowadzenia specjalnych gwarancji dla rolnictwa na wzrost gospodarczy i dobrobyt krajów słabo rozwiniętych. Wyniki tych prac opublikowano w 2005 roku [Somwaru i Skully 2005].

Model posłużył dynamicznym symulacjom skutków wprowadzenia instrumentu kontroli importu tzw. SSM (*Special Safeguard Mechanism*) dla 13 krajów i regionów, na 7 grup towarów. Pierwotnie, rozwinęto go w celu analizy dynamicznych skutków liberalizacji handlu produktami rolnymi w krajach rozwijających się, w szczególności w celu analizy, jak liberalizacja wpływa na produktywność i transfer technologii. Podczas gdy analiza statyczna ignorowała wpływ reformy na oszczędności, inwestycje i ścieżkę wzrostu krajowych zapasów kapitałowych, podejście dynamiczne wykorzystane w tej analizie umożliwiło uwzględnienie tych powiązań. Uwzględniono także międzynarodowe przepływy kapitałowe, umożliwiające oczyszczenie krajowego rynku kapitałowego.

Scenariusz bazowy obejmował pełną liberalizację handlu: cła na wszystkie produkty wynosiły zero, miał miejsce nieograniczony dostęp do rynku, wsparcie krajowe dla rolnictwa we wszystkich krajach wynosiło zero, nie było dopłat do eksportu towarów rolnych. Rozważono dwa scenariusze wprowadzenia SSM. W pierwszym uwzględniono we wszystkich krajach rozwijających się 10% cła na zboża i nasiona roślin oleistych. W drugim scenariuszu poziomy ceł zostały losowo ze zwracaniem zaczerpnięte z rozkładu ceł o wartości oczekiwanej 10%. W ten sposób dla wszystkich krajów rozwijających się otrzymano wartość cła na zboża i nasiona roślin oleistych. Dla sprawdzenia wrażliwości uwzględniono dwa scenariusze dodatkowe, a mianowicie jeden z ustaloną 30% wartością ceł, drugi utrzymujący cła na zboża i nasiona roślin oleistych, pochodzące z krajów rozwijających się, na poziomie sprzed liberalizacji.

Punktem wyjścia w badaniu były negocjacje w ramach Rundy Doha. Kilka krajów rozwijających się zaproponowało wprowadzenie mechanizmu specjalnych gwarancji na wrażliwe towary rolnicze. Przeprowadzone badanie posłużyło sprawdzeniu potencjalnego zakresu i rozkładu dobrobytu, otrzymanego

w wyniku zezwolenia krajom rozwijającym się na ustanowienie SSM na zboża i nasiona roślin oleistych. Symulacje wykazały, że zgoda na takie posunięcie oznacza zmniejszenie wzrostu dobrobytu osiągniętego dzięki pełnej liberalizacji rynku rolnego, przy czym redukcja ta jest nieznaczna. Względny ubytek dobrobytu jest większy w przypadku krajów rozwiniętych. Wśród krajów rozwijających się, kraje azjatyckie, włączając Chiny, tracą najwięcej względnych korzyści wskutek obniżenia dobrobytu.

Badanie miało także określony aspekt polityczny związany ze sposobem oceny wyników analizy poziomu dobrobytu w kontekście SSM. Zwolennicy pełnej liberalizacji traktują bowiem gwarancje, jako zaprzeczenie potencjalnych korzyści. Uważają, że powodują one stratę dobrobytu w porównaniu z pełną liberalizacją. Zwolennicy gwarancji traktują je zaś jako warunek konieczny liberalizacji, gdyż pozwalają one zabezpieczyć dany poziom dobrobytu i utrzymać *status quo*. W efekcie, w badaniu przyjęto postawę neutralną – potraktowano zmniejszenie dobrobytu jako składkę ubezpieczeniową. W takim podejściu wskutek liberalizacji kraje rozwijające się tracą nie więcej niż 1-2% potencjalnych korzyści, zyskując ograniczone zabezpieczenie przed szokami cenowymi i ilościowymi na rynkach wrażliwych towarów rolnych.

2.2.4. Model wolnego handlu

Konstrukcja oryginalnego modelu umożliwiła włoskim naukowcom zbadanie wpływu wolnego handlu na możliwości przetrwania firm w otoczeniu konkurencyjnym. Wstępna wersja wyników pojawiła się w maju 2009 roku [Impullitti i Licandro 2009].

W celu wyjaśnienia empirycznych wniosków z analiz procesu liberalizacji handlu w rozbudowanym modelu DSGE uwzględniono firmy heterogeniczne i innowacje redukujące koszty. Badano następujące obszary: prokonkurencyjny wpływ na marże, selekcja najbardziej produktywnych firm, pozytywny wpływ na innowacje inwestycyjne na poziomie firmy. W specyfikacji modelu uwzględniono m.in.: środowisko gospodarcze, gospodarstwa domowe, produkcję i innowacje, równowagę stacjonarną. Następnie modelowano gospodarkę otwartą, uwzględniając liberalizację handlu i określony sposób selekcji firm, a mianowicie poprzez tzw. kanał konkurencyjny – selekcja następuje wskutek oddziaływania handlu na konkurencję na rynku produktu (obniżenie marży powoduje zmniejszenie korzyści z handlu i wypycha mniej produktywne firmy z rynku).

Dostępność obszernej bazy danych na poziomie firmy doprowadziła bowiem do odkrycia interesujących prawidłowości odnośnie skutków liberalizacji handlu. Wolny handel zmusza najmniej produktywne firmy do opuszczenia ryn-

ku, a firmy, które przetrwały, do zwiększenia wysiłków innowacyjnych. Liberalizacja handlu wydaje się również pozytywnie oddziaływać na poziom konkurencji na rynku.

W ramach badania stworzono model, którego celem było dostarczenie spójnej interpretacji dla zaobserwowanych prawidłowości. Wprowadzono heterogeniczność firm do modelu wzrostu, wywoływanego głównie poprzez innowacje. Firmy działające w środowisku oligopolistycznym, aby zwiększyć swoją produktywność, wprowadzają innowacje redukujące koszty. W równowadze więcej firm produkcyjnych wykazuje wyższy poziom inwestycji w innowacje. Struktura oligopolistyczna powoduje, że marże są determinowane endogenicznie.

Podsumowując, sprzyjający wzrostowi konkurencji handel sprawia, że mniej efektywne firmy są zmuszone do opuszczenia rynku, przy czym ma miejsce realokacja czynników produkcji do firm bardziej efektywnych i bardziej innowacyjnych, co zwiększa zagregowaną innowacyjność i przekłada się na wzrost zagregowanej produktywności. Wykazano, że wywołany przez handel efekt dynamicznej selekcji słabnie wraz z poziomem konkurencji rynkowej. W rezultacie liberalizacja handlu ma nieistotny wpływ na innowacyjność w gospodarce wysoce konkurencyjnej.

2.3. Czynniki wytwórcze

2.3.1. Charakterystyka obszaru problemowego

Analiza głównych czynników wytwórczych nie należy do tradycyjnych obszarów zastosowania modeli równowagi ogólnej w analizach sektora rolno-żywnościowego. Modele DSGE można wykorzystać w analizie rynków rolnych i wybranych narzędzi polityki rolnej. Jednak z drugiej strony, reformy europejskiej polityki rolnej wywierają znaczący wpływ na rynki czynników wytwórczych, co w konsekwencji powinno implikować potrzebę analizy także i tych zagadnień. Dlatego też rozwój zastosowań modeli pozwalających na alokację ziemi zgodnie z działalnością produkcyjną i modeli prognostycznych powinien być postrzegany, jako dążenie do lepszego zrozumienia i przewidywania alokacji gruntów, zasobów pracy oraz kapitału w sektorze rolnym. W ramach badania tej problematyki wyodrębnione zostały następujące zagadnienia: czynnik pracy, ziemia, produkcja biopaliw oraz energetyka.

Jeśli chodzi o modelowanie czynnika pracy w rolnictwie, nie jest to główny problem analizowany przy pomocy modeli równowagi ogólnej, wykorzystywanych w sektorze rolno-żywnościowym, i prawdopodobnie stan ten nie zmieni się w przyszłości z kilku powodów. Po pierwsze, mimo iż dystrybucja przycho-

dów z alokacji podstawowych czynników wytwórczych jest interesującym wskaźnikiem oceny polityki, dostępność do niezbędnych danych dotyczących cen i ilości czynników jest bardzo ograniczona. Po drugie, łączne wykorzystanie podstawowych czynników w rolnictwie w dużym stopniu zależy od interakcji z innymi sektorami gospodarki, a te są bardzo zróżnicowane ze względu na politykę regionalną i warunki ekonomiczne.

W ramach analiz tego czynnika w odniesieniu do sektora rolnego można modelować: poziom dobrobytu, rozwój obszarów wiejskich oraz redukcję poziomu ubóstwa. W ramach pierwszego kierunku modele DSGE można by wykorzystywać w badaniach nad: wzrostem efektywności na poziomie narodowym i międzynarodowym [Pauw i in. 2004], subsydiami eksportowymi w sektorze rolnym [Abbott i in. 1986], polityką ochrony środowiska w gospodarce otwartej [Taheripour i in. 2005]. Z kolei w ramach drugiego kierunku możliwą aplikacją tych modeli jest ich wykorzystywanie w badaniach nad: unijnymi programami wsparcia terenów wiejskich [Zawalińska 2009], wymaganiami jakościowymi wobec produktów żywnościowych [Xiang i in. 2009] oraz efektywnością kreowania otoczenia kulturowego przez mieszkańców terenów wiejskich [Rodseth 2008]. W trzecim przypadku modele DSGE mogą znaleźć zastosowanie w analizie poziomu ubóstwa w kontekście gospodarki nastawionej na wydobywanie ropy naftowej [Chemingui 2007] lub na turystykę [Wattanakuljarus i Coxhead 2006]. Modele DSGE mogą umożliwić również badanie kwestii migracji, poziomu bezrobocia i korzyści z turystyki wewnętrznej w krajach rozwijających się [Sahli i Nowak 2005], jak i migracji w kontekście liberalizacji europejskich rynków rolnych [Brockmeier i Kurzweil 2003]. Możliwe są zastosowania modeli DSGE w analizie wpływu reformy WPR na zatrudnienie w sektorze rolniczym w Unii Europejskiej (reforma WPR poprzez zmiany w konkurencyjności regionów i sektorów oraz poprzez realokację środków trwałych wpłynęła na zatrudnienie w sektorze rolniczym, jak również w innych sektorach regionalnej gospodarki) [Helming i in. 2008], a także analizę nakładów kapitału ludzkiego w ramach konkretnych programów unijnych [Garvey 2006].

Kolejnym zagadnieniem w tym obszarze problemowym jest czynnik ziemi. Analiza rynku gruntów rolnych jest złożona ze względu na różnice jakościowe i przestrzenne. W związku z ciągłym wprowadzaniem nowych narzędzi w ramach WPR analiza ta staje się jeszcze bardziej skomplikowana. Na rynek ziemi oddziałują różne narzędzia polityki rolnej. Jednym z nich są płatności oddzielone od produkcji wywierające bezpośredni wpływ na wysokość dopłat do hektara.

Możliwości badań w zakresie rynku ziemi cechują się dużą różnorodnością. Po pierwsze, ziemia może być czynnikiem ograniczającym w analizie rozwoju zrównoważonego i handlu [Irz i Roe 2000]. Po drugie, badania mogą doty-

czyć samej reformy rolnej i wiążącego się z nią problemu wyłączenia [Coakley i Gow 2001]. W tym kontekście modele DSGE mogą być wykorzystywane w ocenie wpływu polityki rolnej Unii Europejskiej [Jansson i in. 2003] lub w węższym ujęciu w ocenie wpływu oddzielenia płatności od produkcji [Balkhausen i Banse 2004]. Po trzecie, modele DSGE mogą znaleźć zastosowanie w ocenie skutków degradacji ziemi rolniczej w wyniku zmian gospodarczych [Coxhead i Shively 1995]. Po czwarte, za pomocą modeli DSGE można badać wpływ zmian klimatycznych na globalną alokację ziemi (np. przeznaczenie pod uprawę zbóż) [Ronneberger i in. 2006]. Po piąte, modele DSGE umożliwiają zestawienie rynku ziemi z rynkiem biopaliw, umożliwiając badanie wpływu wprowadzenia minimalnego poziomu zużycia biopaliw na rynek ziemi w USA [Fabiosa i in. 2009] czy też w Unii Europejskiej [Banse i Grethe 2008].

Ważnym zagadnieniem w ramach obszaru problemowego **czynniki wytwórcze** jest produkcja biopaliw, która wpływa w coraz większym stopniu na popyt na towary rolne. Etanol i biodiesel, które stały się substytutami ropy naftowej, są produkowane obecnie ze skrobi, buraków cukrowych, jak również z roślin oleistych, co tworzy coraz większy rynek zbytu dla tych ziemiołódów. Zgodnie z dyrektywą UE państwa członkowskie powinny zapewnić, aby biopaliwa i inne paliwa odnawialne osiągnęły wyznaczony poziom udziału w całkowitym zużyciu paliw w transporcie (5,75% do końca 2010 roku). Jednakże w komunikacie Komisji Europejskiej, dotyczącym prognozy rozwoju energetyki odnawialnej i ram planowanych działań na rzecz rozwoju tego działu energetyki pt. „*Renewable energy road map*” ze stycznia 2007 [European Commission 2007] wskazano, że cele wyznaczone na lata pośrednie nie zostały osiągnięte, przewidując jednocześnie, że cele wyznaczone na rok 2010 prawdopodobnie nie zostaną zrealizowane. W związku z tym proponuje się pakiet środków promujących wykorzystanie biopaliw. Rosną jednak obawy, iż produkcja biopaliw będzie miała negatywny wpływ, zarówno z punktu widzenia ochrony środowiska, jak i ze względu na aspekty społeczne.

Włączenie zapotrzebowania na biopaliwa do modeli równowagi jest jednym z większych wyzwań modelowania dla wielu zespołów badawczych. Po pierwsze istotne jest uwzględnienie w modelu przemysłu przetwórczego. W tym celu popyt na rynkach surowców do produkcji biopaliw opisuje się jako funkcję cen energii, cen produktów rolnych oraz różnych instrumentów polityki, jak ulgi podatkowych oraz dotacji na rynkach biopaliw. Drugą kwestią jest subsydiowanie importu, które może mieć bezpośredni wpływ na rynek biopaliw oraz na zużycie zapasów pasz do produkcji. Pośredni wpływ subsydiowania importu przejawia się w zastępowaniu oleju rzepakowego w przemyśle żywnościowym przez olej palmowy i wykorzystywanie tego pierwszego do produkcji biopaliw. Po trzecie, pod

uwagę powinny być brane również produkty uboczne, jak na przykład otręby lub gluten. Czwarte wyzwanie dotyczy ewentualnych różnic w praktykach rolniczych między produkcją surowców na biopaliwa i na cele żywnościowe.

Rynek biopaliw cieszy się coraz większym zainteresowaniem badaczy. W tym kontekście modele DSGE można stosować w ocenie różnych scenariuszy rozwoju tego rynku [Hayes i in. 2009] oraz opłacalności produkcji [von Lampe 2006], przy uwzględnieniu oczekiwanego wzrostu zapotrzebowania na paliwa odnawialne [von Ledebur i in. 2008 oraz Binfield i in. 2008]. Idąc dalej, modele DSGE mogą zostać wykorzystane w analizach wpływu wzrostu produkcji bioetanolu na gospodarkę i środowisko [Lee i in. 2007]. Można badać zakres wykorzystania zbóż w produkcji bioenergii [Ignaciuk i Dellink 2005] oraz wpływ konkretnych decyzji politycznych dotyczących biopaliw na sektor rolno-żywnościowy [Thaeripour i in. 2008; Banse i in. 2008]. Ocenie poddawane są decyzje polityczne zmierzające w kierunku narzucenia minimalnego poziomu zużycia biopaliw [European Commission 2007; Westhoff 2007]. Elementem zainteresowań badaczy jest również odpowiedź na pytanie, na ile polityka państwa w odniesieniu do popytu i podaży etanolu wpłynie na rynek biopaliw oraz na rynki rolne [Thompson 2008 oraz FAPRI 2007].

W ramach obszaru problemowego **czynniki wytwórcze** można wyodrębnić także zagadnienie szerszej pojętej energetyki. Ze względu na ogromne znaczenie energii w gospodarce każdego kraju sektor energetyczny wzbudzał zawsze duże zainteresowanie, ale również wiele kontrowersji. Podkreślić należy, że w ostatnich latach, ze względu na obawy dotyczące bezpieczeństwa dostaw energii, jak również środowiska naturalnego, wzrosło zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii. Modele DSGE mogą być wykorzystywane w badaniach nad wpływem deregulacji przemysłu elektrycznego na gospodarkę, w tym na sektor rolno-żywnościowy [Coupal i Holland 2002], a także w badaniach długookresowego wpływu samych cen energii na światowe rynki rolne [Chantret i Gohin 2009].

2.3.2. Model CIRAD-ES-UMR

Analizując wykorzystanie czynników wytwórczych, naukowcy z ośrodka CIRAD-ES-UMR dokonali oceny wpływu liberalizacji handlu artykułami rolno-żywnościowymi na poziom ubóstwa [Gerard i Piketty 2007]. Wyniki tych prac opublikowano w roku 2007. Równolegle badano dwa zagadnienia, a mianowicie zmiany dobrobytu i jego redystrybucji na skutek liberalizacji handlu przy uwzględnieniu niedoskonałych rynków pracy, a także wpływ reform europejskiej polityki rolnej na światowy dobrobyt. Do analiz wykorzystano dwie wersje dynamicznego światowego modelu CGE i bazy danych GTAP. W pierwszej

wersji wykorzystano standardowe podejście CGE przy uwzględnieniu doskonałej mobilności czynnika pracy we wszystkich sektorach. W drugiej natomiast założono, że czynnik pracy zmienia się wolno, ale tylko w obrębie zagregowanych sektorów – rolnictwa, przemysłu i usług – ale nie pomiędzy nimi. W modelu uwzględniono 7 regionów (Brazylia, Chiny, Indie, kraje najslabiej rozwinięte, UE, USA, reszta świata), 5 czynników produkcji i 11 sektorów, łącznie z 8 sektorami produkcji rolnej. Produkcja opisana została za pomocą funkcji CES (z ang. *constant elasticity of substitution*). Założono, iż popyt jest liniową funkcją wydatków, szacowaną przy uwzględnieniu elastyczności dochodowych wyznaczonych w modelu GTAP, jak również poziomu konsumpcji i cen. Obydwa modele są dynamiczne i obejmują tymczasowe stany równowagi. Autorzy uwzględnili w analizach założenie Armingtona odnośnie niedoskonałej substytucji produktów z różnych krajów. Wartości parametrów i koszty transportu zapożyczono z bazy danych GTAP. Oryginalną cechą modelu jest uwzględnienie polityk rolnych UE i USA z ukierunkowaniem na politykę wsparcia cen rynkowych. Większość światowych modeli CGE zastępuje rzeczywistą politykę rolną ekwiwalentem wsparcia cenowego (*PSE – Price Support Equivalent*) zaproponowanym przez OECD. Ponieważ w Europie w ciągu ostatniej dekady wysiłki kładzione były na przeformułowanie polityki wysokich cen do bardziej przyjaznego dla rynku wsparcia krajowego, interesujące jest przedstawienie rzeczywistych skutków decyzji politycznych, jak również ocena ich wpływu na kraje rozwijające się.

Rozważono cztery scenariusze. Scenariusz bazowy zakładał brak zmian w latach 2001-2012; wyjątkiem były inwestycje pomiędzy różnymi sektorami (*capital sub-model*). W drugim scenariuszu wprowadzono reformę WPR 2000-2003. Uwzględniono spadek cen interwencyjnych oraz wzrost dopłat do produkcji zbóż i hodowli bydła, kompensujący spadek tych pierwszych. Trzeci scenariusz uwzględniał reformy WPR 2000-2003 i liberalizację handlu produktami rolnymi. Subsidia eksportowe od roku 2005 stopniowo spadały, zanikając całkowicie w roku 2010. Cła importowe były redukowane począwszy od roku 2005, aby na koniec 2008 roku stanowić 64% początkowej wartości ceł dla wszystkich krajów rozwiniętych i 76% dla wszystkich krajów rozwijających się. Ostatni scenariusz uwzględniał podobne założenia dla reform WPR i liberalizacji handlu, ale zakładał również mobilność zasobów pracy wykwalifikowanej i niewykwalifikowanej między sektorami (brak segmentacji rynków pracy).

W analizie skupiono się na dwóch głównych kwestiach. Pierwsza wiązała się z kosztami dostosowania rynku pracy. Starano się odpowiedzieć na pytanie, czy to, że czynnik pracy będzie mógł się dowolnie przemieszczać między sektorami, zmieni znacząco wpływ liberalizacji handlu produktami rolnymi. Druga

kwestia wiązała się z głównymi reformami Wspólnej Polityki Rolnej. W Europie zaczęto wdrażać podstawowe reformy, uwzględniające oddzielenie dopłat dla rolnictwa i obniżenie cen interwencyjnych. Badano, czy i jak reformy te wpłyną na liberalizację handlu rolnego. Ukazano zmiany w poziomie dobrobytu, odzwierciedlone nie tylko w światowym poziomie GDP, ale także w poziomie konsumpcji dwóch typów gospodarstw domowych (średnio biedne i średnio bogate).

Naświetlono teoretyczne i polityczne implikacje otrzymanych wyników. Wpływ WPR na dobrobyt światowy okazał się bardzo ograniczony, lecz większy niż ten, który wywarła częściowa liberalizacja handlu. Należy podkreślić, że grupa krajów najmniej rozwiniętych nie skorzysta ani z reformy WPR, ani z częściowej liberalizacji handlu. Wprawdzie w badaniach uzyskano potwierdzenie, iż korzyści z reform WPR są dzielone równo między kraje rozwinięte i rozwijające się, jednak wśród tych drugich wpływ reformy jest bardzo niski. W każdym razie nie odnotowano żadnego postępu w zakresie zmniejszenia ubóstwa w krajach mniej rozwiniętych, co wskazuje na potrzebę wprowadzania innych, niż liberalizacja handlu międzynarodowego, kanałów dystrybucji korzyści.

2.3.3. Model GTAP i Uniwersytetu Stanowego w Ohio

Przykładem zastosowania dynamicznego modelu handlu światowego do analizy zmian wykorzystania ziemi w skali globalnej w długim okresie, przy uwzględnieniu podstawowych sił napędowych podaży i popytu na ten czynnik wytwórczy, są prace naukowców z Uniwersytetu Purdue i Uniwersytetu Ohio w USA, których wyniki opublikowano w roku 2007 [Golub i in. 2007].

W badaniu skupiono się głównie na modelowaniu podaży ziemi w odniesieniu do różnych sposobów jej alokacji w gospodarce. W celu zaprezentowania konkurencji na rynku ziemi oraz jej heterogeniczności dokonano podziału ziemi w każdym z regionów lub krajów na Strefy Agro-Ekologiczne (AEZ z ang. *Agro-Economical Zones*)⁵. W celu zmniejszenia przyszłej mobilności ziemi, podaż na nią w ramach AEZ jest ograniczona przez funkcję o stałej elastyczności transformacji (CET z ang. *constant elasticity of transformation*). W takiej strukturze właściciel danego rodzaju ziemi (AEZ) na początku decyduje o alokacji między rolnictwo, a leśnictwo w celu zmaksymalizowania całkowitego zwrotu z tego czynnika. Następnie, bazując na względnych zwrotach z ziemi przy produkcji roślin i żywca, właściciel decyduje o alokacji ziemi między te dwa typy aktywności rolnej.

⁵ Oparto się na podziale, przedstawionym w [Lee 2005].

Zidentyfikowano najważniejsze siły napędowe podaży i popytu na ziemię. Do analizy strony popytowej wykorzystano dynamiczny model równowagi ogólnej, który umożliwia przewidywanie wzrostu gospodarczego w każdym z regionów świata, na podstawie egzogenicznych projekcji odnośnie populacji, wykwalifikowanej i niewykwalifikowanej siły roboczej oraz zmiany technicznej. Określono międzynarodowy system popytu umożliwiający przewidywanie ścieżek przyszłego popytu konsumenckiego, które zwłaszcza w krajach szybko rozwijających się charakteryzują się gwałtownymi zmianami. Kraje te w coraz większym stopniu przyczyniają się do światowego wzrostu gospodarczego, jak również do zwiększenia emisji gazów cieplarnianych.

Zastosowany w badaniu model GTAP-Dyn, który umożliwia projekcję przyszłej globalnej aktywności gospodarczej, jest wielosektorowym, rekursywnie dynamicznym modelem równowagi ogólnej, będącym rozszerzeniem standardowego modelu GTAP o międzynarodową mobilność kapitału, akumulację kapitału endogenicznego i oczekiwania inwestycyjne. Wyróżniającą cechą modelu jest jego mechanizm nierównowagi, determinujący regionalną podaż inwestycji. Z powodu nadmiernej ilości kapitału stopy zwrotu z tego czynnika nie są stałe w długim okresie. Dlatego też do ewaluacji oszczędności w czasie zaadoptowano nowe podejście. Zmodyfikowana struktura GTAP-Dyn zakłada ustabilizowanie wartości relacji dobrobytu do przychodów na danym, specyficznym dla każdego z badanych regionów poziomie.

Do modelu wprowadzono szereg modyfikacji. Po pierwsze, do rekursywnego dynamicznego modelu równowagi ogólnej włączono bardzo elastyczny system popytu, który dopuszcza zmiany w popycie konsumenckim, determinując długookresowy pochodny popyt na ziemię. Po drugie, połączono model równowagi ogólnej z modelem leśnictwa w celu lepszej reprezentacji sektora leśnego w modelu równowagi ogólnej. Po trzecie, wprowadzono informacje o podjęciu decyzji inwestycyjnej dotyczącej zamiany niezarządzanych lasów na komercyjne leśnictwo lub ziemię rolniczą. Pod kątem celów analizy w modelu GTAP-Dyn zmodyfikowana została standardowa struktura popytu, struktura produkcji sektorów, wykorzystujących ziemię, jako czynnik produkcji, jak również struktura podaży ziemi.

W modelu uwzględniona została również kwestia mobilności podaży ziemi. Podejście to zostało jednak zmodyfikowane, ponieważ jakość ziemi i opłaty za dzierżawę odgrywają ważną rolę w kształtowaniu struktury alokacji tego czynnika wytwórczego. Inną kwestią było to, iż każda decyzja odnośnie produkcji leśnej powinna być planowana w perspektywie długookresowej ze względu na czas wzrostu drzew, dlatego też przy analizie tego problemu zastosowanie powinien znaleźć model długookresowy. W celu poprawy odzwiercie-

dlenia zależności występujących w sektorze leśnym niezbędne było połączenie rekursywnego modelu dynamicznego, jakim jest GTAP-Dyn, z długookresowym dynamicznym modelem leśnictwa. Połączenie GTAP-Dyn z Global Timber Model służyło określeniu wkładu leśnictwa w zwiększenie produktywności w sektorach przetwórczych.

Ze względu na fakt, iż deforestacja jest ważnym źródłem podaży ziemi oraz mając na uwadze wysoki popyt na ten czynnik wytwórczy, wprowadzono możliwość zamiany niezarządzanej ziemi leśnej na ziemię wykorzystywaną w produkcji. Traktowane jest to jako decyzja inwestycyjna, podczas gdy dostęp do nowej ziemi jest możliwy tylko wówczas, gdy obecna wartość zwrotów z ziemi w danym regionie jest na tyle wysoka, aby pokryć koszty uzyskania dostępu do nowych zasobów. Projekcje długookresowej podaży i popytu na ziemię, otrzymane z wykorzystaniem modelu, są ważnym wkładem w wyjaśnienie i lepsze zrozumienie związków między użytkowaniem ziemi i emisją gazów cieplarnianych w przyszłości.

2.3.4. Model Centrum na Rzecz Rolnictwa i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Stanowego w Ohio

Kolejnym przykładem badań opartych na dynamicznym modelowaniu wykorzystania czynników wytwórczych, przeprowadzonych przez naukowców z Centrum na Rzecz Rolnictwa i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Ohio w USA, jest analiza rynków zbóż przeznaczonych na biopaliwa z uwzględnieniem ograniczeń w dostępności ziemi. Wyniki tych prac opublikowano w roku 2008 [Baker i in. 2008]. W analizie wykorzystano specjalnie stworzony model, oparty na założeniu, że decyzje odnośnie produkcji biopaliw będą optymalne i podejmowane przez racjonalne podmioty. Rolnicy podejmują racjonalne decyzje bazując na oczekiwanych cenach rynkowych. Według nich wykorzystywanie ziemi do produkcji surowców biopaliw generuje koszty alternatywne. Inwestorzy będą tworzyć fabryki biodiesla tylko wówczas, gdy oczekiwany zwrot będzie porównywalny lub wyższy niż w przypadku innej inwestycji w gospodarce. Wykorzystując powyższe kluczowe decyzje oraz dane i parametry z literatury, stworzono podmodele, które połączono w ramach dynamicznego, stochastycznego modelu równowagi ogólnej amerykańskiego rynku roślin i biopaliw, kalibrowanego w celu pokazania obecnych warunków rynkowych (grudzień 2007). Ewaluowano możliwą reakcję uczestników rynku na wydarzenia takie jak: szkoki powstałe wskutek wysokich cen ropy, kredyty na biopaliwa lub subsydia.

W 2007 roku podpisano w USA Energy Independence and Security Act (EISA), w którym zakładano wykorzystanie 36 miliardów galonów biopaliwa do

roku 2022, z czego 15 miliardów pochodzić miało z etanolu produkowanego na bazie kukurydzy, natomiast 16 miliardów galonów z biopaliw produkowanych z celulozy. Oznacza to znaczący wzrost obecnego poziomu produkcji biopaliw. Produkcja etanolu z kukurydzy w 2000 roku wynosiła 1,63 miliarda galonów, a w 2007 przekroczyła 7,23 miliardy. Wzrost ten doprowadził do rekordowej ceny nominalnej za kukurydżę w roku 2008. Konkurencja o areał przeniosła presję popytową z rynku kukurydzy na rynki soi i siana, których ceny również znacząco wzrosły.

Celem analizy było sprawdzenie realności przyjętych założeń oraz ustalenie warunków niezbędnych do ich spełnienia, a także określenie wpływu tej polityki na sektor rolno-żywnościowy. Uzyskane wyniki pozwoliły sformułować szereg stwierdzeń odnośnie przyszłości biopaliw w USA. Ponieważ proso różgowe konkuruje z kukurydzą o areał upraw, a produkcja etanolu z kukurydzy generuje niższe koszty, kukurydza zawsze będzie miała, w przypadku homogenicznego subsydium, przewagę komparatywną nad tą pierwszą uprawą. Także kukurydza i soja konkurują o tą samą powierzchnię tak, że gdy ceny energii stymulują produkcję etanolu z kukurydzy, cena soi musi rosnąć, jeśli rolnik kontynuuje jej uprawę. Wzrost cen soi zmniejsza zyski z biodiesła, nawet w scenariuszu, w którym ceny energii są wysokie. Oznacza to, że przy poziomach subsydiów sprzed EISA, sektor produkcji biodiesła z soi nie osiągał rentowności przy żadnej z rozważanych cen energii. W przypadku dobrowolnego spełnienia założeń EISA, sektor produkcji biodiesła wymaga subsydiów relatywnie wyższych niż obecnie. Wyliczono zatem wielkości subsydiów, wymagane w celu symulacji produkcji biopaliw na poziomach określonych w EISA. Okazało się, że wielkości subsydiów na utrzymanie danego poziomu przemysłu uzależnione będą od ceny ropy, a ceny towarów będą znacznie wyższe. Etanol z celulozy jest droższy w produkcji, a etanol z prosa różgowego wymaga większego areału, w porównaniu z etanolem z kukurydzy. Wskutek tego presja na ceny tych towarów zależeć będzie od możliwości produkcji etanolu z celulozy. Decyzje polityczne w kwestii subsydiów rozszerzające produkcję etanolu z celulozy ponad poziom, który może być pokryty przez biomasę drewnianą i kukurydżę, będą skutkować wzrostem cen żywności i pasz.

2.3.5. Model CGE TAIGEM-E

Model CGE TAIGEM-E został wykorzystany w ogólnoeconomicznej analizie skutków rosnącej produkcji bioetanolu na Tajwanie [Lee i in. 2007]. Celem tej analizy było określenie ekonomicznego wpływu na parametry makroekonomiczne, produkcję przemysłową i środowisko wprowadzania na rynek

bioetanolu i wypierania przez niego tradycyjnych źródeł energii. Modelowano okres 2009-2012. W celu zbadania wpływu produkcji biopaliw na gospodarkę całego kraju wykorzystano model CGE TAIGEM-E (Taiwan General Equilibrium Model-Energy), otrzymany z ORANI i MONASH, będących modelami australijskiego uniwersytetu Monash. CGE TAIGEM-E to liniowe, dynamiczne narzędzie przewidywania zmiany procentowej, wykorzystywane zwłaszcza w gospodarczej ewaluacji polityk środowiskowych. Uwzględnia się w nim 170 sektorów, 6 rodzajów pracy, 8 rodzajów marż i 182 towary.

Uogólniona funkcja produkcji dla poszczególnych gałęzi przemysłu zakłada równość nakładów, aktywności i efektów. Funkcję wyników otrzymuje się z dwóch stałych zagregowanych funkcji elastyczności transformacji, a funkcja nakładów ujmuje pięć stałych elastyczności substytucji (CES), z których każda przedstawia problem optymalizacyjny – firma wybiera najtańszą kombinację nakładów w celu minimalizacji kosztów całkowitych. Natomiast każda z funkcji CET reprezentuje problem optymalizacyjny maksymalizacji zysku, odpowiadający stopie produkcji CET, przy czym CET i CES różnią się znakiem parametru substytucji. Popyt na nakłady do produkcji przemysłowej obejmuje pięć poziomów. Pierwszy poziom łączy towary i czynniki produkcji za pomocą funkcji Leontiefa. Na drugim każdy towar jest reprezentowany za pomocą funkcji CES. Trzeci poziom wyraża czynniki produkcji (pracę, kapitał, ziemię i energię) w funkcji CES.

Czynnik energii modelowany jest poprzez agregację z wykorzystaniem funkcji CES bioetanolu, biodiesla i produktów ropopochodnych, produktów na bazie węgla, produktów gazu naturalnego, elektryczności i nowych źródeł energii. Oznacza to, że jeśli paliwa pochodzenia kopalnego będą bardziej popularne, biopaliwa i nowe energie staną się tańsze lub firmy wybiorą je zamiast paliw kopalnych ze względu na niższe koszty środowiskowe. Na czwartym poziomie znaleźć można rozłożone na czynniki i przedstawione za pomocą funkcji CES: węgiel, ropę, gaz naturalny. Na piątym poziomie energia jest zagregowaną za pomocą funkcji CES wartością dostaw krajowych i zagranicznych. Sektor energetyczny może zmieniać technologie w odpowiedzi na zmiany kosztów względnych w funkcji produkcji CES. Cała generowana elektryczność przesyłana jest do użytkowników końcowych.

Wysokie ceny ropy i protokół z Kyoto przyczyniły się do wzrostu zainteresowania wykorzystaniem nowych źródeł energii. Z tego powodu nastąpił rozwój technologii pozyskiwania energii z biomasy, co umożliwiło redukcję popytu na ropę i zwiększenie zakresu ochrony środowiska w obliczu globalnego ocieplenia. Energia z biomasy jest czystym źródłem energii o mniejszej emisji gazów cieplarnianych. Także na Tajwanie benzyna jest głównym produktem rafii-

nerii i bioetanol stanowi szansę na jej zastąpienie, prowadzące w rezultacie do redukcji emisję CO₂ oraz sprzyjające ochronie środowiska i aktywizacji rolniczego wykorzystania ugorów. Bioetanol może być produkowany z kukurydzy (w USA – 90% całkowitej produkcji bioetanolu), z trzciny cukrowej (Brazylia), buraków cukrowych (Niemcy), słodkich ziemniaków, itp. Ze względu na takie zalety uprawy słodkich ziemniaków, jak: łatwe sadzenie, niskie koszty produkcji i krótszy okres wzrostu, możliwość mechanicznych zbiorów i wyższe stopy transformacji etanolu, rząd na Tajwanie zachęca farmerów do przejęcia roli głównych dostawców surowca do produkcji etanolu.

Wyniki analizy przeprowadzonej z wykorzystaniem modelu CGE TAIGEM-E można syntetycznie podsumować w postaci kilku konkluzji. Po pierwsze, rząd tajwański stymuluje wzrost produkcji słodkich ziemniaków przeznaczonych do wytwarzania bioetanolu. Substytucja wykorzystania benzyny odbywa się wskutek wprowadzenia nowych rodzajów paliw (E10, E85, E100) dla konsumentów i wymuszenie na zarządzających stacjami paliw dodawania nowych produktów. Po drugie, chociaż koszty bioetanolu mogą przewyższać koszty benzyny, decyzje polityczne wymuszą na konsumentach wykorzystywanie tego pierwszego. Na podstawie analizy wykazano, iż wpływ produkcji bioetanolu na realny PKB, konsumpcję, zatrudnienie, eksport, import oraz inwestycje będzie rósł z czasem. Im większe będą rządowe inwestycje lub subsydia do produkcji bioetanolu i powiązanych gałęzi przemysłu, tym więcej z takiej polityki skorzystają zarówno gospodarka, jak i środowisko. Także sektor rolny i przetwórstwa żywności skorzystają z tych decyzji politycznych. Wzrośnie również produkcja z nowych, innych źródeł energii. Potwierdzono, iż rząd powinien ciągle zachęcać do produkcji bioetanolu i surowców służących jego wytwarzaniu, zwłaszcza słodkich ziemniaków i trzciny cukrowej, ponieważ takie działanie może zredukować presję na złagodzenie emisji CO₂ i przyczynić się do wykorzystania ugorów rolniczych.

2.4. Postęp w rolnictwie i rozwój gospodarczy

2.4.1. Charakterystyka obszaru problemowego

Postęp technologiczny i organizacyjny w rolnictwie wywołuje liczne implikacje, których kompleksowa analiza w ujęciu modelowym jest stosunkowo trudna. Dążąc do wzrostu konkurencyjności rolnictwa, coraz częściej zmienia się metody produkcji, metody zarządzania oraz sposób funkcjonowania gospodarstw. Badania w tym zakresie koncentrują się głównie na takich zagadnie-

niach, jak: zmiany technologiczno-organizacyjne, żywność modyfikowana oraz zarządzanie ryzykiem.

W ramach pierwszego zagadnienia modele DSGE mogą znajdować zastosowanie przy ocenie wpływu zmian sposobów funkcjonowania sektora na jego produktywność i efektywność oraz na rozwój obszarów wiejskich. Pomimo iż zmiany te mogą dotyczyć jedynie skali mikro, czyli poszczególnych gospodarstw (m.in. przeniesienie działalności do innego kraju [Duncan i in. 2004] czy też prowadzenie gospodarstw wielofunkcyjnych [Lehtonen i in. 2005]), ich skutki mają ogólnogospodarczy charakter. Ponieważ nie wykształciły się jeszcze powszechnie akceptowane sposoby pomiaru wpływu takich zmian, potrzebne są nowe narzędzia, np. wskaźniki do oceny poziomu wielofunkcyjności, które mogą zostać włączone do modeli DSGE [Mittenzwei i in. 2007], narzędzia badawcze, służące do zintegrowanej analizy stanu i perspektyw systemów rolnych [van Ittersum i in. 2008], a także właściwe metody estymacji zmiany strukturalnej [Zimmermann i in. 2007].

Modele DSGE można ponadto wykorzystać podczas badania wpływu zmian technologicznych na rozwój kraju w podziale na sektor rolny i pozarolniczy [Yamaguchi i Binswanger 1974], a także na kwestie bardziej szczegółowe, jak na przykład zmniejszenie skali ubóstwa [Coxhead i Warr 1995] czy też różnic regionalnych [Liu i in. 2009]. Można badać wpływ odwrotny, a mianowicie wpływ danych interakcji na sektorową zmianę technologiczną [Binswanger i Yamaguchi 1974]. Warto podkreślić, że zmiany funkcjonalne prowadzą do postępu technologicznego, który jest uważany za jeden z ważniejszych czynników, prowadzących do szybkiego wzrostu produkcji rolniczej, a w konsekwencji do szybszego wzrostu gospodarczego kraju.

Bardzo istotnym zagadnieniem związanym z postępowaniem w rolnictwie jest żywność modyfikowana. Jednym z problemów przyciągających uwagę badaczy jest ocena wpływu wykorzystania biotechnologii na produktywność sektorów rolnych, w których nowe technologie znalazły zastosowanie [Kaye-Blake i Saunders 2006; Lawrence i Ibarburu 2007]. Wykorzystanie osiągnięć biotechnologii redukuje koszty produkcji, zwiększa wzrost i wydajność danych gałęzi produkcji. Badania z wykorzystaniem modeli DSGE dają potencjalnie szansę na lepsze zrozumienie i ocenę charakteru oraz stopnia oddziaływania nowych technologii na gospodarkę. Przykładowo, mogą być one wykorzystywane w badaniach międzynarodowej dyfuzji korzyści z biotechnologii [van Tongeren i van Meijl 2003], badaniach wpływu wprowadzenia upraw roślin genetycznie modyfikowanych na wyniki handlu międzynarodowego [Gruere i in. 2007], jak również w analizach polityki identyfikacji produktów genetycznie modyfikowanych [Chang i in. 2004].

Kolejnym zagadnieniem, będącym potencjalnie przedmiotem modelowania z wykorzystaniem modeli DSGE, jest ryzyko w rolnictwie i efektywność różnych sposobów jego ograniczania. Zainteresowanie nim wykazują przede wszystkim amerykańskie ośrodki badawcze. Warto podkreślić, że kwestia ubezpieczenia upraw będzie zyskiwała na znaczeniu ze względu na zmiany klimatyczne, a w szczególności gwałtowne zmiany warunków pogodowych. Modele DSGE mogą być wykorzystywane w analizach wpływu różnych form ubezpieczenia upraw na produkcję i wyniki ekonomiczne [Hart i Smith 1998], ale także w badaniach ewaluacyjnych oddziaływania różnego rodzaju środków, pozwalających zarządzać ryzykiem w sektorze rolno-żywnościowym [Westhoff i Brown 2007].

Ponieważ w modelach DSGE, jako modelach równowagi ogólnej, muszą być uwzględniane różne sektory gospodarki, a także wskaźniki rozwoju gospodarczego, możliwe jest badanie różnych aspektów zależności między sektorem rolno-żywnościowym, a rozwojem ogólnoeconomicznym krajów. Potencjał analityczny modeli DSGE w tym zakresie jest znaczący i dostrzegany zarówno przez badaczy jak i zleceniodawców badań. Stanowi on o pewnej przewadze modeli równowagi ogólnej nad modelami równowagi cząstkowej. Z jednej strony bowiem na sektor rolno-żywnościowy można spojrzeć z szerszej perspektywy, a z drugiej można badać wpływ zmian zachodzących w jego obrębie na gospodarkę konkretnego kraju.

Badania wpływu różnych polityk i rozwiązań w sektorze rolno-żywnościowym na rozwój gospodarczy okazują się szczególnie istotne dla krajów słabiej rozwiniętych, w których sektor rolno-żywnościowy wytwarza znaczący odsetek dochodu narodowego. Wszelkie zmiany w ramach tego sektora wpływają na ogólny stan gospodarki i poziom życia jego mieszkańców. Modele DSGE mogą być wykorzystywane w badaniach nad powstawaniem i wpływem nadwyżki produkcji rolnej w krajach afrykańskich o niskim poziomie rozwoju gospodarczego [Winters i in. 1997], a także w badaniach, których celem jest określenie roli rolnictwa wybranych krajów w kontekście różnych ścieżek rozwojowych [Breisinger i in. 2008]. W poszukiwaniu odpowiedniej strategii rozwojowej dla wybranych krajów modele DSGE mogą być pomocne przy identyfikacji prawdopodobnych skutków reform polityki ochrony przemysłu i rolnictwa [Coxhead i Jayasuriya 2002]. Możliwe jest, dla przykładu, badanie wpływu obecnych możliwości i wyzwań dla sektora rolnego w wybranych krajach na ich rozwój gospodarczy [Arndt i in. 2002] czy też skutków decyzji o wyborze kierunku produkcji rolnej w wybranych krajach [Pratt i Diao 2006].

Można też szacować wpływ wzrostu nakładów badawczo-rozwojowych na dane kierunki produkcji rolnej [Ehui i Tsigas 2006] lub wpływ rozwoju sektora badawczo-rozwojowego rolnictwa i przemysłu na wzrost gospodarczy wy-

branego kraju [Dinopoulos 1996]. Innym przykładem badań dotyczących przesłanek rozwoju gospodarczego może być ocena związku między poziomem rozwoju jednego kraju i poziomem życia w kraju od niego ekonomicznie uzależnionym, polegająca na oszacowaniu wpływu wzrostu gospodarczego w krajach bogatych na wyniki żywieniowe grupy ludzi o najniższych dochodach w krajach biedniejszych [Hertel i in. 2007].

W aspekcie rozwoju gospodarczego badania z wykorzystaniem modeli DSGE mogą także dotyczyć oceny efektywności różnych polityk dla sektora rolno-żywnościowego [Parry 1997], czy też oceny wpływu programów wsparcia na aktywność ekonomiczną i dochód gospodarstw domowych w wybranym kraju [Golan i in. 2002]. Ponadto, modele DSGE umożliwiają badanie wpływu różnych opcji regionalizmu, federalizmu i opodatkowania na funkcjonowanie sektora żywnościowego [Canning i Tsigas 2000], a także analizy skutków transformacji systemowych z gospodarki centralnie planowanej na rynkową [Bjornlund i in. 2002].

2.4.2. Model Uniwersytetu Michigan

Analizę wpływu prowadzenia badań i rozwoju w rolnictwie na wzrost gospodarczy przeprowadzono na Uniwersytecie w Michigan, wykorzystując w tym celu dynamiczny model równowagi ogólnej wzrostu gospodarczego [Dinopoulos 1996]. W modelu tym całkowita produktywność czynników wzrostu gospodarczego składała się z dwóch, typowych dla danego sektora, rodzajów inwestycji w B&R rolnictwa i B&R przemysłu. Najważniejszą różnicą ilościową między nimi było to, że B&R rolnictwa są finansowane przez wydatki rządowe generując większą bioróżnorodność i lepsze techniki produkcyjne. Natomiast, B&R przemysłu są finansowane przez tymczasowe zyski monopolisty i także skutkują usprawnieniem procesów produkcyjnych. Pojawienie się innowacji ma charakter stochastyczny. W modelu do badania wzrostu gospodarczego wykorzystano neo-schumpeterowskie podejście analityczne, pozwalające na wprowadzenie do modelu różnych celów politycznych, np.: maksymalizację dobrobytu, bezrobocie, programy wsparcia cen produktów rolnych, niedoskonałości rynków produktów i rynków finansowych. Model umożliwia ponadto analizę handlu i różnych polityk handlowych.

Badano m.in. gospodarki krajów subsaharyjskich, które mimo programów dostosowań strukturalnych, osiągają bardzo słabe wyniki ekonomiczne, a w których sektor rolno-żywnościowy ma kluczowe znaczenie dla gospodarki. Pomimo niekorzystnej polityki makroekonomicznej i słabych wyników sektorów rolnych, w przypadku B&R w sektorze rolnictwa odnotowano wiele korzystnych efektów. Wysokie stopy zwrotu z inwestycji w tym sektorze zachęcają do dalszego inwe-

stowania. Jednak sukces badań w rolnictwie nie przekłada się na wzrost całego sektora rolnego. Szukano odpowiedzi na pytanie, jak najlepiej wykorzystać badania na rzecz rolnictwa w symulacji szeroko pojętego wzrostu gospodarczego.

W ostatnich modyfikacjach teorii wzrostu uwzględniono podstawową rolę endogenicznego postępu technologicznego powstającego na skutek długoterminowych inwestycji B&R. Ponieważ sektor rolno-żywnościowy stanowi w wielu rozwijających się krajach ważną część gospodarki, z kombinacją wysokiego zwrotu z inwestycji i niskiego zagregowanego wzrostu gospodarczego wiąże się kilka ważnych kwestii analitycznych, na które szukano odpowiedzi, a mianowicie:

- a) jakie jest powiązanie między inwestycjami w B&R a narodowym wzrostem gospodarczym;
- b) czy nadwyżki producenta i konsumenta, świadczące o korzyściach społecznych z B&R przy obliczaniu ROR, są odpowiednią miarą zagregowanych korzyści ekonomicznych z inwestycji w B&R;
- c) czy podejście w kategoriach równowagi cząstkowej, zwykle stosowane w obliczeniach ROR, wprowadza obciążenie względem tej wielkości;
- d) czy wpływ B&R w sektorze rolno-żywnościowym jest pozytywny i czy istnieją reguły obliczania ROR wskazujące, czy B&R sektora rolnego wykazuje przeinwestowanie czy niedoinwestowanie?

Po uzyskaniu rozwiązania dla stanu stabilnego scharakteryzowano maksymalizujące wzrost cechy inwestycji w B&R, a następnie dokładnie przeanalizowano działanie stopy zwrotu z inwestycji w B&R w modelu rozwiniętym. Okazało się, że oczekiwana długookresowa stopa wzrostu gospodarki jest rosnącą i wklęsłą funkcją inwestycji w B&R rolnictwa i przemysłu. Biorąc pod uwagę ograniczenia zasobów, maksymalizowano zagregowany długoterminowy wzrost, poszukując przyporządkowanego mu poziomu B&R dla rolnictwa. Względna intensywność wzrostu dwóch analizowanych sektorów (rolnictwa i przemysłu) określa optymalną alokację inwestycji w tych sektorach, a gospodarki o wyższym poziomie wykwalifikowanej siły roboczej (wymaganym dla B&R) osiągają wyższe, długookresowe wskaźniki wzrostu.

Wyniki analizy dowiodły, że podejście w kategoriach równowagi cząstkowej zawyża ROR w rolnictwie i niedoszacowuje ROR w przemyśle. Rozmiar obciążenia wzrasta wraz z wielkością projektów B&R i zależy od stosunku wkładów prywatnych i publicznych do inwestycji badawczo-rozwojowych w każdym z sektorów. W efekcie, optymalna alokacja inwestycji B&R w sektorach nie może wynikać z pomiarów ROR z wykorzystaniem modeli równowagi cząstkowej. Natomiast analiza przeprowadzona za pomocą dynamicznych modeli równowagi

ogólnej dostarcza kryteriów dla ewaluacji projektów B&R, maksymalizujących wzrost gospodarki narodowej.

2.4.3. Model ICES

Opracowany przez zespół włoskich naukowców w ramach projektu ENSEMBLES⁶, którego celem było utrzymanie i rozszerzenie prymatu Europy, jeśli chodzi o dostarczanie politycznie istotnych informacji odnośnie klimatu i zmiany klimatycznej i jej wpływu na społeczeństwo, model ICES (*Inter-temporal Computable Equilibrium System*) zastosowany został do oceny wpływu zmiany klimatycznej na wzrost gospodarczy [Eboli i in. 2009].

Model ICES jest dynamicznym, wieloregionalnym i obliczeniowym modelem równowagi ogólnej, wywodzącym się ze statycznego modelu CGE o nazwie GTAP-EF. GTAP-EF jest zmodyfikowaną wersją modelu GTAP-E, będącym rozszerzoną wersją modelu podstawowego GTAP. ICES jest modelem rekursywnym, generującym sekwencję statycznych uwzględniających oczekiwania punktów równowagi, które połączone są przez akumulację kapitału i długu międzynarodowego. Wyniki badania odnoszą się do 8 makroregionów i 17 gałęzi przemysłu. Przyczyny wzrostu tkwią w zmianach zasobów podstawowych (kapitał, praca, ziemia, surowce naturalne), liczonych od roku 2001. Źródła dynamiki dla kapitału mają charakter endogeniczny, zaś dla innych podstawowych czynników produkcji egzogeniczny.

Prognozy demograficzne zostały zaczerpnięte z baz Banku Światowego. Zasoby pracy aktualizowane są raz do roku, zgodnie z rokrocznie oszacowywanymi wskaźnikami Międzynarodowej Organizacji Pracy (ILO). Oszacowania produktywności czynnika pracy (dla regionu i gałęzi przemysłu) otrzymuje się z modelu G-Cubed. Produktywność czynnika ziemi szacowana jest za pomocą modelu IMAGE. Szoki odnośnie czynników produkcji szacowane są endogenicznie. Ceny ustalane są na podstawowym etapie kalibracji, a wyniki symulacji tak oszacowanych szoków stanowią wkład egzogeniczny do modelu. Prognozy odnośnie paliw kopalnych (ropa, węgiel, gaz) pochodzą z EIA, podczas gdy w innych gałęziach przemysłu (leśnictwo, rybołówstwo) ceny czynników zmieniają się wraz ze zmianami deflatora PKB.

W modelu oszczędności są stałym odsetkiem dochodu regionalnego. Wszystkie oszczędności gromadzone są przez wirtualny bank światowy i lokowane na inwestycje regionalne. Inwestycje z kolei wpływają na zmiany w wielko-

⁶ VI Program Ramowy, Priorytet 1.1.6.3 Zmiana Globalna i Ekosystemy.

ści zapasów kapitałowych na podstawie standardowych relacji ze stałą deprecjacją w czasie. Nie zapewnia to jednak wyrównania inwestycji regionalnych oraz oszczędności i żaden region nie może być kredytodawcą lub kredytobiorcą wobec reszty świata. Z powodu równości rachunkowych, każdy nadmiar oszczędności nad inwestycjami zrównuje się z regionalnym bilansem handlowym. Dług zagraniczny w początkowym etapie wynosi zero dla wszystkich regionów. Obsługa długu zagranicznego w każdym okresie jest opłacana na podstawie światowej stopy procentowej r_w , co w modelu oznacza równość oszczędności i inwestycji.

Szok zewnętrzny, jak ten związany z wpływem zmiany klimatycznej, wpływa na wzrost gospodarczy poprzez akumulację długu i kapitału. W przypadku szoku negatywnego spadek regionalnego PKB obniża proporcjonalnie zarówno oszczędności, jak i inwestycje. Każda różnica między tymi dwiema zmiennymi, która stanowi zmianę zapasów długu zagranicznego i bilansu handlowego, musi zostać następnie powiązana ze zmieniającymi się względnymi zwrotami z kapitału. Większość negatywnych efektów zmiany klimatycznej (straty w czynniku kapitału, ziemi, surowców naturalnych, czy też niższa produktywność ziemi) powoduje wyższy względny niedobór kapitału, zwiększając przy tym przychody. Jeśli szok negatywny trwałby jeden lub kilka okresów, mechanizm ten powodowałby rozszerzenie tego szoku na dłuższy okres, dopuszczając gładzse dostosowania gospodarki regionalnej. Wielkość szoków rośnie z czasem, ponieważ gospodarka zaczyna przyciągać inwestycje zagraniczne. W konsekwencji proces akumulacji kapitału wpływa na wzrost gospodarczy w większym stopniu w porównaniu ze scenariuszem bazowym, w którym zmiana klimatu nie pojawia się.

Opisany powyżej efekt dynamiczny pomija natomiast bezpośredni wpływ zmiany klimatycznej, który przyspiesza lub spowalnia wzrost regionalnej gospodarki. Jeśli skutki pośrednie i bezpośrednie działają w tym samym kierunku, zmienne makroekonomiczne będą rosnąć rozbieżnie (pozytywnie lub negatywnie). Z drugiej strony, gdy dwa efekty będą przeciwne, skutek bezpośredni początkowo przeważa, po czym akumulacja kapitału napędzi wzrost gospodarczy, w szczególności w krajach ubogich. W modelu ICES z kolei istnieje możliwość analizy, jak zróżnicowany wpływ zmiany klimatu może wpływać na stopę zwrotu z kapitału, oddziałując przez to na alokację międzynarodowych inwestycji.

Należy zauważyć, że emisja gazów cieplarnianych zależy od poziomu aktywności gospodarczej. Z tego powodu, większość badań nad zmianą klimatyczną opiera się na modelach i scenariuszach wzrostu gospodarczego. Z drugiej strony, na wzrost gospodarczy wpływa zmiana klimatyczna, a wpływ ten jest złożony i kompleksowy. Obejmuje on zmianę produktywności, wyposażenie w zasoby, sposoby produkcji i konsumpcji. W badaniu próbowano odpowiedzieć na dwa kluczowe pytania. Po pierwsze, czy zmiana klimatyczna w znaczącym

stopniu wpłynie na wzrost i dystrybucję dochodów na świecie. Po drugie, czy prognozy odnośnie emisji gazów cieplarnianych przez ludzi powinny być zrewidowane, biorąc pod uwagę wpływ zmiany klimatycznej.

Z pewnością wykorzystanie modelu dynamicznego równowagi ogólnej pozwoliło przeanalizować ogólnosystemowe skutki zmiany klimatycznej i jej wpływ na wzrost gospodarczy. Warto podkreślić, że była to znacząca innowacja, ponieważ wcześniejsze badania ignorowały wpływ potencjalnie ważnych szoków egzogenicznych na system gospodarczy w kontekście zmiany klimatycznej, procesów akumulacji długu zagranicznego i kapitału endogenicznego.

Badanie z wykorzystaniem modelu DSGE pozwoliło wykazać, że skutki makroekonomiczne zmiany klimatycznej i jej wpływ na wzrost gospodarczy są znaczące, a co ważniejsze, że alokacja skutków w wyraźny sposób dokonuje się na poziomach regionalnym i danych gałęzi przemysłu. W szczególności okazało się, że zmiana klimatyczna nie sprzyja konwergencji dochodów w skali całego świata. Co bardzo ważne, zidentyfikowano także liczne potencjalne mechanizmy przyczynowe. Interakcja między dynamiką endogeniczną i egzogeniczną powoduje nieliniowe odchylenia w ramach ścieżek wzrostu od linii podstawowej. Także dynamika endogeniczna może rozszerzyć szoki egzogeniczne lub im przeciwdziałać, odwracając oznaki ich skutków, np. jeśli chodzi o regionalny PKB w długim okresie. Z drugiej strony, światowa emisja gazów cieplarnianych zmniejsza się tylko nieznacznie, biorąc pod uwagę reakcję zwrotną zmiany klimatycznej. Analiza wykazała, że chociaż wzrost gospodarczy i sposoby emisji nie zmieniają się znacząco w skali światowej, występują znaczące różnice na poziomie regionalnym i sektorowym. Najdotkliwiej skutki zmian klimatycznych odczuwają kraje rozwijające się.

3. Rekomendacje dotyczące potencjalnego wykorzystania modelu DSGE w formułowaniu założeń przyszłej narodowej polityki rolnej

3.1. Przesłanki budowy i wykorzystania modeli DSGE w analizie funkcjonowania polskiego sektora rolno-żywnościowego

Mając na uwadze potencjalne korzyści wynikające z zastosowania koncepcyjnie spójnego, porządkującego myślenie o funkcjonowaniu gospodarki, kompleksowego podejścia analitycznego w postaci modeli klasy DSGE oraz ustawiczny postęp w sposobach ich estymacji, może rodzić się pytanie, dlaczego modele te nie stały się jeszcze kluczowym narzędziem do analizy i oceny skutków różnych rodzajów polityki gospodarczej. Przyczyn tego stanu rzeczy jest przynajmniej kilka. Po części wiąże się to ze względną nowością samych technik modelowania, a także narzędzi obliczeniowych niezbędnych do rozwiązywania takich modeli. Kompleksowość modeli DSGE może ograniczać ich akceptację wśród polityków, a sam zapis matematyczny może być na tyle skomplikowany, że tworzy naturalną barierę w komunikowaniu wyników decydom gospodarczym, nie wspominając o samym społeczeństwie. Mimo braku przyczyn *a priori*, dlaczego modele DSGE miałyby być bardziej skomplikowane niż modele tradycyjne, metody ich rozwiązywania i estymacji nie są standardowe (np. metoda Bayesowska). Poza tym, zrozumienie sposobu działania tych modeli wymaga od ekonomistów nie tylko ogromnego doświadczenia i dużej liczby eksperymentów, lecz także odpowiedniej kultury modelowania i dużych umiejętności z zakresu statystyki i programowania. W związku z tym na rozwój tych modeli potrzebne są znaczne środki. Niestety, rządy, ośrodki badawcze i banki centralne na ogół nie traktują tego kierunku prac badawczych jako priorytetowy lub po prostu przeznaczają na ten cel dość ograniczone środki.

Mimo trudności, modele klasy DSGE wykorzystuje się na świecie coraz częściej. Można nawet pokusić się o stwierdzenie, że posiadanie ich przez banki centralne stało się sprawą prestiżową. Coraz częściej pojawiają się też próby wykorzystania modeli DSGE w analizie funkcjonowania różnych obszarów gospodarki, w tym sektora rolno-żywnościowego, wybranych krajów lub regionów świata. Świadczą o tym między innymi przedstawione wcześniej przykłady zastosowań w analizach służących ocenie istotnych zjawisk i implikacji różnych polityk w takich obszarach problemowych, jak: środowisko naturalne, handel międzynarodowy, alokacja i efektywność wykorzystania czynników wytwórczych czy postęp w rolnictwie i rozwój gospodarczy.

Przyczyn rosnącej popularności modeli DSGE należy doszukiwać się przede wszystkim w ich walorach analitycznych. Walory te sprawiają, że modele DSGE mogą być bardzo cennym narzędziem w kształtowaniu logicznych ram analizy i ewaluacji polityki gospodarczej. W szczególności są one pomocne w identyfikacji źródeł fluktuacji, znajdowaniu odpowiedzi na pytania odnośnie zmian strukturalnych, przewidywaniu i prognozowaniu skutków zmian polityki oraz przeprowadzeniu eksperymentów. Możliwości, jakie stwarza ich wykorzystanie, jak również znaczące usprawnienia w technikach modelowania opisywane w literaturze fachowej, sprawiają, że zainteresowanie modelami DSGE wzrasta, a w rezultacie rośnie także liczba ośrodków naukowych, które samodzielnie rozwijają i wykorzystują modele DSGE do analiz polityki gospodarczej i prognozowania.

Najważniejszą zaletą modeli DSGE jest jednak to, iż umożliwiają one bardzo szczegółowy i logiczny wgląd w sposób funkcjonowania gospodarki. Właśnie ta cecha sprawia, że chociaż w obecnym stadium rozwoju modele DSGE dość często zawodzą ze względu na niewystarczająco wyartykułowany opis gospodarki, co może przekładać się na obniżenie wagi lub ignorowanie niektórych ważnych interakcji ekonomicznych i w rezultacie brak możliwości uzyskania odpowiedzi na wszystkie stawiane pytania, wydaje się, iż nie ma przed nimi odwrotu. Mimo wielu niedoskonałości jest to obecnie jedno z najciekawszych i najbardziej nowatorskich narzędzi analizy makroekonomicznej.

W świetle tego można przyjąć, że sięgnięcie po modele klasy DSGE przez prestiżowe ośrodki naukowe jest tylko kwestią czasu. Należy mieć jednakże świadomość, że zastosowanie modeli DSGE w analizach polityk sektorowych napotyka w praktyce na wiele ograniczeń. Jak dotychczas, bardzo nieliczną jest grupa badaczy aktywnie zaangażowanych w wykorzystanie tego typu metod w badaniu rozłożonego w czasie wpływu szoków, których źródłem może być np. zmiana technologiczna, zmiany cen, czy też różne scenariusze polityki makroekonomicznej, na funkcjonowanie poszczególnych sektorów gospodarki, w tym rolno-żywnościowego. Wyniki otrzymane po zastosowaniu metod DSGE mają charakter bardziej informacyjny niż prognozujący [McDonald i Punt 2005, s. 89-90].

Oszacowania przeprowadzone w ramach modelowania typu DSGE przypominają kontrolowany eksperyment laboratoryjny, którego celem jest wyizolowanie wpływu pojedynczej zmiany w gospodarce w celu lepszego zrozumienia natury tego wpływu. Ponadto, chociaż dostępna jest większość danych potrzebnych do analiz na poziomie narodowym, to dostęp do danych szczegółowych, które umożliwiają koncentrację na rolnictwie i regionach, jest ograniczony. W konsekwencji pojawia się konieczność uciekania się do technik estymacyjnych.

Wyzwaniem w szerszym wykorzystaniu modeli DSGE w analizie sektora rolno-żywnościowego jest także to, iż modelowanie w kategoriach równowagi ogólnej ma swe korzenie w koncepcjach ekonomicznych, które nie w pełni przystają do tradycyjnie rozumianej ekonomiki rolnictwa i gospodarki żywnościowej. Od badacza oczekuje się, aby był nie tylko specjalistą w dziedzinie ekonomiki rolnictwa i gospodarki żywnościowej, ale także posiadał szeroką wiedzę z zakresu modelowania. Poza potrzebą posiadania stosownej wiedzy matematycznej i umiejętności z zakresu programowania, wymagana jest doskonała znajomość podstaw teoretycznych w zakresie mikroekonomii i makroekonomii, a także rozumienie warunków socjoekonomicznych występujących w analizowanym kraju lub regionie.

Z jednej strony z powodu wysokich wymagań w stosunku do modelujących nie zaskakuje fakt, iż ich uwagi nie absorbuje sektor rolno-żywnościowy. Z drugiej strony, zakres umiejętności wymaganych do skutecznego wsparcia programów badawczych jest bardzo szeroki i absolutnie niemożliwy do opanowania przez pojedynczych naukowców. Wskutek tego, większość prac badawczych z wykorzystaniem modeli DSGE prowadzi się na całym świecie w zespołach, a koszty stałe rozwoju niezbędnych umiejętności są wysokie. Wynikają z tego dwa zasadnicze wnioski. Po pierwsze, aby możliwym było przeprowadzenie badań z wykorzystaniem modeli DSGE, potrzebna jest określona, dostatecznie duża liczba badaczy. Po drugie, uwzględniając czas i koszty szkoleń w zakresie modelowania z wykorzystaniem modeli DSGE, nabyte umiejętności powinny być odpowiednio pielęgnowane i rozwijane.

Zdaniem Paltseva [2004, s. 11] modele DSGE są ostatnim ogniwem ewolucji modeli równowagi [Paltsev 2004]. Każdy chciałby dysponować narzędziem do przewidywania przyszłości. Statyczne modele równowagi ogólnej nie-stety nie zostały do tego stworzone. Jednak należy zdawać sobie sprawę, iż nie można zbyt wiele oczekiwać od dynamicznych modeli równowagi. Nie są one nawet blisko celu, jakim jest przepowiadanie przyszłości. Póki co, model tego typu może pomóc w wyjaśnieniu, co się stanie, gdy nie wystąpią szoki i zmiany strukturalne w gospodarce. Dodatkowo, należy przyjąć założenia odnośnie tempa wzrostu gospodarczego na kilka następnych dekad, preferencji czasowych, tempa wzrostu liczby ludności, inflacji, deprecjacji, itd. Założenia te jednakże mogą nas oddalać znacząco od rzeczywistości. Nie zmienia to faktu, że politycy muszą ustawicznie podejmować decyzje, a ekonomiści powinni udzielać odpowiedzi na pytania dotyczące przyszłości. W konsekwencji modele DSGE stają się ważnym narzędziem ewaluacji polityki gospodarczej. Pamiętać należy też o tym, że dobry model statyczny jest znacznie bardziej użyteczny, niż zły model dynamiczny, a póki co dobre modele dynamiczne zdarzają się naprawdę rzadko.

Wyjściem w tej sytuacji może być po pierwsze, odzwierciedlenie zjawisk i procesów gospodarczych polegające na stworzeniu kompleksowych modeli, które jednak będzie trudniej zrozumieć, obsługiwać, analizować i komunikować. Po drugie, modele te przynajmniej w początkowym etapie ich wykorzystywania nie umożliwią generowania lepszych wyników prognoz w porównaniu do modeli stosowanych dotychczas. Będą one raczej z nim współistnieć i wzajemnie się uzupełniać. Co ważne, stopień przydatności tych modeli do celów prognozowania formalnych decyzji politycznych zależeć będzie od ich zdolności dopasowania się do danych [Mycielski 2008].

3.2. Model Dynamic-AAGE jako potencjalne narzędzie analizy i ewaluacji narodowej polityki rolnej

Zwykle modele DSGE nie są budowane z myślą o przeprowadzaniu analiz umożliwiających szczegółowe odzwierciedlenie funkcjonowania sektora rolno-żywnościowego. Z punktu widzenia potencjalnego wykorzystania do ewaluacji narodowej polityki rolnej bardzo interesującym przykładem jest Model Dynamic-AAGE. Jest on dynamiczną wersją modelu Agricultural Applied General Equilibrium, będącego modelem równowagi ogólnej, opracowanym w sposób umożliwiający przeprowadzanie analiz adresowanych do sektora rolno-żywnościowego. Obydwa modele są stosowane przez Duński Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Rybołówstwa [Adams i in. 2002, s. 2-3]. Wydaje się, że model Dynamic-AAGE, jako dynamiczny stosowany model równowagi ogólnej, po dokonaniu odpowiednich zmian i uzupełnień, mógłby służyć do analiz polskiego rolnictwa i gospodarki żywnościowej, w tym modelowania skutków różnych rodzajów polityki. Ze względu na relatywnie szczegółowe ujęcie rolnictwa, jako działu gospodarki narodowej, może być on też pierwowzorem dla budowy modelu polskiego.

Modelowanie z wykorzystaniem Dynamic-AAGE pozwala stworzyć obraz gospodarki o dużym stopniu szczegółowości dla każdego roku. Model może także generować sekwencje rozwiązań rocznych, powiązanych z sobą np. warunkiem równości początkowych i końcowych stanów kapitału w poszczególnych latach. Tradycyjnie, stosowane modele równowagi ogólnej, jak Dynamic-AAGE, wykorzystywane są do udzielania odpowiedzi na pytania warunkowe typu: jak wyglądałaby gospodarka w danym roku, gdyby zmiana polityczna lub inne zakłócenie pojawiło się w latach poprzednich. Zwykle, nie kładzie się nacisku na przewidywanie, jak będzie wyglądała gospodarka w konkretnym roku w przypadku braku szoku lub wskutek podążania ścieżką dostosowania od chwili, w której pojawia się szok. Jednak niektóre modele (np. model gospodarki

australijskiej MONASH) umożliwiają tworzenie realistycznych prognoz, cechujących się dużym stopniem uszczegółowienia dla okresu dłuższego niż dekada.

Do prognozowania z użyciem Dynamic-AAGE, poza bazą danych z konkretnego roku, wykorzystywane są:

- a) dane statystyczne z okresu pięciu minionych lat dotyczące rachunków narodowych, handlu międzynarodowego i rynków rolnych;
- b) prognozy na okres przyszłej dekady dostarczane przez Duńską Radę Ekonomiczną oraz Duński Instytut Ekonomiki Żywności, Rolnictwa i Rybołówstwa;
- c) założenia odnośnie zmian preferencji gospodarstw domowych i technologii produkcyjnych przemysłu oparte na wartościach przyjętych w modelu MONASH i uzupełnionych o wyniki analiz własnych;
- d) ujęcie znanych, mających nastąpić zmian polityki w całym okresie prognozowania, takich jak np. zmiana minimalnego, wymaganego obszaru czy też reformy WPR.

Prognozy dają obraz mikroekonomiczny, spójny ze scenariuszem makroekonomicznym i innymi danymi wejściowymi. Takie prognozy mogą być interesujące zarówno z punktu widzenia podejmujących decyzje w sferze polityki, jak i w biznesie. Służą one także jako realistyczny przypadek bazowy, stanowiący punkt odniesienia w poszukiwaniu odpowiedzi na tradycyjne pytania warunkowe.

W modelu Dynamic-AAGE wyodrębnia się pięć typów podmiotów: przemysł, wytwórcy kapitału, gospodarstwa domowe, rząd i podmioty zagraniczne [Adams i in. 2002, s. 3-4]. Każda gałąź przemysłu ma powiązanego ze sobą wytwórcę kapitału, który produkuje jednostki kapitału specyficzne do danej gałęzi przemysłu. Występuje też pojedyncze, reprezentatywne gospodarstwo domowe i sektor rządowy. Zachowanie podmiotów zagranicznych obrazuje krzywa popytu na eksport produktów krajowych i krzywa podaży importu międzynarodowego.

Jeśli chodzi o charakter rynków i kształtowanie się cen, to w modelu Dynamic-AAGE podaż i popyt na towary są determinowane w wyniku optymalizacji zachowań podmiotów na konkurencyjnych rynkach. Optymalizacja zachowania determinuje również popyt przemysłu na pracę i kapitał. Założenie o konkurencyjnych rynkach implikuje równość cen producenckich i kosztów marginalnych każdej gałęzi przemysłu. Popyt równa się podaży na wszystkich rynkach, nie licząc rynku pracy, gdzie może być wprowadzony warunek nadwyżki podaży.

W przypadku popytu na nakłady wykorzystywane w produkcji towarów w modelu uwzględnia się dwie szerokie kategorie: nakłady pośrednie i czynniki podstawowe. Firmy w każdej gałęzi przemysłu wybierają kombinację nakładów,

która minimalizuje koszty produkcji dla wybranego poziomu nakładów. Firmy są ograniczone w wyborze nakładów przez daną technologię produkcji.

Popyt gospodarstw domowych jest odzwierciedleniem zakupów zestawu dóbr przez reprezentatywne gospodarstwo maksymalizujące funkcję użyteczności względem ograniczenia budżetowego. Nabywane zestawy dóbr są kombinacjami produktów importowanych i krajowych, a wydatki gospodarstw domowych są determinowane przez funkcję konsumpcji typu keynesowskiego, jako funkcję dochodu rozporządzalnego gospodarstw domowych.

Popyt na nakłady kapitałowe oraz poziom inwestycji determinowany jest w każdej z gałęzi przemysłu przez wytwórców kapitału, stosujących kombinacje nakładów do wytwarzania jednostek kapitału. Wybierając te nakłady, minimalizują oni koszty względem technologii, podobnie jak w przypadku nakładów wykorzystywanych w bieżącej produkcji, z tą różnicą, że nie wykorzystują oni podstawowych czynników produkcji. Wykorzystywanie czynników podstawowych w kreacji kapitału jest uwzględniane w nakładach materiałów budowlanych.

Rządowy popyt na towary może być ujęty w modelu na trzy sposoby: endogenicznie, na zasadzie przesuwania wydatków rządowych wraz wydatkami gospodarstw domowych na konsumpcję lub krajową absorpcją; endogenicznie, jako instrument, który ulega zmianie, aby dostosować się do egzogenicznie określonego celu, jak np. dany poziom deficytu rządowego; bądź egzogenicznie.

W odniesieniu do popytu zagranicznego (eksportu międzynarodowego) zdefiniowano jego trzy kategorie: tradycyjny obejmujący główne towary eksportowe, nietradycyjny i specjalne towary eksportowe. Zagraniczny popyt na tradycyjne towary eksportowe opisują funkcje malejące. Towarowa kompozycja zagregowanego eksportu traktowana jest, jako agregat Leontiefa, a popyt całkowity jest powiązany ze średnią ceną przez indywidualne funkcje popytu zagranicznego. Trzecia kategoria eksportu składa się z dóbr, które wymagają specjalnego, indywidualnego modelowania.

W przypadku popytu na import z zagranicy, model zawiera standardową specyfikację Armingtona nakładów importowanych i produkowanych w kraju dla wszystkich gałęzi przemysłu. Zakłada się więc, że użytkownicy traktują towary krajowe i importowane jako niedoskonałe substytuty. Założenie Armingtona jest także wykorzystywane przy modelowaniu popytu przemysłu na nakłady inwestycyjne oraz popytu konsumpcyjnego gospodarstw domowych.

W modelu Dynamic-AAGE występują trzy rodzaje powiązań międzyokresowych dotyczących akumulacji kapitału fizycznego, akumulacji aktywów pieniężnych i procesu dostosowań przesuniętych w czasie [Adams i in. 2002, s. 5-6]. W odniesieniu do fizycznej akumulacji kapitału zakłada się, że inwestycje doko-

nane w roku t stają się operacyjne z początkiem roku $t+1$. Przy tym założeniu kapitał w przemyśle akumulowany jest zgodnie z funkcją:

$$K_{t+1}(i) = (1 - DEP(i)) \times (K_t(i) + I_t(i)),$$

gdzie $K_t(i)$ jest ilością kapitału dostępnego w przemyśle i w roku początkowym t , $I_t(i)$ jest ilością nowego kapitału, kreowanego na potrzeby przemysłu i podczas roku t , a $DEP(i)$ jest stopą deprecjacji w przemyśle i , traktowaną jako parametr ustalony. Dla początkowej wartości kapitału $t=0$ równanie to może być wykorzystane w celu śledzenia ścieżek szoków kapitałowych w czasie w poszczególnych gałęziach przemysłu.

Inwestycje w przemyśle i w roku t opisuje następująca zależność:

$$K_{t+1}(i)/K_t(i) - 1 = Fit[EROR_t(i)],$$

gdzie $EROR_t(i)$ to oczekiwana stopa zwrotu z inwestycji w przemyśle i w roku t , a $Fit[]$ to rosnąca funkcja oczekiwanej stopy zwrotu.

Oczekiwana stopa zwrotu w roku t może być specyfikowana na różne sposoby. Model uwzględnia oczekiwania statyczne i spójne z modelem oczekiwania wybiegające w przyszłość. W przypadku oczekiwań statycznych zakłada się, że inwestorzy podczas formułowania oczekiwań odnośnie stóp zwrotu odnoszą się jedynie do obecnych cen aktywów. W przypadku oczekiwań racjonalnych stopa zwrotu jest przyjęta jako równa wartości aktualnej inwestycji 1\$ w roku t w danej gałęzi przemysłu i , uwzględniając zarówno dochody z wynajmu, jak i umorzenie wartości tej inwestycji w roku $t+1$ zgodnie z obliczeniami w modelu.

Na akumulację aktywów finansowych składają się zadłużenie rządowe netto oraz posiadane zagraniczne zobowiązania netto. Ponieważ gospodarka uczestniczy w międzynarodowej wymianie handlowej, może akumulować dług zewnętrzny. Zadłużenie jest aktualizowane w czasie przez saldo rachunku obrotów bieżących. Saldo to stanowi sumę salda handlowego i dochodowego. Bilans handlu jest determinowany, jako całkowita wartość eksportu pomniejszona o wartość importu. Bilans rachunku dochodów to wartość dochodu otrzymanego z zagranicy minus wartość dochodu wypłaconego obcokrajowcom. Dochód jest sumą odsetek, dywidend i transferów. W celu naświetlenia ruchów na rachunku dochodów w modelu uwzględniono płatności z tytułu odsetek i dywidend związanych z zadłużeniem zewnętrznym netto.

Wraz z upływem czasu bilanse rocznych budżetów rządowych determinują dług rządowy. Saldo budżetu jest kalkulowane w ramach modelu, jako różnica między dochodem rządu, a jego wydatkami. Dla wyjaśnienia zmian salda budżetu bierze się pod uwagę płatności odsetek netto od zadłużenia rządowego.

Dynamic-AAGE uwzględnia przesunięty w czasie proces dostosowań, który odzwierciedla działanie rynku pracy w obejmujących kolejne lata symula-

cyjach polityki. W komparatywnej analizie statycznej przyjmowane jest jedno z dwóch następujących założeń odnośnie płacy realnej i zatrudnienia:

- a) stawka płacy realnej dostosowuje się natychmiastowo w taki sposób, że żaden szok polityczny nie ma wpływu na zagregowane zatrudnienie;
- b) stawka płacy realnej nie podlega wpływom szoków i dostosowań zatrudnienia.

Dopuszcza się trzecią, pośrednią sytuację, w której płace realne mogą być sztywne w krótkim i elastyczne w długim okresie, a zatrudnienie może być elastyczne w krótkim i sztywne w długim okresie. W symulacjach polityki z roku na rok zakłada się, że odchylenie w zakresie zmian stawki płac realnych proporcjonalnie wzrasta z biegiem czasu w stosunku do odchylenia w zagregowanym zatrudnieniu na tle poziomu prognozy wyjściowej. Współczynnik dostosowania jest wybierany tak, że oddziaływania szoku na zatrudnienie są w znacznym stopniu wyeliminowane po około dekadzie. Jest to spójne z modelowaniem makroekonomicznym, w którym nie przyspieszająca inflacji stopa bezrobocia (NAIRU) jest egzogeniczna.

Algebraiczna forma modelu Dynamic-AAGE to:

$$F(X)=0,$$

gdzie F jest m -wektorem różniczkowalnych funkcji n zmiennych X , zaś $n > m$ [Adams i in. 2002, s. 6-7]. Symulacje z wykorzystaniem tego modelu, przy danym rozwiązaniu początkowym dla n zmiennych, przeprowadzane są poprzez obliczenie zmian wartości m zmiennych endogenicznych, w porównaniu do ich wartości w rozwiązaniu początkowym, spowodowanych ruchami pozostałych $n-m$ zmiennych. W symulacjach dla poszczególnych lat zmiany wartości zmiennych egzogenicznych mierzone są z roku na rok. Jeśli rozwiązanie podstawowe odnosi się do roku t , to pierwsze obliczenie tworzy rozwiązanie dla roku $t+1$. Rozwiązanie to może stać się rozwiązaniem podstawowym w obliczeniach, które dają rozwiązanie dla roku $t+2$. W takiej sekwencji rocznych obliczeń, połączenia między jednym a następnym rokiem polegają na tym, że liczba szoków kapitałowych w wyliczeniach dla roku $t-1$ jest liczbą szoków otwierających w obliczeniach dla roku t .

Prognozując z wykorzystaniem modelu Dynamic-AAGE wprowadza się do niego znaczną ilość informacji, pochodzących z zewnętrznych agencji prognozujących. Model jest następnie wykorzystywany do śledzenia implikacji tych zewnętrznych prognoz dla struktury gospodarki.

Wiele zmiennych uwzględnionych w symulacjach prognostycznych byłoby endogenicznych w symulacjach opartych na równowadze statycznej. W symulacjach prognostycznych są one jednakże egzogeniczne, a korespondujące z nimi zmienne, które normalnie byłyby traktowane jako egzogeniczne, są endogenicz-

ne. Przykłady w tym zakresie mogą być zarówno makroekonomiczne, jak i mikroekonomiczne, a mianowicie:

- a) zewnętrznym dostarczane prognozy makroekonomiczne zawierają wzrost nakładów czynników wytwórczych (zagregowane zatrudnienie i zagregowane inwestycje) oraz zagregowany realny PKB, stąd też zagregowana zmiana techniczna wywołana oszczędnością zużycia czynników jest narzucona, czyli jest endogeniczna;
- b) prognozy makroekonomiczne zawierają zagregowaną prywatną konsumpcję i rozporządzalny dochód gospodarstw domowych, stąd też skłonność do konsumpcji musi być endogeniczna;
- c) jeśli prognozy zawierają wolumen eksportu wybranych towarów rolnych, to aby je uwzględnić, model musi swobodnie dokonywać projekcji przesunięć w popycie eksportowym.

W modelu wykorzystywane są prognozy następujących zmiennych makroekonomicznych (średnie roczne stopy wzrostu): realna konsumpcja prywatna, realne inwestycje, realna konsumpcja publiczna, wielkość eksportu międzynarodowego, wielkość importu międzynarodowego, realne PKB, podaż pracy, zagregowane zatrudnienie, zagregowane szoki kapitałowe, deflator PKB, cena ziemi, stopa zwrotu z kapitału, płaca nominalna, realna płaca producenta, indeks cen konsumenckich (CPI), *terms of trade*, dewaluacja realnej stopy procentowej, a także ujęte procentowo na koniec okresu bezrobocie (podaż pracy) oraz relacje długu zewnętrznego netto i długu publicznego do PKB [Adams i in. 2002, s. 7-9].

Jak wspomniano w modelu rozróżnia się trzy kategorie eksportu: tradycyjny, nietradycyjny i specjalny. Eksport tradycyjny obejmuje towary, dla których udział eksportu w sprzedaży całkowitej jest większy niż 40%. W przypadku eksportu nietradycyjnego, funkcja popytu odzwierciedla przesunięcia w popycie na eksport jako funkcję indeksu cen eksportowych. Indeks to ważona średnia indywidualnych, nietradycyjnych cen eksportowych. Trzecia kategoria to: handel hurtowy, usługi transportowe, transport i komunikacja. Pierwsze dwie nie stanowią realnego eksportu, ponieważ składają się głównie z marginalnej sprzedaży, która ułatwia eksport innych towarów. Eksport transportu i komunikacji dotyczy firm usług transportu wodnego poza krajem i opłat nałożonych przez krajowe firmy telefoniczne i pocztę na zagraniczne firmy komunikacyjne za dystrybucję rozmów przychodzących oraz poczty na terenie kraju.

Prognozy dotyczące sektora rolno-żywnościowego z wykorzystaniem modelu Dynamic-AAGE mogą obejmować między innymi takie podsektory, jak: zbożowy, bydła mlecznego i produktów mlecznych, trzody chlewnej i produktów z mięsa wieprzowego, produktów z mięsa wołowego, drobiu i produk-

tów drobiowych [Adams i in. 2002, s. 9-14]. Możliwe jest także przeprowadzenie prognoz strukturalnych, które mogą być postrzegane, jako suplement dla tradycyjnych prognoz makroekonomicznych, dając obraz mikroekonomiczny spójny ze scenariuszem makroekonomicznym. Wydaje się, że prognozy strukturalne mogą być przedmiotem godnym uwagi dla różnych grup decydentów zainteresowanych perspektywami rozwoju poszczególnych sektorów. Ponadto, przewidywania strukturalne pozwalają na sformułowanie odpowiedzi na podstawowe pytania typu: jak może funkcjonować gospodarka, gdy zmieniać się będzie polityka lub gdy wystąpią innego typu zakłócenia w danym roku.

Dalsze doskonalenie prognoz strukturalnych może dokonywać się na dwóch płaszczyznach, którymi są: poprawa jakości informacji wejściowych oraz jakości samego modelowania [Adams i in. 2002, s. 14]. Jeśli chodzi o pierwszą z nich to prognozy strukturalne, jak dotąd, nie uwzględniają:

- a) nowszych prognoz makroekonomicznych, w których brany jest pod uwagę rozwój gospodarki światowej;
- b) scenariuszy zmian preferencji gospodarstw domowych i technologii produkcji, które opierać się powinny na trendach krajowych, co wymaga kalkulacji tych trendów dla względnie długiego okresu;
- c) wystarczającej liczby analiz specyficznych dla danych sektorów, opracowywanych przez specjalnie utworzone grupy eksperckie, które z jednej strony zapewniałyby stosowne dane wejściowe, a z drugiej weryfikowałyby jakość wyników sporządzanych prognoz.

Z kolei, jeśli chodzi o poprawę jakości samego modelowania, odnosi się ona do kwestii preferencji gospodarstw domowych, włączenia różnego rodzaju pracy, uaktualnienia długu zewnętrznego i uwzględnienia parametrów specyficznych dla danych sektorów, jak np. elastyczności eksportu.

3.3. Zastosowanie strukturalnego modelu gospodarki polskiej klasy DSGE do oceny wpływu zmian polityki rolnej i uwarunkowań makroekonomicznych na sektor rolno--żywnościowy⁷

Mając na uwadze polskie realia gospodarcze podjęto próbę wykorzystania strukturalnego modelu gospodarki polskiej klasy DSGE do oceny wpływu istotnych zmian polityki rolnej i uwarunkowań makroekonomicznych na funkcyjono-

⁷ Podrozdział ten został oparty na treści opracowania autorstwa M. Bukowskiego pt. „Model DSGE jako narzędzie wspierające formułowanie założeń polityki rolnej”, zawierającego szczegółowy opis technicznej strony modelu oraz wyników przeprowadzonych symulacji, przygotowanego w ramach prac badawczych realizowanych w temacie.

wanie sektora rolno-żywnościowego. W przeprowadzonej analizie skoncentrowano się w szczególności na ocenie skutków znacznego ograniczenia dopłat bezpośrednich w rolnictwie oraz siły oddziaływania na ten sektor i całą gospodarkę takich makroekonomicznych szoków podaźowych i popytowych, jak:

- a) egzogeniczne szoki cenowe wywołane zmianami cen towarów rolnych na rynkach światowych;
- b) zmiany kosztów produkcji (m.in. cen energii i paliw);
- c) szoki popytowe i podaźowe wpływające na kurs walutowy i stopę procentową.

Do przeprowadzenia poszczególnych symulacji wykorzystano stworzony w Instytucie Badań Strukturalnych w Warszawie, przystosowany specjalnie do celów analizy, wielosektorowy, kalibrowany bezpośrednio na danych polskich, strukturalny model gospodarki polskiej klasy DSGE. Model oparty jest na fundamentach mikroekonomicznych, a tym samym, wchodzące w jego skład równania behawioralne w bezpośredni sposób wynikają z rozwiązania zestawu dynamicznych problemów optymalizacyjnych przy ograniczeniach opisujących zachowanie działających w warunkach niepewności podmiotów gospodarujących (gospodarstw domowych i firm). Zgodnie z założeniami metodologii DSGE podmioty podejmują decyzje ekonomiczne maksymalizując zdyskontowaną oczekiwaną użyteczność, bądź zdyskontowany oczekiwany zysk względem własnych, wielookresowych ograniczeń budżetowych oraz swojej wiedzy o całej gospodarce, w tym o rodzaju decyzji podejmowanych przez inne strony wymiany, ograniczeniach i regułach definiujących politykę rządu, warunkach oczyszczania się poszczególnych rynków, itd. W rezultacie mnożniki mierzące siłę reakcji gospodarki na szoki makroekonomiczne, a także mnożniki fiskalne związane z polityką rolną np. systemem dopłat bezpośrednich, są w ramach modeli DSGE szacowane znacznie dokładniej niż w modelach innych typów.

Zgodnie z głównym nurtem metodologii makroekonomicznej model sformułowany jest przy upraszczającym rzeczywistość założeniu, że zarówno działające w wyróżnionych sektorach firmy, jak i gospodarstwa domowe są identyczne (pod względem m.in. indywidualnych preferencji, sektorowej technologii produkcji itd.). Założenie to pozwala na zastąpienie całej zbiorowości gospodarstw domowych przez jednego reprezentatywnego przedstawiciela, zaś pełnej populacji firm przez jedną reprezentatywną firmę (w każdym sektorze z osobna).

W modelu zostało wyodrębnionych sześć sektorów produkcyjnych: sektor rolno-spożywczy (AGR), sektor transportowy (TRN), sektor produkujący energię elektryczną i ciepłą (ENG), sektor paliwowy (FLS), sektor usługowy z uwzględnieniem budownictwa i z wyłączeniem transportu (SRV), produkcja przemysłowa bez energii i produkcji żywności i napojów (IND). Dobra produ-

kowane w tych sektorach są nazywane podstawowymi. W każdym sektorze działa firma, dysponująca pewną siłą monopolistyczną, produkująca dane dobro i sprzedająca je po określonej cenie. W procesie wytwórczym firma zużywa kapitał, pracę oraz dobra materiałowe. Firma jest także płatnikiem podatków VAT i CIT. Funkcją celu jest maksymalizacja oczekiwanego zdyskontowanego przepływu pieniężnego z produkcji.

Produkcja firm wytwarzających dobra podstawowe może być sprzedana w kraju lub za granicą. Rolę pośrednika przejmują w tym przypadku sektorowe firmy handlowe maksymalizujące jednookresowy zysk. Firma handlowa działająca w danym sektorze sprzedaje swój produkt firmom wytwarzającym produkt finalny (popyt finalny), firmom produkującym dobro podstawowe (popyt pośredni) oraz zagranicy. Agregaty sektorowe wykorzystywane są przy produkcji dóbr finalnych. W modelu wyróżnione zostały trzy typy takich dóbr: konsumpcyjne (CNS), inwestycyjne (INV) i rządowe (GOV). Dobra konsumpcyjne kupowane są przez gospodarstwo domowe służąc konsumpcji prywatnej, z kolei dobra inwestycyjne nabywane są przez firmy produkcyjne uczestnicząc w akumulacji kapitału, a dobra publiczne nabywane są przez rząd, tworząc konsumpcję publiczną.

W modelu rząd uzyskuje przychody z tytułu podatku od konsumpcji (VAT), zysków korporacyjnych (CIT) oraz pracy (PIT). Przychody rządu pochodzą także ze sprzedaży obligacji. Przychody te przeznaczone są następnie na konsumpcję publiczną, transfery do gospodarstw domowych oraz spłatę zadłużenia.

Warunek równowagi rynkowej oznacza konieczność zrównoważenia popytu z podażą na rynkach produktów, pracy oraz w wymianie międzynarodowej. Równowaga na rynku produktów w sektorze podstawowym oznacza, że popyt zgłaszany na jego produkcję ze strony firmy handlowej, która pośredniczy w sprzedaży dóbr podstawowych w kraju i za granicą, musi być równy jej wolumenowi. Z kolei firma handlowa sprzedaje swój produkt sektorom produkującym dobra finalne (zużycie finalne), sektorom podstawowym (zużycie pośrednie) oraz zagranicy (eksport). W równowadze muszą być także rynki dóbr finalnych, co oznacza, że popyt inwestycyjny jest równy podaży dobra inwestycyjnego, a konsumpcja publiczna równoważy się z podażą dobra rządowego. Równowaga na rynku dobra konsumpcyjnego zachodzi automatycznie dzięki ustaleniu, że jego cena jest punktem odniesienia do innych cen w modelu (tzw. *numeraire*), a więc równa się 1. Zysk całkowity przekazywany przez firmy gospodarstwom domowym jest równy sumie zysków wszystkich firm. Dodatkowo zakłada się, że globalny poziom cen wyznaczany jest w jednostkach dobra konsumpcyjnego służącego, jako *numeraire*, co determinuje w równowadze poziom pozostałych cen względnych. Równowagę na rynku produktów domyka równowaga w gospodarce otwartej.

W modelu przyjmuje się ogólną postać szoków makroekonomicznych i fiskalnych, implementowanych, jako procesy autoregresyjne rzędu pierwszego. Model jest parametryzowany na danych. Podobnie jak w innych modelach DSGE jego parametry można podzielić na trzy główne klasy:

- a) determinujące poziomy zmiennych w stanie ustalonym,
- b) parametry kontrolujące elastyczności substytucji między wyróżnionymi zmiennymi,
- c) parametry egzogenicznych szoków stochastycznych uwzględnionych w modelu.

Podstawowym sposobem dokonywania symulacji jest specyfikacja szoków oraz ustalenie dynamiki zdefiniowanych zmiennych egzogenicznych. Proces symulacji polega na wyznaczeniu dynamiki stanów dla zadanej ścieżki szoków i dodatkowej zmiennej obecnej w rozwiązaniu determinowanej przez zmienne egzogeniczne. Ocen ilościowych dokonano za pomocą dwóch metod: analizy funkcji reakcji na impuls oraz filtru Kalmana. Pierwszą z nich zastosowano do analizy skutków standaryzowanych szoków makroekonomicznych, a drugą do oceny ściśle określonego instrumentu polityki rolnej, jakim są dopłaty bezpośrednie realizowane w ramach pierwszego filaru WPR.

Z punktu widzenia rolnictwa szczególnie ważnymi zaburzeniami makroekonomicznymi oddziałującymi na sytuację dochodową w sektorze są szoki cenowe zmieniające bądź oczekiwane przychody, bądź koszty produkcji. Do szoków tego rodzaju zaimplementowanych w strukturze modelu należą szoki, zmieniające relatywne ceny towarów rolnych za granicą i w kraju, a więc oddziałujące na *terms of trade* w eksporcie i imporcie polskich produktów rolnych na rynkach światowych. Z kolei uwzględnione w strukturze modelu szoki wpływające na koszty produkcji w rolnictwie obejmują sektorowe szoki technologiczne, w tym zwłaszcza te dotyczące sektor rolniczy, energetyczny i paliwowy. W analizie przyjęto standardowo, że wszystkie szoki zadane są przez procesy stochastyczne o współczynniku autokorelacji równym 0,95; co odpowiada ok. 3,5 letniemu okresowi półtrwania szoku.

Z przeprowadzonych symulacji wynika, że w wyniku jednoprocenowego wzrostu ceny zagranicznej produkcji rolnej dochodzi do wzrostu konkurencyjności produkcji krajowej, której cena staje się relatywnie niższa od ceny światowej. W rezultacie eksport krajowych produktów rolnych rośnie o około 0,6%, co powoduje wzrost oczekiwanych marż w sektorze AGR. Zachęca to z kolei producentów do zwiększenia inwestycji, które jednak rosną niemal trzykrotnie słabiej niż eksport. Większe zapotrzebowanie na kapitał w sektorze i oczekiwany wzrost dochodów prowadzą do wzrostu zatrudnienia, który wobec sztywno-

ści podaży pracy jest jednak niewielki. W rezultacie wzrost produktu w sektorze rolnym jest wyraźnie słabszy niż wzrost eksportu (ok. 0,4%). Ponieważ szok cenowy nie ma charakteru technologicznego, w jego wyniku nie zwiększają się globalne możliwości produkcyjne gospodarki. W rezultacie ekspansja produkcji w sektorze rolnym musi odbyć się kosztem pozostałych sektorów, które w wyniku wzrostu kosztów produkcji (wzrost cen materiałów) i inwestycji (wzrost ceny dóbr inwestycyjnych) redukują własną produkcję i zatrudnienie.

Wyjątkiem jest sektor energetyczny, co jest rezultatem relatywnie wysokiej energochłonności polskiego rolnictwa (liczonej, jako zużycie energii na jednostkę wytwarzanej wartości dodanej), którego produkt brutto w średnim okresie nieznacznie rośnie wskutek zwiększonego popytu ze strony sektora rolnego. Krajowy PKB nieznacznie spada, co wiąże się także z obniżeniem popytu konsumpcyjnego wypieranego przez popyt inwestycyjny, wobec niezwiększonych możliwości produkcyjnych gospodarki. W konsekwencji spada także globalne zatrudnienie i rośnie bezrobocie. Zmiany te, liczone w skali całej gospodarki są jednak bardzo małe, sięgające od kilku do kilkunastu procent siły samego impulsu cenowego lub zmian procentowych zachodzących w sektorze rolnym. Dzieje się tak dlatego, że relatywne znaczenie sektora AGR w tworzeniu wartości dodanej w kraju jest niewielkie, a co za tym idzie wpływ impulsów cenowych, mających miejsce w tym sektorze, na produkcję, inwestycje, zatrudnienie i bezrobocie krajowe jest w rezultacie mały.

Wynoszący 1% wzrost efektywności produkcji w sektorze rolnym energetyce lub paliwach, a co za tym idzie *ceteris paribus* spadek ceny jednostkowej produkcji tych sektorów, wywiera wpływ na całą gospodarkę i w szczególności na sektor rolno-spożywczy. W skali całej gospodarki dodatni, sektorowy szok technologiczny prowadzi do zwiększenia jej całkowitych możliwości produkcyjnych, a co za tym idzie do wzrostu oczekiwanego zysku firm, zwiększenia aktywności inwestycyjnej i zatrudnienia, a w rezultacie także produkcji globalnej. Skala oddziaływania jednoprocentowego, sektorowego szoku technologicznego na całą gospodarkę zależy od relatywnej roli ekonomicznej, jaką odgrywa w niej dany sektor.

Zmiany technologiczne ograniczone do relatywnie małych sektorów, takich jak rolnictwo, energetyka i sektor paliwowy z natury rzeczy mają więc mniejsze znaczenie dla całej gospodarki niż analogiczne szoki w sektorach szerzej zdefiniowanych (takich jak np. przemysł czy usługi). W rezultacie także siła wszystkich analizowanych reakcji na impuls jest względnie niewielka w skali całej gospodarki, pozostając relatywnie dużą w skali danego sektora. W szczególności dotyczy to szoku technologicznego w rolnictwie. Jego następstwem jest wzrost produkcji rolnej, która wobec niepojawienia się analogicznego wzrostu

wydajności w pozostałych sektorach gospodarki, prowadzi do powstania nadprodukcji w sektorze rolnym i spadku cen jego produkcji sprzedanej. Zmniejsza to oczekiwane marże producentów i zniechęca ich do inwestowania, a co za tym idzie, mimo istotnego obniżenia się kosztów produkcji (zużycie pośrednie w rolnictwie jest w znacznym stopniu oparte na produkcji samego sektora rolnego), prowadzi do spadku zatrudnienia. Efekty te są w skali sektorowej relatywnie silne, wahając się od około (+/-) 0,2% do (+/-) 0,6% odchylenia od wartości pierwotnej odpowiednich wielkości. Spadek popytu inwestycyjnego ze strony sektora AGR oraz ujemna presja na wynagrodzenia wywołana wzrostem bezrobocia w efekcie zmniejszenia się zatrudnienia w rolnictwie powodują jednak, że obniżają się także koszty działalności w innych sektorach, co z kolei (wobec braku w nich adekwatnej presji na spadek cen) prowadzi do wzrostu oczekiwanych marż. W konsekwencji, o ile spadek cen produkcji rolnej prowadzi do zmniejszenia aktywności inwestycyjnej i zatrudnienia w rolnictwie, to w pozostałych sektorach następuje ich wzrost, który jednak tylko w wypadku inwestycji jest na tyle silny, by globalny efekt był pozytywny. Odróżnia to przypadek sektorowego szoku technologicznego od szoku globalnego, w wyniku którego wzrosłoby zatrudnienie i inwestycje w całej gospodarce. Warto zauważyć, że dodatni szok technologiczny w sektorach pozarolniczych, a więc spadek relatywnych cen produkowanych przez nie dóbr (w analizowanym wypadku energii i paliw) wywołuje obniżenie kosztów produkcji rolnej, zwiększenie oczekiwanych zysków i wzrost inwestycji w rolnictwie. Ponieważ jednak efekty te rozprzyskują się także na inne, pozarolnicze sektory, ich ilościowy wymiar na poziomie relatywnie małego sektora rolnego jest ograniczony.

Wykorzystany do przeprowadzenia symulacji model jest modelem gospodarki realnej, czyli bez pieniądza. W związku z tym mamy w nim do czynienia z realnym kursem walutowym oraz realną stopą procentową. Są one ustalane w pełni endogenicznie, a tym samym ich wysokość jest wypadkową rynkowych relacji popytu i podaży odpowiednio w międzynarodowej wymianie handlowej oraz na rynku aktywów. Z tego względu szoki bezpośrednio zmieniające poziom kursu walutowego i stóp procentowych są niczym innym, jak szokami popytowymi lub podażowymi wpływającymi odpowiednio na popyt lub podaż towarów podlegających wymianie handlowej, bądź popyt lub podaż oszczędności. W analizie skupiono się na popytowym szoku w eksporcie oraz szoku modyfikującym stopę preferencji czasowej gospodarstwa domowego, a tym samym podaż oszczędności.

Jeśli chodzi o ekonomiczne następstwa zwiększenia zagregowanego popytu zagranicznego o 1% to w pierwszej kolejności dochodzi do wzrostu oczekiwanych zysków firm eksportujących, a więc także ich popytu na dobra sektorowe. W konsekwencji rosną też oczekiwane zyski producentów, co indukuje silny im-

puls inwestycyjny w całej gospodarce, w tym w rolnictwie. Powszechność tego impulsu wynika z agregatowego (tj. dotykającego wszystkie rynki sektorowe) charakteru rozważanego szoku popytowego. W rezultacie rośnie także produkt i płace (w wyniku podziału nadwyżki producenta między pracowników i pracodawców). Ponieważ jednak wzrosła jedynie przeciętna, a nie krańcowa produktywność pracy (technologia pozostała niezmienną), wzrost wynagrodzeń wymusza niewielki spadek zatrudnienia, co mityguje całkowity przyrost produktu. Ponieważ szok popytowy pochodzi z zagranicy dochodzi do wzmocnienia waluty krajowej (kurs walutowy obniża się), co z kolei przeciwdziała wzrostowi eksportu.

Szok zmieniający stopę preferencji czasowej gospodarstwa domowego redukuje pożądaną poziom jego oszczędności, czyniąc kapitał relatywnie radszym. W efekcie, by zrównoważyć popyt inwestycyjny z podażą kapitału w postaci oszczędności, konieczne jest podwyższenie realnej stopy procentowej, która rośnie o 1,5% w ujęciu rocznym. Powoduje to spadek inwestycji w skali kraju o 0,4%, przy czym za zjawisko to odpowiadają przede wszystkim sektory, w których popyt inwestycyjny jest globalnie największy, tj. sektor usługowy i przemysł. W mniejszych sektorach gospodarki, takich jak rolnictwo, energetyka i paliwa spadek inwestycji jest o połowę mniejszy od średniej krajowej. Przyczyną jest to, że indukowany przez spadek oszczędności wzrost globalnego popytu konsumpcyjnego odnosi się w pierwszym rzędzie do sektorów, w których jest on najmniej elastyczny, tj. właśnie do sektora żywnościowego, a także do powiązanych z nim przepływami międzygałęziowymi sektorów – energetycznego i paliwowego. W efekcie, o ile PKB w usługach i przemyśle obniża się, to zarówno PKB, jak i produktywność pracy w rolnictwie rosną, bowiem dzięki zwiększeniu popytu konsumpcyjnego wzrastają ceny produktów rolnych.

Symulacje dotyczące skutków stopniowego ograniczania i likwidacji dopłat zaimplementowano na dwa sposoby o nieco innej treści ekonomicznej. W wariantcie pierwszym założono, że dopłaty bezpośrednie trafiają do sektora rolnego w formie bezpośredniego wsparcia skierowanego do pracujących rolników. W wariantcie drugim przyjęto, że wydatki te nie są czystym subsydem do zatrudnienia w sektorze, lecz raczej subsydem ogólnym, którego wymiar nie wiąże się bezpośrednio z liczbą zatrudnionych w danym gospodarstwie. Należy podkreślić, że z samego kształtu funkcjonujących w praktyce instrumentów WPR trudno jednoznacznie określić, do jakiego z dwóch wyróżnionych w modelu wariantów należy je przypisać. Z jednej strony bowiem dopłaty bezpośrednie są uzależnione od czynników nie związanych z liczbą pracujących w danym gospodarstwie (co przemawiałoby za drugą z wymienionych interpretacji), z drugiej jednak strony przy obecnej strukturze agrarnej dopłaty bezpośrednie otrzymują głównie rolnicy indywidualni prowadzący małe lub średnie

gospodarstwa, a co za tym idzie polityka ta ma w polskich realiach *de facto* charakter subsydium do zatrudnienia.

W analizie przyjęto, że instrumenty polityki rolnej są szczególnymi przypadkami rządowych subsydiów sektorowych zwiększających poziom zysków osiąganych w sektorze oraz tempo akumulowanego w tym sektorze kapitału. Wprowadzenie funduszy UE do modelu oznacza także konieczność modyfikacji równania bilansowego w wymianie gospodarczej z zagranicą, gdyż fundusze unijne są z punktu widzenia ekonomicznego odnotowywane na rachunku przepływów kapitałowych, który z definicji musi równoważyć bilans handlowy będący różnicą między eksportem a importem. Jak wspomniano wcześniej symulację przeprowadzono z użyciem filtra Kalmana, a informację wykorzystaną w filtracji-predykcji tworzy pełna ścieżka (kwartalnych) wydatków na dopłaty bezpośrednie w okresie 2003-2020. Za lata 2003-2009 (okres historyczny) ścieżka ta jest odtwarzana na podstawie rocznych danych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi z zastosowaniem algorytmu interpolacyjnego Boota-Feibesa-Lismana (tzw. algorytm BFL). Założono, że do roku 2012 wydatki na dopłaty bezpośrednie sięgną 1% PKB, wobec około 0,7% w roku 2009 i przewidywanych 0,9% w roku 2010. Przyjęto jednocześnie, że poziom ten zostanie utrzymany do końca obecnej perspektywy finansowej, tj. do roku 2013, natomiast na przełomie lat 2014/2015 rozpocznie się stopniowe zmniejszanie dopłat o 10% z kwartału na kwartał. Takie podejście umożliwiło przeprowadzenie eksperymentu myślowego pozwalającego na jednoczesne śledzenie gospodarczych skutków wprowadzenia dopłat (lata 2003-2014) oraz ich stopniowej likwidacji (lata 2015-2020) w kolejnej perspektywie finansowej 2013-2020.

Przeprowadzone symulacje wskazują na nieco inne efekty gospodarcze dopłat bezpośrednich w zależności od tego czy traktowane są one w modelu, jako bezpośrednie subsydia do zatrudnienia, czy subsydia ogólne do sektora. Przy czym różnice te ujawniają się na poziomie sektorowym, podczas gdy efekty *stricte* makroekonomiczne (tj. widoczne w skali całej gospodarki) są w obu wypadkach jakościowo podobne, zaś ewentualne różnice mają charakter czysto ilościowy. W szczególności z symulacji wynika, że w latach 2003-2014 (tj. w okresie, odnośnie którego założono, że wydatki na dopłaty bezpośrednie, generalnie rzecz biorąc, cechować będzie trend rosnący) rosnąć będą: PKB, konsumpcja i płace. Wartości tych zmiennych będą w maksimum wyższe o ok. 2%.

W obydwu wariantach dopłaty bezpośrednie będą prowadzić do spadku zatrudnienia w skali makroekonomicznej, przy czym będzie on niższy w wariantcie, w którym dopłaty mają charakter subsydium do zatrudnienia w rolnictwie. W rezultacie, wobec zwiększenia się PKB, rośnie także produktywność pracy, w zależności od wariantu od 2% do 3%. Spadek zatrudnienia w sytuacji

wzrostu PKB i płac ma swoje źródło w efekcie dochodowym po stronie gospodarstw domowych, zgodnie z którym ludzie otrzymując darmowy transfer w postaci dopłat bezpośrednich, zwiększający ich możliwości konsumpcyjne na rynku dóbr bez konieczności podejmowania pracy, skłonni są do przeznaczania relatywnie większej części swego czasu na wypoczynek. Efekt ten jest wzmocniony przez spadek popytu na pracę po stronie firm, które konfrontują się z rosnącymi oczekiwaniami płacowymi i płacami, co – wobec stałości używanej technologii – groziłoby obniżeniem się zyskowności, o ile popyt na pracę z ich strony nie ulegnie obniżeniu. Zatrudnienie rośnie jedynie w rolnictwie, o ile założymy, że dopłaty mają przede wszystkim formę subsydium do zatrudnienia. Jeśli tak nie jest, to także w tym sektorze należałoby oczekiwać obniżenia się (*ceteris paribus*) zatrudnienia w wyniku wprowadzenia dopłat.

Należy także podkreślić, że spadek zatrudnienia powoduje, że wywołany dopłatami wzrost wytwarzanego produktu na poziomie zagregowanym ogranicza się jedynie do rolnictwa i sektora najściślej z nim powiązanego popytem pośrednim tj. energetyki, a także (w mniejszym stopniu) usług, które korzystają na ożywieniu popytu konsumpcyjnego i inwestycyjnego w znacznie większym stopniu niż np. przemysł. Warto także podkreślić, że inwestycje, jako zmienna silnie procykliczna, reagują na impulsy popytowe ze strony dopłat bezpośrednich wyjątkowo silnie i szybko. W szczególności firmy oczekując ewentualnej redukcji dopłat po roku 2014 już kilka lat wcześniej zaczynają ograniczać ekspansję inwestycyjną tak, aby nie znaleźć się w sytuacji przeinwestowania, gdy popyt zagregowany indukowany przez WPR osłabnie.

Podsumowanie

Modele dynamicznej stochastycznej równowagi ogólnej (DSGE) należą do najnowszych narzędzi analizy makroekonomicznej, tworzonych na gruncie teorii równowagi ogólnej, zgodnie z którą gospodarka traktowana jest jako rynkowy system wzajemnie na siebie oddziałujących naczyń połączonych. Główną przyczyną rosnącego zainteresowania wykorzystaniem modeli DSGE jest to, że w odróżnieniu od tradycyjnych modeli makroekonomicznych, z zasady nie są one obciążone tzw. krytyką Lucasa [Woodford 2003]. Formalnie biorąc, mogą być zatem z powodzeniem stosowane do przeprowadzania eksperymentów realistycznie odzwierciedlających funkcjonowanie gospodarki oraz do kompleksowego badania występujących w gospodarce interakcji i zależności.

Modele DSGE zaczęły od kilku lat odgrywać rolę nie tylko głównego narzędzia badawczego w makroekonomii, lecz także rolę atrakcyjnego instrumentarium analitycznego, służącego do ilościowej oceny ex-post i ex-ante makroekonomicznych skutków prowadzonej lub projektowanej polityki gospodarczej. Jak dotychczas, ich podstawowe zastosowanie związane jest z analizą takich kluczowych zjawisk w gospodarce, jak wzrost gospodarczy czy cykle biznesowe, a także z ewaluacją skutków polityki monetarnej lub fiskalnej.

Początkowo budowa i rozwój modeli DSGE na świecie były inspirowane głównie potrzebami sektora bankowości centralnej, poszukującego narzędzi analitycznych wspomagających wybór optymalnych wariantów polityki makroekonomicznej. Obecnie, coraz częściej wykorzystuje się je także do analiz zorientowanych sektorowo lub ukierunkowanych na określone obszary funkcjonowania gospodarki. Podejmowane są też próby zastosowania modeli klasy DSGE do ewaluacji różnego rodzaju polityk mających bezpośredni lub pośredni związek z funkcjonowaniem sektora rolno-żywnościowego (np. polityki środowiskowej czy handlowej). Inne obszary problemowe tego rodzaju zastosowań, to między innymi alokacja i efektywność wykorzystania czynników wytwórczych, czy też postęp w rolnictwie i wpływ inwestycji w sektorze rolno-żywnościowym na rozwój gospodarczy.

W opracowaniu skupiono się na przedstawieniu istoty modeli klasy DSGE, identyfikacji najważniejszych obszarów problemowych, ich zastosowań w analizach dotyczących funkcjonowania sektora rolno-żywnościowego oraz określeniu przydatności tego rodzaju modeli, jako narzędzi wspierających ocenę ekonomicznej trafności i formułowanie założeń krajowej polityki rolnej. Potencjalne pole analitycznych zastosowań modelu typu DSGE w tym zakresie jest z pewnością stosunkowo szerokie. Obejmuje ono między innymi analizę oddziaływania podatkowych i dotacyjnych instrumentów polityki rolnej (w tym

WPR), gospodarczych efektów przemian strukturalnych prowadzących do migracji z regionów rolniczych, ocenę efektów postępu technologicznego w rolnictwie czy wreszcie ocenę wpływu szoków podaźowych i cenowych na rynkach surowcowych na ceny i produkcję sektora rolnego oraz całej gospodarki. W tym kontekście, interesującym przykładem modelu dedykowanego krajowym analizom, zorientowanego na funkcjonowanie sektora rolno-żywnościowego, jest model Duńskiego Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Rybołówstwa – Dynamic-AAGE. Model ten cechuje dostatecznie daleko idący stopień dezagregacji, umożliwiającą analizę nie tylko samego sektora rolnego na tle całej gospodarki, ale również jego głównych podsektorów.

W ramach prowadzonych prac badawczych podjęto również próbę wykorzystania opracowanego w Instytucie Badań Strukturalnych w Warszawie, wielosektorowego, kalibrowanego bezpośrednio na danych polskich, strukturalnego modelu gospodarki polskiej klasy DSGE do oceny, między innymi, skutków stopniowej likwidacji dopłat bezpośrednich w rolnictwie. Przeprowadzone symulacje modelowe wskazują, że o ile dopłaty bezpośrednie w rolnictwie mają bez wątpienia pozytywny wpływ na dochody gospodarstw domowych (w tym zwłaszcza rolniczych), poziom wynagrodzeń i produktu w skali krajowej, to ich oddziaływanie na zatrudnienie poza rolnictwem wydaje się być jednoznacznie negatywne.

Relatywny – w odniesieniu do spadkowego trendu wieloletniego – wzrost zatrudnienia będący wynikiem wprowadzenia dopłat bezpośrednich, mógł nastąpić jedynie w rolnictwie. Ceną tego jest osłabienie zachęt do modernizacji gospodarstw poprzez zastępowanie pracy kapitałem, widoczne w obniżeniu się (relatywnie do trendu) stopy inwestycji w sektorze rolnym. Jednocześnie, o ile oddziaływanie pierwszego filaru WPR na PKB w rolnictwie i powiązanej z nim przepływami międzygałęziowymi energetyce jest pozytywne, to już w wypadku pozostałych sektorów gospodarki sytuacja jest odmienna. Dopłaty bezpośrednie oddziałują szczególnie negatywnie na przemysł, który traci na wzroście cen dóbr inwestycyjnych i energii, a który, jako najsilniej ukierunkowany na eksport, nie korzysta ze wzrostu krajowego popytu konsumpcyjnego w stopniu porównywalnym do innych sektorów, takich jak energetyka czy usługi. Zatem wydaje się, że z punktu widzenia strukturalnych przemian w rolnictwie ograniczenie lub likwidacja dopłat bezpośrednich przysłużyłaby się całej gospodarce, przyspieszając krótkookresowo realokację zasobów pracy i kapitału do sektorów pozarolniczych (zwłaszcza usług i przemysłu), a w wypadku komponentu WPR subsydiującego zatrudnienie w rolnictwie, także stymulując inwestycje w sektorze, które w chwili obecnej wypierane są przez „darmową” (tj. nie wymagającą akumulacji kapitału na przyszłość) konsumpcję prywatną.

Z przeprowadzonych badań nad możliwościami zastosowania modelu dynamicznego stochastycznego stanu równowagi ogólnej (DSGE), jako narzędzia wspierającego formułowanie założeń polityki rolnej, wynika, że z jednej strony, modele klasy DSGE opierające na spójnej i uznanej teorii dynamicznej równowagi ogólnej, stanowią bardzo atrakcyjny aparat analityczny umożliwiający kompleksowe badanie funkcjonowania gospodarki. Z drugiej strony, na obecnym etapie rozwoju, nie są one wolne od szeregu ograniczeń, szczególnie mając na uwadze ich zastosowanie w analizach dedykowanych ocenie funkcjonowania sektora rolno-spożywczego, bądź ewaluacji i wspieraniu formułowania założeń polityki rolnej.

Podstawowym walorem modeli klasy DSGE jest całościowe ujęcie gospodarki i wynikająca z tego możliwość kompleksowej oceny skutków różnego rodzaju istotnych dla gospodarki zdarzeń oraz efektów różnych rodzajów polityki gospodarczej, rozpatrywanych w kategoriach ogólnego dobrobytu ekonomicznego całego społeczeństwa. Ponadto, w porównaniu do klasycznych modeli równowagi ogólnej, symulacje z wykorzystaniem modeli DSGE dają wgląd w dynamikę analizowanych zjawisk i procesów interakcji w gospodarce, dzięki uwzględnieniu niepewności oraz oczekiwań wobec przyszłości.

Głównym ograniczeniem w stosowaniu modeli DSGE na obecnym etapie ich rozwoju w analizach sektorowych jest stosunkowo niski stopień dezagregacji i traktowanie konsumentów i producentów, jak zbiory homogenicznych podmiotów (założenie o reprezentatywnym gospodarstwie domowym i reprezentatywnym przedsiębiorstwie). Pomijana jest zatem specyfika sektorowa wskutek czego nie jest możliwe określenie skutków oddziaływania rozpatrywanych czynników oraz zmian polityki gospodarczej w odniesieniu do poszczególnych gałęzi w sektorze czy określonych typów producentów. Dotyczy to szczególnie sektorów i producentów o relatywnie mało znaczącym udziale w wytwarzanym PKB. Problemem może być też ocena skutków polityki wprowadzającej trudne do skwantyfikowania zmiany jakościowe, zwłaszcza polityki nie mającej znamion szoku.

Z tych względów modele DSGE nie powinny być póki co traktowane, jako alternatywa dla innego typu modeli (np. modeli równowagi cząstkowej lub ogólnej), lecz jako cenne uzupełnienie dostępnego instrumentarium analitycznego, przydatnego w formułowaniu założeń polityki rolnej, głównie pod kątem implikacji dla przemian strukturalnych w sektorze i całej gospodarce.

Bibliografia

1. Abbott P.C., Paarlberg P.L., Sharples J.A.: *Targeted Agricultural Export Subsidies and Social Welfare*. International Agricultural Trade Research Consortium Working Papers, Working Paper 86-4, 1986.
2. Adams P.D., Anderson L., Jacobsen L.-B.: *Structural Forecasts for the Danish Economy using the Dynamic-AAGE Model*. Paper prepared for the presentation at the Xth EAAE Congress “Exploring Diversity in the European Agri-Food System”, Zaragoza, 2002.
3. Antimiani A., Salvatici L.: *EU Trade Policies: Benchmarking Protection in a General Equilibrium Framework*. TRADEAG – Agricultural Trade Agreements, Working Papers 4/2005, 2005.
4. Arndt Ch., Dorosh P., Fontana M., Zohir S., El-Said M., Lungren Ch.: *Opportunities challenges in agriculture and garments: a general equilibrium analysis of the Bangladesh economy*. International Food Policy Research Institute TMD, Discussion Paper, 2002.
5. Baker M.L., Hayes D.J., Babcock B.A.: *Crop-Based Biofuel Production under Acreage Constraints and Uncertainty*. Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State University, Selected Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, FL, 2008.
6. Balkhausen O., Banse M.: *Modelling of land use and land market in partial and general equilibrium models: the current state*. Workpackage 9, Deliverable No. 3, Göttingen 2004.
7. Banse M., Grethe H.: *Effects of a potential new biofuel directive on EU land use and agricultural markets*. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar “Modelling of Agricultural and Rural Development Policies”, Sevilla 2008.
8. Banse M., Grethe H.: *Using the Logistic Functional Form for Modelling International Price Transmission in Net Trade Simulation Models*. Paper prepared for presentation at the International Association of Agriculture Economists Conference, Gold Coast 2006.
9. Banse M., van Meijl H., Tabeau A., Woltjer G.: *Impact of EU Biofuel Policies on World Agricultural and Food Markets*. European Association of Agricultural Economists 107th Seminar, Sevilla 2008.
10. Bayar A., Diao X., Yeldan E.: *An intertemporal, multi-region general equilibrium model of agricultural trade liberalization in the South Mediterranean NICs, Turkey, and the EU*. International Food Policy Research Institute TMD Discussion Papers, TMD Discussion Paper 56, 2000.
11. Beghin J.C., Karp L.S.: *Optimum Tariffs in a Distorted Economy: An Application to U.S. Agriculture*. International Agricultural Trade Research Consortium Working Papers, Working Paper 86-5, 1986.
12. Beghin J.C., Karp L.: *Tariff reform in the presence of sector-specific distortions*. University of California, Berkeley Department of Agricultural and Resource Economics CUDARE Working Papers, 1990.
13. Beghin J., Fabiosa J. (red.): *The Doha Round of the World Trade Organization: Appraising Further Liberalization of Agricultural Markets*. Working Paper 02-WP 317, FAPRI, Ames 2002.
14. Benjamin C., Houee-Bigot M., Tavera Ch.: *What are the long-term drivers of food process? Investigating improvements in the accuracy of prediction intervals for the forecast of food prices*. Selected paper for presentation at the Agricultural & Applied Economics Association’s 2009 AAEA & ACCI Joint Annual Meeting, Milwaukee, Wisconsin 2009.
15. Binfield J., Westhoff P., La Cadre E.: *Incorporating biofuels into a partial equilibrium model of the EU agricultural sector*. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar “Modelling of Agricultural and Rural Development Policies”, Sevilla 2008.

16. Binswanger H.P., Yamaguchi M.: *Some structural changes in the US and Japanese economies*. University of Minnesota Department of Applied Economics Staff Papers, Staff Paper P74-6, 1974.
17. Bjornlund B., Cochrane N., Haley M., Hoskin R., Liefert O., Paarlberg P.: *Livestock sectors in the economies of Eastern Europe and the former Soviet Union; transition from plan to market and the road ahead*. United States Department of Agriculture Economic Research Service Agricultural Economics Reports, Agricultural Economic Report Number 798, 2002.
18. Bouet A., Mevel S., Orden D.: *Two Opportunities to Deliver on the Doha Development Pledge*. International Food Policy Research Institute Research Briefs, 2006.
19. Breisinger, C., Diao X., Thurlow J., Yu B., Kolavalli S.: *Accelerating Growth and Structural Transformation: Ghana's Options for Reaching Middle-Income Country Status*. International Food Policy Research Center IFPRI Discussion Papers, 2008.
20. Briand A.: *Marginal Cost Versus Average Cost Pricing with Climatic Shocks in Senegal: Dynamic Computable General Equilibrium Model Applied to Water*. Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM) Climate Change Modelling and Policy Working Papers, 2006.
21. Britz W., Heckelei T., Junker F., Pérez I., Wieck C.: *How Sustainable is the Latest CAP Reform Under Possible Trade Liberalisation Outcomes of the Doha Round?* Paper prepared for the IATRC Summer symposium "Pressure for Agricultural Reform: WTO Panels and the Doha Round Negotiations", Sevilla 2005.
22. Britz W., Heckelei T.: *Recent developments in EU policies – challenges for partial equilibrium models*. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar "Modelling of Agricultural and Rural Development Policies", Sevilla 2008.
23. Brockmeier M., Kurzweil M.: *EU-migration in the context of liberalizing agricultural markets*. American Agricultural Economics Association Annual meeting, Montreal, Canada, Selected Paper, 2003.
24. Brown S., Madison D., Goodwin H.L., Clark F.D.: *The Potencial Effects on United States Agriculture of an Avian Influenza Outbreak*. Journal of Agricultural Economics, 39, 2, 2007.
25. Canning P., Tsigas M.: *Regionalism, Federalism, and Taxation: A Food and Farm Perspective*. Technical Bulletin No 1882, 2000.
26. Chang Ch.-Ch., Hsu S.-H., Wu Ch.-H.: *An economy-wide analysis of GM food labeling policies in Taiwan*. American Agricultural Economics Association Annual meeting, Selected Paper, Denver, USA 2004.
27. Chantret F., Gohin A.: *The Long-Run Impact of Energy Prices on World Agricultural Markets: The Role of Macro-Economic Linkages*. Contributed Paper International Association of Agricultural Economists Conference, Beijing, China 2009.
28. Chantreuil F., Tabeau A., van Leeuwen M.: *Estimation of impact of EU agricultural policies on the world market prices. Modeling of Agricultural and Rural Development Policies*. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar "Modelling of Agricultural and Rural Development Policies", Sevilla 2008.
29. Chemingui M.A.: *Public spending and poverty reduction in an oil-based economy: The case of Yemen*. International Food Policy Research Center IFPRI Discussion Papers, 2007.
30. Coakley J., Gow H.R.: *Asset illiquidity, exclusory laws, and Land Reform: the case od foreign ownership of Hungarian agricultural land*. American Agricultural Economics Association Annual meeting, Chicago 2001.
31. Conforti P., Sarris A.: *Commodity prices, structural constraints and food price shocks in Tanzania*. Contributed Paper International Association of Agricultural Economists Conference, Beijing, China 2009.

32. Coupal R.H., Holland D.: *Economic impact of electric power industry deregulation on the state of Washington: a general equilibrium analysis*. Journal of Agricultural and Resource Economics, Vol. 27, No. 1, 2002.
33. Coxhead I., Jayasuriya S.: *Development strategy, poverty and deforestation in the Philippines*. University of Wisconsin-Madison Department of Agricultural and Applied Economics Staff Papers, 2002.
34. Coxhead I., Warr P.G.: *Does technical progress in agriculture alleviate poverty? A Philippine case study*. Australian Journal of Agricultural Economics, Vol. 39, No. 1, 1995.
35. Dąbrowski I.: *Teoria równowagi ogólnej. Rys historyczny i obecny status w ekonomii*. Szkoła Główna Handlowa w Warszawie – Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2009.
36. Decreux Y., Valin H.: *MIRAGE, Updated Version of the Model for Trade Policy Analysis: Focus on Agriculture and Dynamics*. TRADEAG – Agricultural Trade Agreements Working Papers, 2007.
37. Diao X., Roe T., Doukkali R.: *Economy-wide benefits from establishing water user-right markets in a spatially heterogeneous agricultural economy*. International Food Policy Research Institute TMD Discussion Papers, 2002.
38. Diao X., Roe T.: *The effect of sequencing trade and water market reform on interest groups in irrigated agriculture: an intertemporal economy-wide analysis of the Moroccan case*. Economic Development Center, University of Minnesota, Bulletin No. 95-5, 1998.
39. Dinopoulos E.: *Agricultural R&D and economic growth*. Michigan State University Department of Agricultural Economics Food Security III Papers, International Development Working Paper No. 60, Michigan, 1996.
40. Domigues I.P., Wolfgang B., Holm-Muller K.: *Modelling a trading scheme for green house gas emissions from European agriculture. A comparative analysis based on different policy options*. EcoMod International Conference on Energy and Environment Modelling, Moscow 2007.
41. Duncan A., Richardson J., Schwart R.: *Probabilities of Success for Netherlands Dairy Farmers Moving Operations to the U.S*. Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting, Denver, Colorado 2004.
42. Eboli F., Parrado R., Roson R.: *Climate Change Feedback on Economic Growth: Explorations with a Dynamic General Equilibrium Model*. Fondazione Eni Enrico Mattei, Sustainable Development Series 43/2009, 2009.
43. Ehui S., Tsigas M.E.: *Identifying Agricultural Research and Development Investment Opportunities in Sub-Sahara Africa; A Global, Economy-Wide Analysis*. Contributed paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference, Gold Coast, Australia, 2006.
44. Eppinka F.V., van den Bergha J.C.J.M.: *Ecological theories and indicators in economic models of biodiversity loss and conservation: A critical review*. Ecological Economics, Vol. 61, No. 2-3, Amsterdam 2007.
45. European Commission: *The impact of a minimum 10% obligation for biofuel use in the EU-27 in 2020 on agricultural markets*. European Commission, Directorate-General for Agriculture and Rural Development, Brussels 2007.
46. European Commission: *Renewable Energy Road Map. Renewable energies in the 21st century: building a more sustainable future*. Brussels, 2007.
http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/03_renewable_energy_roadmap_en.pdf
47. Fabiosa J.F., Beghin J.C., Dong F., Elobeid A., Tokgoz S., Yu T.-H.: *Land Allocation Effects of the Global Ethanol Surge: Prediction from the International FAPRI Model*. Centre of Agricultural and Rural Development, Working Paper 09-WP 488, Iowa State University 2009.

48. Fang Ch., Babcock B.A.: *China's Cotton Policy and the Impact of China's WTO Accession and Bt Cotton Adoption on the Chinese and U.S. Cotton Sectors*. Working Paper 03-WP-322, Ames 2003.
49. FAPRI – Food and Agricultural Policy Research Institute: *Economic Impacts of Not Extending Biofuels Subsidies*. FAPRI-UMC Report 17-07, Iowa State University 2007.
50. Femenia F., Gohin A.: *Dynamic modeling of agricultural policies: the role of expectation schemes*. INRA, UMR SMART, Contributed Paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economics Conference, Pekin 2009.
51. Ferjani A.: *Imperfect Competition, Economies of Scale and Trade Liberalisation in Tunisia – A Comparative Analysis Using a Computable General Equilibrium Model (CGEM)*. Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie/ Economie et Sociologie Rurales No. 1, 2003.
52. Fernandez-Villaverde J.: *The Econometrics of DSGE Models*: University of Pennsylvania, NBER i CEPR, 2009.
53. Fuller F., Beghin J., De Cara S., Fabiosa J., Fang Ch., Matthey H.: *China's Accession to the WTO: What Is at Stake for Agricultural Markets?* Working Paper 01-WP 276, Ames 2001a.
54. Fuller F., Beghin J., De Cara S., Fabiosa J., Fang Ch., Matthey H.: *China's Accession to the World Trade Organization: Impact on Agricultural Markets*. Selected paper to be presented at 2001 AAEA meetings, Chicago 2001b.
55. Garvey E.: *Estimations of labour inputs using FADN data, [w:] System for Environmental and Agricultural Modeling: Linking European Science and Society*. Report no.: 15, Galway, Ireland 2006.
56. Gerard F., Piketty M.-G.: *Impacts of agriculture trade liberalization on poverty: sensitivity of results to factors mobility among sectors*. Paper prepared for presentation at the 106th seminar of the EAAE “Pro-poor development in low income countries: Food, agriculture, trade and environment. Montpellier 2007.
57. Glebe T., Latacz-Lohmann U.: *Agricultural trade liberalization and strategic environmental policy: a formal analysis*. American Agricultural Economics Association 2004 Annual meeting, Selected Paper, Denver 2004.
58. Golub A., Hertel T., Sohngen B.: *Projecting Supply and Demand for Land*. Selected paper prepared for presentation at the American Agriculture Economics Association Annual Meeting, Portland 2007.
59. Gömann H., Kreins P., Kunkel R., Wendland F.: *Model based impact analysis of policy options aiming at reducing diffuse pollution by agriculture — a case study for the river Ems and a subcatchment of the Rhine, Environmental Modelling & Software*. Vol. 20, No. 2, 2005.
60. Grethe H., Nolte S., Banse M.: *Modelling the effects of EU sugar market liberalization on area allocation, production and trade*. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar “Modelling Agricultural and Rural Development Policies”, Sevilla 2008.
61. Gruere G., Bouet A., Mevel S.: *Genetically Modified Food and International Trade: The Case of India, Bangladesh, Indonesia, and the Philippines*. International Food Policy Research Center IFPRI Discussion Papers, 2007.
62. Golan E., Hanson K., Vogel S., Olmsted J.: *Tracing the impacts of Food Assistance Programs on the agriculture and consumers: a computable general equilibrium model*. United States Department of Agriculture Economic Research Service Food Assistance and Nutrition Research Reports, Report Number 18, 2002.
63. Hart Ch.E., Smith D.B.: *The FAPRI Baseline Model of the Federal Crop Insurance Program*. Paper provided by Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI) at Iowa State University in its series Food and Agricultural Policy Research Institute (FAPRI) Publications with number 98-TR 40, 1998.

64. Hayes D.J., Babcock B.A., Fabiosa J.F., Tokgoz S., Elobeid A., Yu T.-H., Dong F., Hart Ch.E., Chavez E., Pan S., Carriquiry M., Dumortier J.: *Biofuels: Potential Production Capacity, Effects on Grain and Livestock Sectors, and Implications for Food Prices and Consumers*. Working Paper 09-WP 487, Ames 2009.
65. Hazledine T.: *Industrial organization foundations of trade policy modeling*. Australian Journal of Agricultural Economics Vol. 33, No. 01, 1989.
66. Heckelei Th., Krebs E., Möllmann C., von Lampe M.: *Comparative Analysis of World Market Projections with Special Regard to Wheat Prices*. Discussion Paper 98-02, University of Bonn, Bonn 2002.
67. Helming J.F.M., Verhoog D., Meijl van H., Nowicki P.: *Effects of CAP Reform on Regional Employment in the EU*. Paper prepared for presentation at the 12th EAAE Congress "People, Food and Environments: Global Trends and European Strategies", Gent 2008.
68. Hertel T.W., Verma M., Bouet A., Cranfield J.A., Preckel P.V.: *Global Nutrition Impacts of Rapid Economic Growth in China and India*. American Agricultural Economics Association 2007 Annual Meeting, Portland, Oregon 2007.
69. Hsu S.-H., Lee D.-H., Chang Ch.-Ch., Lin H.-Ch., Yang T.-Ch.: *An Ex post Evaluation of Economic Impacts of Foot-and-Mouth Disease on Taiwan Using a Dynamic Computable General Equilibrium Model*. American Agricultural Economics Association 2005 Annual meeting, Providence, RI, Selected Paper 137147, 2005.
70. Huff K., Meilke K., Turvey C.: *Issues in modeling bioterrorism in the agrifood sektor*. WERA-72: Western Education/Extension and Research Activities Committee on Agribusiness WCC-72 Annual Meeting, Paper Presented at 2003 WCC-72 Meeting, Las Vegas, Nevada 2003.
71. Ignaciuk A.M., Dellink R.B.: *Multi-Product Crops for Agricultural and Energy Production – an AGE Analysis for Poland*. Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM) International Energy Markets Working Papers Series/Report no.: IEM Nota di Lavoro 133.2005, English Collections: International Energy Markets Working Papers, 2005.
72. Impullitti G., Licandro O.: *Trade, firm selection, and innovation: the competition channel*. Preliminary draft, 2009.
73. Irz X., Roe T.: *Growth pattern, sustainability and trade in a land constrained economy*. Selected paper presented at the 2000 conference of the AAEE, Tampa Bay, Florida, 2000.
74. Jakimowicz A.: *Od Keynesa do teorii chaosu*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2003.
75. Jansson T., Wieck Ch., Dominguez I.P., Britz W.: *Auswirkungen der Mid-Term Review Beschlüsse auf die Landnutzung in europäischen Regionen und Betrieben – eine quantitative Analyse mit dem CAPRI Modellsystem*. Paper presented at the Gewisola-Tagung 2003, Hohenheim, Germany 2003.
76. Kamińska T.: *Równowaga cząstkowa (rynkowa) i ogólna*. <http://ekonom.univ.gda.pl/mikro/ekonomia%20matematyczna/dzienne%202003-4/Teoria%20równowagi%20-%20wykład.doc>, 2009.
77. Kaye-Blake W., Saunders C.: *Estimated Contribution of Four Biotechnologies to New Zealand Agriculture Agribusiness and Economics Research Unit*. Lincoln University, Paper provided by American Agricultural Economics Association (New Name 2008: Agricultural and Applied Economics Association) in its series 2006 Annual meeting, Long Beach, CA with number 21133, 2006.
78. Kempen M., Kraenzlein T.: *Energy Use in Agriculture: A Modeling Approach to Evaluate Energy Reduction Policies*. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar "Modelling of Agricultural and Rural Development Policies", Sevilla 2008.
79. Kydland F.E., Prescott E.C.: *The Computational Experiment: An Econometric Tool*. Journal of Economic Perspectives, American Economic Association, Vo. 10, No. 1, s. 69-85, 1996.

80. Kydland F., Prescott E.: *Time to build and aggregate fluctuations*. *Econometrica* 50, s. 1350-1372, 1982.
81. Landon-Lane J.: *Evaluating Dynamic Stochastic General Equilibrium Models using Likelihood Methods*. Rutgers University, New Brunswick 2002.
82. Lawrence J.D., Ibarburu, M.A.: *Economic Analysis of Pharmaceutical Technologies in Modern Beef Production*. Paper provided by NCCC-134 Conference on Applied Commodity Price Analysis, Forecasting and Market Risk Management in its series 2007 Conference, Illinois with number 37560, Chicago 2007.
83. Lee D.-H., Lin H.-Ch., Chang Ch.-Ch.: *An Economy-wide Analysis of Increasing Bio-Ethanol Production in Tajwan*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Agricultural Economics Association, Portland, Oregon 2007.
84. Lee H.-L. Ch, Ching-Cheng W., Yung-Ho H., Sheng-Ming H., Shih-Hsun: *An Economy-wide Analysis of Impacts on Taiwan of Reducing Tariff Escalation on Agriculture-Related Products in WTO Doha Round Negotiations*. Contributed Paper International Association of Agricultural Economists 2009 Conference, Beijing, China 2009.
85. Lee H.-L., Hertel T.W., Sohngen B., Ramankutty N.: *Towards an Integrated Land Use Data Base for Assessing the Potential for Greenhouse Gas Mitigation*. GTAP Technical Paper No. 25, Center for Global Trade Analysis, Purdue University, 2005.
86. Lehtonen H., Lankoski J., Niemi J., Ollikainen M.: *Evaluating the Impact of Alternative Policy Scenarios on Multi-functionality: A Case Study of Finland*. CEPS ENARPRI (European Network of Agricultural and Rural Policy Research Institutes) Working Papers No. 13, Helsinki 2005.
87. Lehtonen H., Peltola J., Sinkkonen M.: *Co-effects of climate policy and agricultural policy on regional agricultural viability in Finland*. *Agricultural Systems*, Vol. 88, No. 2-3, s. 472-493, 2006.
88. Listorti G., Esposti R.: *Making the world market price endogenous within the AGMEMOD modelling framework: an econometric solution*. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar "Modelling Agricultural and Rural Development Policies", Sevilla 2008.
89. Liu X., Wang X., Mao X., Luo W., Xin X.: *Did Agricultural Technological Changes Affect China's Regional Disparity?* Contributed Paper International Association of Agricultural Economists 2009 Conference, Beijing 2009.
90. Lofgren H., Robinson S., Thurlow J.: *Macro and micro effects of recent and potential shocks to cooper mining in Zambia*. International Food Policy Research Institute TMD Discussion Papers, English Collections: TMD Discussion Papers, 2002.
91. Lucas R.E.Jr.: *Econometric policy evaluation: a critique*. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 1, s. 19-46, 1976.
92. Ludena C., Wong S.: *Domestic Support Policies for Agriculture in Ecuador and the U.S.-Andean Countries Free Trade Agreement: An Applied General Equilibrium Assessment*. American Agricultural Economics Association 2006 Annual meeting, Selected Paper, Long Beach, CA, 2006.
93. Mattison E.H.A., Norris K.: *Bridging the gaps between agricultural policy, land-use and biodiversity*. *Trends in Ecology & Evolution*, Vol. 20, No. 11, 2005.
94. McDonaled S., Punt C.: *General equilibrium modeling in South Africa: What the future holds*. *Agrekon*, Vol. 44, No. 1, 2005.
95. McKibbin W.J., Morris A., Wilcoxon P. J., Cai Y.: *Consequences of Alternative U.S. Cap-and-Trade Policies: Controlling Both Emissions and Costs*. Centre for Applied Macroeconomic Analysis Working Paper Series 18/2009, Australian National University, 2009.
96. Meyers W.H.: *Causes & Implications of the Food Price Surge*. FAPRI-MU Report 12-08, Columbia 2008.

97. Mittenzwei K., Fjellstad W., Dramstad W.E., Flaten O., Gjertsen A.K., Loureiro M., Prestegard S.S.: *Opportunities and limitations in assessing the multifunctionality of agriculture within the CAPRI model*. Ecological Indicators, Vol, 7, No. 4, s. 827-838, Norwegia 2007.
98. Morgan N.: *Repercussions of BSE on International Meat Trade. Global Market Analysis*. Paper presented at WHO/FAO/OIE technical consultation on BSE: Public health, animal health and trade, Paris 2001.
99. Mycielski J.: *DSGE models*. Prezentacja, http://www.ekonometria.wne.uw.edu.pl/uploads/Main/modele_DSGE.pdf, Warszawa 2008.
100. Olekah J.K.A., Oyaromade R.: *Estimating a DSGE Model of the Nigerian Economy*. Monetary Policy Department, Central Bank of Nigeria, Draft paper scheduled for presentation at the 12th African Econometric Society Conference in Cape Town, RPA 2007.
101. Paltsev S.: *Moving from Static to Dynamic General Equilibrium Economic Models*. Notes for a beginner in MPSGE. Technical Note No. 4, MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Cambridge 2004.
102. Panek E. (red.): *Podstawy ekonomii matematycznej. Elementy teorii popytu i równowagi rynkowej*. Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2005.
103. Panek E. *Elementy ekonomii matematycznej*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1993.
104. Parry I.W.H.: *Agricultural Policies in the Presence of Distorting Taxes, Resources for the Future Discussion Papers*. Discussion Paper 98-05, 1997
105. Pauw K., Punt C., McDonald S.: *The Welfare Impacts of National and International Agricultural Efficiency Gains – A South African Case Study*. PROVIDE Project Working Paper Series, 2004.
106. Pratt A.N., Diao X.: *High value products or staple crops? A discussion on development strategies for Southern Africa*. American Agricultural Economics Association 2006 Annual meeting, Selected Paper, Long Beach, CA 2006.
107. Quiroga S., Iglesias A.: *Economic valuation of the impacts of climate change in agriculture in Europe*. European Association of Agricultural Economists 2008 International Congress, Ghent, Belgium 2008.
108. Rae A.N., Strutt A.: *The WTO, Agricultural Trade Reform and the Environment: Nitrogen and Agro-chemical Indicators for the OECD*. Estey Centre Journal of International Law and Trade Policy, Vol. 08, No. 1, 2007.
109. Rae A.N., Strutt A.: *The Current Round of Agricultural Trade Negotiations: Should We Bother About Domestic Support?* Estey Centre Journal of International Law and Trade Policy, Vol. 04. No. 2, 2003.
110. Riesgo L., Gomez J.A.: *Multi-Criteria Policy Scenarios Analysis for Public Management of Irrigated Agriculture*. Agricultural Systems Vol. 91, No. 1-2, 2006.
111. Rodseth, K.L.: *Efficient Supply of Cultural Landscape in a CGE Framework*, European Association of Agricultural Economists 2008 International Congress, Ghent, Belgium 2008.
112. Ronneberger K., Berrittella M., Tol R.S.J., Bosello F.: *Klum@Gtap: Introducing Biophysical Aspects of Land-Use Decisions Into a General Equilibrium Model a Coupling Experiment*. Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM) Climate Change Modelling and Policy Working Papers, 2006.
113. Ruge-Murcia F.J.: *Methods to Estimate Dynamics Stochastic General Equilibrium Models*. Department of Economics, University of California, Paper 2002'18, San Diego 2002.
114. Sahli M., Nowak J.-J.: *Migration, Unemployment and Net Benefits of Inbound Tourism in a Developing Country*. Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM), English Collections: Natural Resources Management Working Papers, 2005 Series/Report no.: NRM Nota di Lavoro 148.2005, 2005.

115. Seung Ch.K., Englin J., Harris T.: *Application of Computable General Equilibrium Model to Derive Impacts of Surface Water Reallocation Policy*. Western Agricultural Economics Association 1997 Annual Meeting, Selected Papers, Nevada 1997.
116. Seung Ch., Harris T., Narayanan R.: *A computable general equilibrium approach to surface water reallocation policy in rural Nevada*. American Agricultural Economics Association 1998 Annual meeting, Selected Paper, Salt Lake City, UT 1998.
117. Somwaru A., Skully D.: *Will Special Safeguards Advance or Retard LDC Growth and Welfare? A Dynamic General Equilibrium Analysis*. U.S. Department of Agriculture, Paper prepared for presentation at the American Agricultural Economics Association Annual Meeting in Providence, Washington 2005.
118. Stoeckel A., Higgs P.J.: *The relative significance of a range of economic policies for improving Australia's balance of trade*. Australian Journal of Agricultural Economics, Vol. 32, No. 02-03, 1988.
119. Taheripour F., Khanna M., Nelson Ch.: *Welfare Impacts of Alternative Public Policies for Environmental Protection in Agriculture in an Open Economy: A General Equilibrium Framework*. American Agricultural Economics Association 2005 Annual meeting, Selected Paper 136681, Providence, RI, 2005.
120. Thaeripour F., Hertel T.W., Tyner W.E., Beckman J.F., Birur D.K.: *Biofuels and their By-Products: Global Economic and Environmental Implications*, Selected Paper, American Agricultural Economics Association 2008 Annual Meeting, Orlando, Florida 2008.
121. Thompson W.: *State Support for Ethanol Use and State Demand for Ethanol Produced in the Midwest*. FAPRI-MU Report 11-08, Missouri, USA 2008.
122. Toma L., Ashworth Ch., Stott A.: *A partial equilibrium model of the linkages between animal welfare, trade and the environment in Scotland*. Paper prepared for the 109th EAAE Seminar "The CAP after the Fischler Reform: national implementations, impact assessment and the agenda for future reforms", Viterbo, Italy 2008.
123. Tovar C.: *DSGE models and central banks*. Bank for International Settlements working paper nr 258, 2008.
124. Tyers R.: *Searching under the light: the neglect of general equilibrium, dynamics and risk in the analysis of food trade reforms*. Department of Agricultural and Applied Economics, Staff Paper Series P90-66, University of Minnesota, Minnesota 1990.
125. van Ittersum M.K., Ewert F., Heckelet T., Wery J., Alkan Olsson J., Andersen E., Bezlepina I., Brouwer F., Donatelli M., Flichman G., Olsson L., Rizzoli A.E., van der Wal T., Wien J.E., Wolf J.: *Integrated assessment of agricultural systems – A component-based framework for the European Union*. Agricultural Systems, Vol. 96, No. 1-3, s. 150-165, 2008.
126. van Schoor M.: *General Equilibrium Effects in the South African Maize Market: International Trade Simulations*, PROVIDE Project Working Paper Series, 2005.
127. van Tongeren F., van Meijl H.: *International diffusion of gains from biotechnology and the EU's CAP*. International Association of Agricultural Economists 2003 Annual Meeting, Durban, South Africa 2003.
128. Vanzetti D, Peters R.: *Duty-free and quota-free market access for LDCs*. Institution/Association: Australian Agricultural and Resource Economics Society 2009 Conference (53rd), Cairns 2009.
129. von Lampe M.: *Agricultural market impacts of future growth in the production of biofuels*. Working party on Agricultural Policies and Markets, OECD 2006.
130. von Ledebur O., Salamon P., Zimmermann A., van Leeuwen M., Tabeau A., Chantreuil F.: *Modelling impacts of some European biofuels measures*. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar "Modelling of Agricultural and Rural Development Policies", Sevilla 2008.

131. Wailes E.J.: *Review of existing global rice market models*, [w:] Toriyama K., Heong K.L., Hardy B. (red.): *Rice is life: scientific perspectives for the 21st century*. Proceedings of the World Rice Research Conference held in Tsukuba, Japan, dostepne na <http://www.irri.org/publications/wrrc/wrrcPDF/session17-05.pdf> (22.06.2009), 2005.
132. Wattanakuljarus A., Coxhead I.: *Is Tourism-Based Development Good for the Poor? A General Equilibrium Analysis for Thailand*. University of Wisconsin-Madison Department of Agricultural and Applied Economics Staff Papers Series No. 502, 2006.
133. Weerahewa J.: *Rice Market Liberalization and Household Welfare in Sri Lanka: A General Equilibrium Analysis*. Canadian Agricultural Trade Policy Research Network Working Paper, 2006.
134. Weissleder L., Adenäuer M., Heckelei Th.: *Impact assessment of trade liberalisation between EU and Mercosur countries*. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar "Modelling of Agricultural and Rural Development Policies", Sevilla 2008.
135. Westhoff P. (red): *Impacts of a 15 Billion Gallon Biofuel Use Mandate*. FAPRI, Columbia 2007.
136. Westhoff P., Brown S.: *Impacts of the Commodity Provisions of the Food and Agriculture Risk Management for the 21st Century Act of 2007 (FARM 21)*. Paper provided by Food and Agricultural Policy Research Institute at University of Missouri in its series FAPRI-MU Report Series 42182, 2007.
137. Wieck Ch., Dominguez I.P., Britz W.: *New Challenges for the European Agriculture: Modelling Agricultural Reform Under the New WTO Proposals*. Contributed paper presented at the International Conference Agricultural policy reform and the WTO: where are we heading? Capri, Italy 2003.
138. Wieck Ch., Junker F., Perez I., Heckelei Th., Britz W.: *Combining global trade analysis with regional impact assessment: effects of trade liberalization under the recent CAP*, [w:] WSU Technical Working Papers, TWP-06-116, Bonn 2006.
139. Winters P., de Janvry A., Sadoulet E., Stamoulis K.: *The role of agriculture in economic development: visible and invisible surplus transfers*. University of California, Berkeley Department of Agricultural and Resource Economics CUDARE Working Papers, Working Paper 814, 1997.
140. Woodford M.: *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*. Princeton University Press, 2003.
141. Xiang T., Huang J., Kancs d'Artis, Swinnen J.: *Standards Driven Rural Development: A General Equilibrium Model with Market Imperfections*. Contributed Paper International Association of Agricultural Economists 2009 Conference, Beijing, China 2009.
142. Yamaguchi M., Binswanger H.P.: *The role of sectoral technical change in development: Japan 1880-1965*. University of Minnesota Department of Applied Economics Staff Papers, Staff Paper P74-7, 1974.
143. Yamamoto Y., Sawauchi D., Masuda K.: *Does Agricultural Trade Liberalization under FTA Reduce Pollution from Agriculture? The Case of the Japan-Korea FTA*. American Agricultural Economics Association 2007 Annual Meeting, Portland, Oregon 2007.
144. Zawalińska K.: *Evaluation of rural development programs after Poland's accession to the EU: regional CGE approach*. International Association of Agricultural Economists, Beijing, China 2009.
145. Zimmermann A., Heckelei T., Adenäuer M.: *Report and code to simulate structural change*. SEAMLESS Report no. 31, SEAMLESS integrated project, EU 6th Framework Structural Change, contract no. 010036-2, ISBN 90-8585-119-X and 78-90-8585-119-6, Bonn 2007.

EGZEMPLARZ BEZPŁATNY

Nakład: 500 egz.

Druk i oprawa: EXPOL Włocławek