

Rozdział 1

Model TERM – założenia metodologiczne i proces dezagregacji regionalnej

Celem tego rozdziału jest przedstawienie założeń metodologicznych w regionalnym modelu równowagi ogólnej (CGE¹) TERM. Omówiony zostanie także proces kalibracji danych na poziomie kraju oraz dezagregacja regionalna na przykładzie polskiej wersji modelu. Na zakończenie szczegółowo przedyskutowane będą różnice między wersjami statyczną i dynamiczną.

Rozdział ten jest wprowadzeniem do kolejnych części książki, prezentujących możliwości wykorzystania modelu TERM do ewaluacji efektów najróżniejszych polityk makroekonomicznych w Polsce. Ze szczególną uwagą powinny go przeczytać osoby zainteresowane praktycznym zastosowaniem modelu, zarówno z pozycji użytkownika, jak i potencjalnego odbiorcy badań ewaluacyjnych. Pokazujemy bowiem krok po kroku logikę budowy modelu, co pozwala na jego porównanie z innymi modelami makroekonomicznymi wykorzystywanymi do ewaluacji polityk makroekonomicznych na poziomie regionalnym w Polsce.

1.1. Główne założenia metodologiczne modelu TERM

Model TERM (*The Enormous Regional Model*) został zbudowany przez Marka Horridge’a w Centre of Policy Studies (CoPS) na Monash University w Melbourne (Australia)² (Horridge *et al.* 2005; Horridge 2011). Choć początkowo model miał służyć do analizy efektów poli-

¹ Computable General Equilibrium.

² Obecnie CoPS jest częścią Victoria University w Melbourne.

tyk makroekonomicznych w regionach Australii, to z czasem powstały jego wersje przeznaczone również dla innych krajów, m.in. dla: Brazylii, Chin, Finlandii, Indonezji, Japonii, Korei, Nowej Zelandii, Polski, Południowej Afryki, Sri Lanki, Stanów Zjednoczonych, Szwecji i Włoch.

Model TERM oparty jest w dużej części na rozwiązaniach istniejących w wielosektorowym modelu ORANI, który został opracowany dla Australii przez Dixona i innych (1982). Ten ostatni był z kolei następcą pierwszego modelu równowagi ogólnej stworzonego w latach 60. XX w. przez Johansena dla gospodarki norweskiej (zob. np. Ezaki 2006)³. Struktura modelu Johansena (1960) oparta jest na obecności firm minimalizujących koszty i gospodarstw domowych maksymalizujących użyteczność.

O ile wczesne próby regionalizacji modelu ORANI były oparte na podejściu *top-down*, o tyle model TERM wdraża w życie podejście *bottom-up*. Różnica między powyższymi jest kluczowa z punktu widzenia analizy efektów szoków wpływających na gospodarkę poszczególnych regionów. Podejście *top-down* odzwierciedla bowiem sytuację, w której wyniki symulacji uzyskane dla gospodarek regionalnych są pochodnymi wyników symulacji przeprowadzonych dla gospodarki całego kraju. Ta ostatnia zaś pozostaje niezależna od tego, co dzieje się w poszczególnych regionach. W efekcie możliwości symulowania efektów szoków podaźowych są bardzo ograniczone. W przypadku podejścia *bottom-up* wyniki symulacji uzyskane dla gospodarki krajowej są natomiast pochodną (sumą) wyników otrzymanych dla gospodarek poszczególnych regionów.

Pierwsze próby tworzenia regionalnych modeli CGE opartych na podejściu *bottom-up* pojawiły się w Australii pod koniec lat 80. ubiegłego wieku – najbardziej znanym z nich jest Monash Multiregional Forecasting Model (MMRF) (zob. Adams *et al.* 2002). Model TERM jest kontynuacją tradycji modeli ORANI oraz MMRF, a jego największą zaletą jest możliwość znacznie większej dezagregacji gospodarek regionalnych

³ Warto wspomnieć, że na modelu ORANI oparty jest także popularny model służący do analizy efektów handlu międzynarodowego – GTAP.

niż w przypadku jego poprzedników. W praktyce, jak przekonuje Wittwer (red., 2012), model TERM oferuje bardziej szczegółową reprezentację gospodarek regionalnych niż inne modele CGE. Konsekwencją przyjęcia założenia o homogeniczności technologii w poszczególnych regionach kraju jest umożliwienie estymacji regionalnych baz danych na podstawie wejściowych danych na poziomie kraju. W tym sensie model TERM podobny jest do popularnego w Stanach Zjednoczonych modelu IMPLAN (zob. np. Bonn i Harrington 2008). Model TERM idzie jednak o krok dalej, łącząc dane na poziomie regionalnym z macierzami przepływów handlowych między regionami. Dzięki temu możliwe jest np. oszacowanie wpływu wzrostu wydatków publicznych w jednym regionie na wszystkie pozostałe.

Jak już podkreślono, model TERM jest oparty na podejściu *bottom-up* i łączy w sobie serię niezależnych modeli równowagi ogólnej (po jednym dla każdego regionu), które wpływają na siebie wzajemnie poprzez handel oraz przepływy podstawowych czynników produkcji. W praktyce oznacza to, że każdy region w ramach danego kraju traktowany jest jako oddzielna gospodarka. W efekcie możliwa jest pogłębiona analiza efektów szoków wprowadzanych specyficznie i niezależnie dla każdego regionu. Efekt ten osiągnięty jest przez uwzględnienie mechanizmu pozwalającego na oszacowanie popytu, podaży, cen czy ilości dóbr i usług dla każdego regionu oddzielnie. W tym podejściu zatem zarówno ceny, jak i ilości mogą się różnić w zależności od regionu. To z kolei jest znaczącym postępem w porównaniu do modeli opartych na podejściu *top-down*, które nie pozwalają np. na regionalne różnicowanie cen.

Z punktu widzenia modelowego TERM jest pewnego rodzaju szablonem, który w prosty sposób może zostać zaadaptowany dla różnych krajów (zob. np. Horridge i Wittwer 2010). Standardowa wersja modelu jest więc dość prosta, uniwersalna dla małej gospodarki otwartej, i nie zawiera mechanizmów specyficznych dla danego kraju czy studium przypadku. W tym kontekście wiele rozwiązań, które znaleźć można w modelu TERM, jest typowych również dla innych modeli równowagi ogólnej. Kluczowym elementem budowy modelu jest proces przygotowania bazy danych, która opiera się na formacie modelu ORANI. W przypadku wersji modelu TERM dla Polski punktem wyjścia są dane dla 59 lub 77 sek-

torów gospodarki⁴, pochodzące z tabel przepływów międzygałęziowych (*input-output*, IO) publikowanych przez Główny Urząd Statystyczny, uzupełnione specyficznymi danymi dla poszczególnych sektorów (np. dane o wysokości ceł) i regionów. Warto podkreślić, że baza danych TERM opiera się na macierzach „Podaży” i „Wykorzystania” wyrobów i usług, a nie na symetrycznych tablicach IO. To znacznie usprawnia proces ich uaktualniania, gdyż tablice są publikowane przez GUS i EUROSTAT znacznie częściej i pokrywają kolejne lata, a nie okresy – co pięć lat jak w przypadku symetrycznych tablic IO. Dane w formacie ORANI na poziomie kraju są następnie zdezagregowane na poziomie regionalnym na podstawie standardowej procedury przewidzianej w ramach modelu.

Jak przekonują Horridge, Madden i Wittwer (2005), jednym z kluczowych cech modelu TERM jest możliwość uwzględnienia w nim dużej liczby regionów i sektorów. To z kolei jest pochodną pewnych upraszczających założeń, które pozwalają na osiągnięcie bardziej kompaktowej struktury danych. Przykładowo w modelu TERM zakładamy, że wszyscy konsumenci owoców w danym regionie zaspokajają swój popyt importem z innych regionów w takich samych proporcjach⁵. Lista zmiennych w ramach poszczególnych zbiorów w modelu może być zatem znacząco większa niż w innych regionalnych modelach równowagi ogólnej. Dodatkowo, aby uniknąć sytuacji, w której dana macierz ma zbyt wiele elementów, ograniczana jest liczba wymiarów danej macierzy. Zamiast tego tworzone są dwie (lub więcej) o mniejszej liczbie wymiarów.

W tabeli 1.1 pokazano standardową listę zbiorów zmiennych w modelu TERM, przy czym lista ta może zostać rozszerzona, jeśli zachodzi taka potrzeba. Wielkość poszczególnych zbiorów zależy tylko i wyłącznie od dostępności danych statystycznych i różni się w zależności od danej wersji modelu.

⁴ Tabele przepływów międzygałęziowych publikowane są przez GUS w układzie 59 sektorów dla lat 2000 i 2005 oraz w układzie 77 sektorów dla roku 2010.

⁵ Czyli z punktu widzenia np. konsumenta z mazowieckiego przestrzenna struktura importu jest taka sama niezależnie od tego, czy mieszka on w Warszawie, Płocku czy Radomiu.

Tabela 1.1.

Standardowa lista zbiorów zmiennych w modelu TERM

Indeks	Nazwa	Opis
s	SRC	(dom, imp) źródła krajowe lub importowane (<i>Source</i>)
c	COM	Produkty (<i>Commodities</i>)
m	MAR	Marża (handel, transport – różne rodzaje) (<i>Margin commodities</i>)
i	IND	Sektory (<i>Industries</i>)
o	OCC	Poziom umiejętności (proxy dla wykształcenia) siły roboczej (<i>Occupations/skills</i>)
d	DST	Regiony wykorzystania produktów i usług (<i>Regions of destination</i>)
r	ORG	Regiony pochodzenia produktów i usług (<i>Regions of origin</i>)
p	PRD	Regiony pochodzenia marży handlowej (<i>Regions of margin production</i>)
h	HOU	Gospodarstwa domowe (typy) (<i>Households</i>)
f	FINDEM	Odbiorcy finalni (HOU, INV, GOV, EXP) (<i>Final demanders</i>)
u	USER	Wszyscy odbiorcy (USER = IND + FINDEM) (<i>Users</i>)

Źródło: opracowanie własne na podstawie Horridge *et al.* (2005).

Na rysunku 1.1 pokazana jest podstawowa struktura modelu oraz jego bazy danych przepływów międzygałęziowych. Poszczególne ramki oznaczają macierze przepływów, których wymiary określone są przez indeksy wskazujące na poszczególne zbiory zmiennych. Macierze położone po lewej stronie wykresu opisują typową bazę danych *input-output* dla jednego regionu⁶, przy czym macierze wyróżnione wytłuszczoną czcionką stanowią jej rdzeń. Przykładowo macierz wykorzystania USE, położona w lewym górnym rogu, pokazuje wartość popytu (uwzględniając marże handlową i transportową, które dodawane są na etapie dostarczenia produktu do odbiorcy) na każdy produkt (indeks *c* w zbiorze COM) pochodzący zarówno z produkcji krajowej, jak i z importu (indeks *s*

⁶ Czyli w danym modelu takich baz danych jest tyle, ile regionów.

w zbiorze SRC), w każdym regionie wykorzystania (indeks d w zbiorze DST) i dla każdego odbiorcy (indeks u w zbiorze USER)⁷.

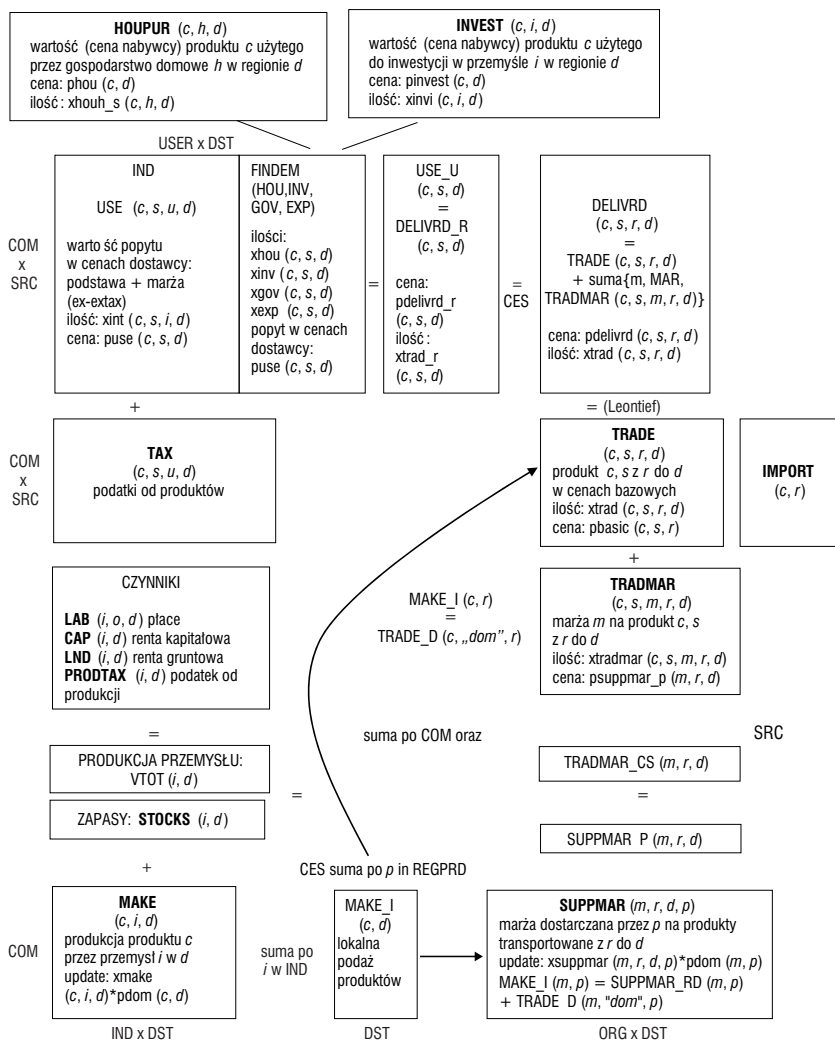
W modelu TERM zakładamy wyjściowo, że każdy przemysł jest w stanie wytworzyć różne dobra. W efekcie macierz łącznej produkcji MAKE, położona na rysunku 1.1 w lewym dolnym rogu, pokazuje wartość produkcji każdego produktu c wytworzonego przez każdy przemysł i w każdym regionie wykorzystania d . Z kolei macierz MAKE_I, będąca cząstkową sumą macierzy MAKE po zmiennej i , pokazuje wartość całkowitej produkcji każdego produktu c w każdym regionie d . Warto zaznaczyć, że model TERM w ograniczonym zakresie uwzględnia zmiany zapasów. W przypadku produkcji krajowej zmiany te są traktowane jako jeden z obszarów wykorzystania produkcji przemysłowej⁸, podczas gdy reszta produkcji trafia do macierzy MAKE. Zmiany zapasów produktów pochodzących z importu są *de facto* ignorowane.

Po prawej stronie rysunku 1.1 pokazany jest mechanizm zaopatrywania (*sourcing*) każdego regionu w produkty. Kluczową rolę odgrywa tutaj macierz wymiany handlowej TRADE, pokazująca wartość międzyregionalnej wymiany handlowej dla każdego produktu c w podziale na region pochodzenia r , region wykorzystania d oraz źródło pochodzenia s (produkcja krajowa lub import). Przekątna macierzy TRADE ($r = d$) pokazuje wartość zużycia lokalnego produktów wytworzonych lub importowanych lokalnie. W tym drugim przypadku subskrypt r oznacza w praktyce, że dany region jest miejscem, w którym produkty z zagranicy trafiają do kraju (a zatem w krajach takich jak Australia będą to regiony z portami morskimi, w krajach takich jak Polska również regiony przygraniczne). Macierz IMPORT, pokazująca całkowitą wartość importu w danym regionie, jest więc częścią macierzy TRADE, która pochodzi z importu i jest zsumowana po zmiennej d (region wykorzystania).

Jak już wspomniano, w modelu TERM wszyscy odbiorcy danego produktu c pochodzącego z różnych źródeł s w danym regionie wykorzystania d mają taką samą strukturę zaopatrzenia z punktu widzenia

⁷ W przypadku zbioru USER jest on sumą odbiorców zarówno dóbr pośrednich (przemysł), jak i dóbr finalnych (gospodarstwa domowe, inwestorzy, sektor publiczny i eksporterzy).

⁸ Mają zatem one wymiar IND, a nie COM.



Rysunek 1.1. Struktura modelu TERM

Źródło: opracowanie własne na podstawie Horridge (2011).

regionu pochodzenia produktu r . Zakładamy zatem, że istnieje broker, który decyduje o tym, skąd pochodzić będą produkty dostarczane do regionu d . W tym kontekście w modelu wykorzystywany jest standardowy mechanizm handlu zaproponowany przez Armingtona (1969) w odniesieniu do międzynarodowej wymiany handlowej⁹. Aby zbilansować bazę danych modelu TERM, konieczne jest, aby suma cząstkowa macierzy USE po zmiennej u (USE_U) była równa sumie cząstkowej macierzy DELIVRD po zmiennej r (DELIVRD_R). Wreszcie relacja między popytem i podażą produktów wytworzonych lokalnie budowana jest przez połączenie macierzy MAKE_I z macierzami TRADE oraz SUPPMAR (zgodnie z tym, co pokazują na wykresie strzałki).

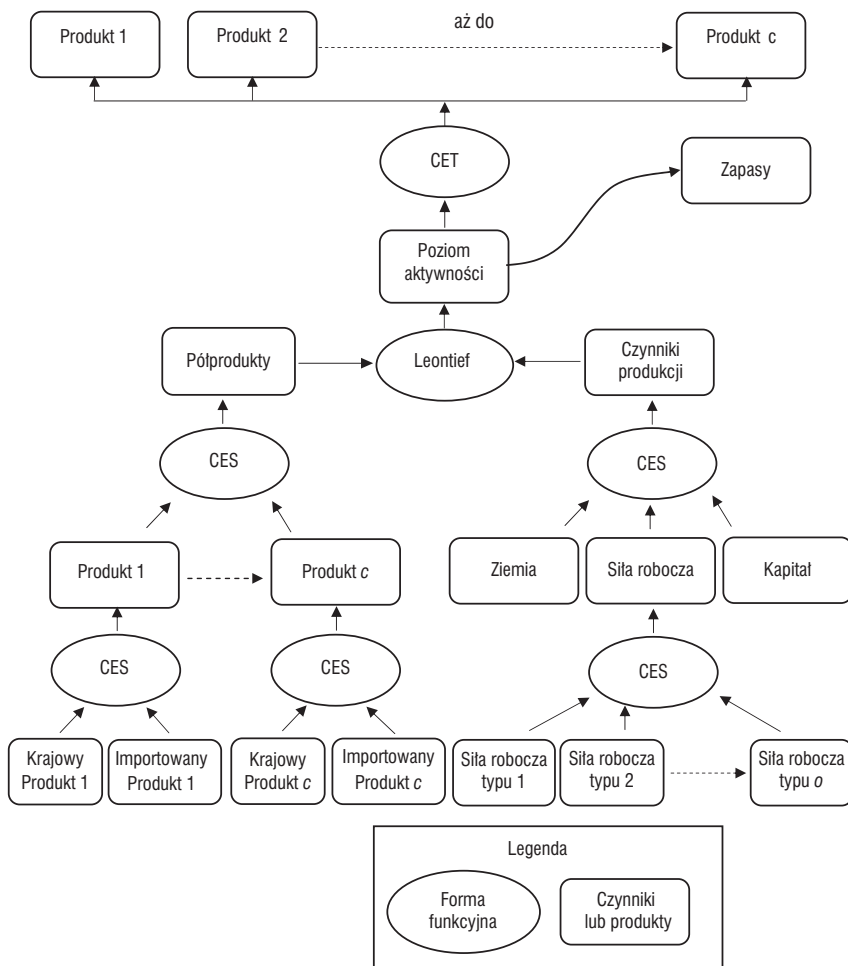
System równań modelu TERM jest podobny do innych modeli równowagi ogólnej i pokazany jest na rysunku 1.2. Opiera się on na założeniu, że producenci wybierają taką kombinację czynników produkcji, która minimalizuje koszty. Jednocześnie struktura produkcji opiera się na szeregu funkcji produkcji CES¹⁰, uzupełnionych o założenia wprowadzone przez Leontiefa. Przykładowo do surowców w modelu zaliczane są ziemia, praca i kapitał, które są agregowane w oparciu o funkcję CES (przy czym model rozróżnia różne rodzaje siły roboczej). Z kolei zagregowany czynnik pracy to połączenie różnych grup pracowników (pod względem umiejętności), dokonany również za pomocą funkcji CES. Wreszcie zagregowany wkład półproduktów potrzebnych do produkcji dobra finalnego jest ustalany w oparciu o funkcję CES łączącą różne półprodukty pochodzące z różnych źródeł.

Popyt na surowce i półprodukty jest ustalany na podstawie funkcji Leontiefa, czyli proporcjonalnie do wielkości produkcji końcowej. Produkcja przemysłowa jest transformowana w produkty za pomocą mechanizmu stałej elastyczności transformacji (CET), który jest kalibrowany w oparciu o macierz MAKE na rysunku 1.1. Warto zauważyć, że eksport towarów z danego regionu zagranicę jest oparty na założeniu o stałej elastyczności popytu. Z kolei struktura popytu gospodarstw domowych jest zgodna z liniowym systemem wydatków, podczas gdy w przypadku

⁹ Jediną różnicą jest to, że zamiast relacji kraj–zagranica, mamy relację region–pozostałe regiony.

¹⁰ Stała elastyczność substytucji (*Constant Elasticity of Substitution*).

zarówno inwestycji, jak i wydatków sektora rządowego jest dana egzogenicznie.



Rysunek 1.2. System równań modelu TERM

Źródło: opracowanie własne na podstawie Horridge (2011).