

# Ekonometryczne modelowanie gospodarki narodowej

Władysław Welfe\*

Nadesłany: 10 września 2012 r. Zaakceptowany: 20 grudnia 2012 r.

---

## Streszczenie

Modelowanie makroekonometryczne już w chwili swojego powstania w latach 30. XX w. wyraźnie odróżniało się od pozostałych obszarów badań. Po około 50 latach burzliwego rozwoju stało się odrębną subdyscypliną naukową. Symboliczne znaczenie mają dwie daty: 1969 r., kiedy Janowi Tinbergenowi przyznano (po raz pierwszy w dziedzinie ekonomii) Nagrodę im. Alfreda Nobla, oraz 1980 r., gdy tę nagrodę otrzymał Lawrence R. Klein. Ostatnie trzy dekady przyniosły dalsze odkrycia, które zaowocowały powstaniem nowych klas makromodeli (SVAR, VEC, DSGE).

Makromodelowanie nadal jest bardzo interesującym polem badawczym. Można mieć pewność, że następne lata przyniosą nowe osiągnięcia z tego zakresu.

---

**Słowa kluczowe:** makromodelowanie, makroekonometria

**JEL:** C32

---

\* Uniwersytet Łódzki, Katedra Modeli i Prognoz Ekonometrycznych; e-mail: emfg@uni.lodz.pl.

## 1. Wstęp

Modelowanie makroekonometryczne ma wieloletnią tradycję. Wypełniło ono lukę między teorią makroekonomiczną a empirycznym opisem funkcjonowania i wzrostu gospodarki narodowej. Stało się podstawowym narzędziem weryfikacji teoretycznych postulatów makroekonomii, dostarczając uporządkowanej wiedzy o mechanizmach rozwoju, ich powszechności i trwałości. Modele makroekonometryczne stały się również nieodzownym narzędziem prognozowania rozwoju gospodarczego i analiz służących za podstawę podejmowania decyzji rządom, instytucjom publicznym, a także bankom oraz dużym podmiotom gospodarczym.

Proces budowy makromodeli był długotrwały i można w nim wyróżnić kilka etapów w zależności od celów, jakie miały spełniać, zmieniających się koncepcji makroekonomicznych, rozwoju metodologii ekonometryczno-statystycznej i instytucjonalno-finansowych uwarunkowań. Pierwsza próba opisu początków makromodelowania znajduje się w pracy Nerlova (1996). Fundamentalne znaczenie dla charakterystyki tego procesu miało opublikowanie monografii *A history of macroeconomic model-building* pod redakcją Lawrence'a R. Kleina i jego współpracowników – Bodkina i Marwah (1991). Można przyjąć, że jej wydanie było świadectwem, iż modelowanie makroekonometryczne stało się w oddzielnej dyscypliną naukową. Dzieło to objęło okres do końca lat 80. Dla lat późniejszych dysponujemy już tylko opisami dotyczącymi poszczególnych regionów lub krajów. Spośród nich najbardziej ogólny charakter ma praca Withleya (1994) *A course in macroeconomic modelling and forecasting*. Próbę podsumowania rozwoju makroekonometrycznego modelowania w skali ogólnoswiatowej, obejmującego okres do 2008 r., zawiera monografia Władysława Welfe (2010) *Zarys historii ekonometrycznego modelowania gospodarki narodowej*.

## 2. Podstawowe tendencje rozwoju modelowania makroekonometrycznego

Początek makromodelowaniu dały modele USA skonstruowane przez Tinbergena, a następnie przez Kleina lub powstałe z jego inspiracji. Były to najpierw modele roczne, których pierwowzorem był model Kleina-Goldbergera (1955), a następnie prognostyczne modele kwartalne, zapoczątkowane przez Brookings Model dla gospodarki USA (Duesenberry i in. 1965). Służyły one zarówno administracji, jak i organizacjom gospodarczym. Pociągnęło to za sobą budowę modeli o coraz większych rozmiarach, dochodzących do kilkuset równań. Dezagregacja działalności gospodarczej następowała często przez integrację z modelami przepływów międzygałęziowych (*input-output*). Modele te miały orientację popytową, w późniejszym okresie neokeynesowską. Jedynie funkcje produkcji miały budowę neoklasyczną; wykorzystywano je do generowania popytu na zatrudnionych. Struktura modeli miała oblicze makroekonomiczne – wyróżniano popyt finalny (konsumpcyjny, inwestycyjny), popyt na zatrudnionych, a ponadto ceny i płace oraz przepływy finansowe (Klein, Welfe, Welfe 1999). Korzystano z metodologii Cowles Commission, używając w procesie estymacji oprócz metody najmniejszych kwadratów także metod TSLS i IV.

Modele nazywane modelami głównego nurtu upowszechniły się w latach 60. i 70. w Europie Zachodniej i Japonii, a później także w innych regionach świata. Początkowo były traktowane jako narzędzia wspomagające budowę wieloletnich planów rozwoju. Taką też rolę odgrywały w państwach o gospodarce centralnie planowanej oraz w krajach rozwijających się w okresie

industrializacji. Później stosowano je głównie do opracowywania prognoz, a także w analizach symulacyjnych na potrzeby polityki gospodarczej. Ich struktura powoli ewoluowała pod wpływem zmieniających się warunków oraz kierunków polityki gospodarczej. Szoki naftowe z lat 70. i 80. spowodowały rozbudowę sektora podaży, m.in. przez wprowadzenie zużycia energii jako dodatkowej zmiennej w funkcjach produkcji. Nastąpiła też rozbudowa sektora przepływów finansowych połączona z endogenizacją działań banków centralnych i rządów (Shapiro, Halabuk 1976).

Modele konstruowane dla krajów o gospodarce centralnie planowanej i rozwijających się odznaczały się na ogół orientacją podażową ze względu na występowanie popytu niezaspokojonego, co łączyło się z niedoborem czynników produkcji (tzw. modele nierównowagi). W tych modelach funkcje produkcji odgrywały główną rolę, a alokacja produkcji podlegała określonym regułom lub była przyjmowana arbitralnie (Welfe 1992).

Pierwsze tendencje do odchodzenia od modeli z powyższej klasy pojawiły się pod koniec lat 70. pod wpływem tzw. krytyki Lucasa (1976), który utrzymywał, że podmioty gospodarcze mogą antycypować posunięcia polityki gospodarczej, a przeto prognozy to ignorujące mogą być nietrafne. Spowodowało to rozwój metod pozwalających na uwzględnienie hipotezy racjonalnych oczekiwań, stosowanych dość powszechnie w modelach w USA i Wielkiej Brytanii. Wiele ośrodków modelujących zakwestionowało jednak hipotezę oczekiwań adaptacyjnych, co wynikało z przekonania, że liczne podmioty gospodarcze (małe przedsiębiorstwa, gospodarstwa domowe) nie dysponują wiedzą pozwalającą uznać ich decyzje za racjonalne.

Silne tendencje w makroekonomii, zmierzające do oparcia jej na solidnych mikroekonomicznych podstawach, doprowadziły do zmian w strukturze i specyfikacji równań makromodeli w kierunku rozwiązań neoklasycznych. Po pierwsze, w makromodelach zaczęto wyróżniać bloki równań objaśniających zachowanie gospodarstw domowych (nie tylko popytu na dobra i usługi, lecz także podaży siły roboczej, finansów tych gospodarstw), przedsiębiorstw (podaż, produkcja, zatrudnienie, płace, ceny, finanse), instytucji publicznych, rynku pieniężnego i zagranicy. Po wtóre, nie tylko funkcje produkcji, ale też funkcje popytu miały rodowód neoklasyczny. Akcentowano w modelach mechanizmy powiązań sfery pieniężnej i realnej (mechanizmy transmisji). Modele o takiej orientacji zaczęły przeważać przede wszystkim w analizach skutków polityki pieniężnej i fiskalnej.

Dodać należy, że przemiany te zbiegły się w czasie z krytyką Simsa (1980), który kwestionował zasadność „arbitralnego” nakładania restrykcji egzogeniczności w modelach strukturalnych, co dało początek zastosowaniu modeli opartych na VAR i pochodnych. W latach późniejszych zwrócono uwagę na to, że w dotychczasowych modelach równania behawioralne korzystają z postulatów teorii w odniesieniu do relacji statycznych. Dynamizacja równań miała charakter arbitralny. Dopiero zastosowanie podejścia od ogółu do szczegółu uporządkowało ten proces (Hendry 1995). Jednocześnie zaczęto propagować stosowanie modeli korekty błędem (ECM), będących izomorficznym przekształceniem modeli autoregresyjnych z rozkładem opóźnień (ADL). Były one wykorzystywane początkowo w modelach płac i cen (Sargan 1964) oraz popytu konsumpcyjnego (Davidson i in. 1978).

Podstawowe znaczenie miało sformułowanie poglądu, że postulaty teoretyczne mogą umożliwić wyznaczenie statycznej specyfikacji równania (*steady state*), podczas gdy dynamizacja równań pozostaje w zasadzie kwestią empiryczną. Efektywne wykorzystanie powyższej koncepcji w procesie estymacji stało się możliwe dzięki rozwojowi analizy kointegracyjnej, w tym wykorzystaniu

metody Engle'a i Grangera (1987), która zaczęła być powszechnie stosowana w modelowaniu makroekonometrycznym w latach 90. (Brooks, Gibbs 1994).

W wyniku połączenia analizy kointegracyjnej i modelowania opartego na modelu VAR zrodziło się podejście Johansena (1988). Dało to początek kointegracji wielowymiarowej, która wymagała zastosowania bardziej wyrafinowanych metod estymacji, opartych na FIML. Najnowsze modele SVAR łączą więc zalety dotychczasowych modeli strukturalnych i metodologii opartej na modelach wektorowej autoregresji.

Budowa i wykorzystanie modeli makroekonometrycznych w latach 90. i później stały się domeną instytucji publicznych i instytutów badawczych. W ośrodkach akademickich koncentrowano się na budowie małych, kilkurównaniowych systemów, opisujących wyróżnione fragmenty gospodarki (np. procesy inflacyjne). W ostatnich latach pojawiły się pierwsze próby budowy dużych makromodeli przez połączenie skointegrowanych podsystemów równań.

W latach 90. z inicjatywy Banku Światowego podjęto próby budowy empirycznych modeli równowagi ogólnej. Ich zadaniem było przeprowadzenie analiz sytuacji finansowej krajów Trzeciego Świata. Modele te tworzono później dla wielu innych państw. Były silnie zdezagregowane i miały charakter statyczny. Nowy impuls wypłynął z rozwijanych niezależnie modeli cyklu koniunkturalnego (Kydland, Prescott 1982). W modelach tych przyjmuje się neoklasyczne podstawy teoretyczne podobnie jak w empirycznych modelach równowagi ogólnej, jednak mają one charakter dynamiczny i stochastyczny (DSGE). Parametry równań długookresowych opartych na teorii ekonomicznej są w mniejszym lub większym stopniu kalibrowane. Modele DSGE obejmują całą gospodarkę i były głównie budowane w bankach centralnych. Wielu ekonomistów uważa, że otwierają nowy etap rozwoju makromodelowania, ponownie łącząc wyniki prac ośrodków akademickich z zastosowaniami w zakresie polityki ekonomicznej (Pagan 2003).

### 3. Początki modelowania gospodarki narodowej

Na przełomie XIX i XX w. pojawiły się pierwsze próby sformalizowanego opisu gospodarki jako całości. Wyróżnić należy tutaj trzy nurty. Pierwszy opiera się na koncepcji równowagi ogólnej Cournota. Kolejny, formułujący podstawy analizy cyklu koniunkturalnego (prace Frischa i Kaleckiego), zaowocował budową pierwszych makroekonometrycznych modeli Tinbergena. Trzeci zaś opierał się na fundamentalnych pracach Keynesa i pociągnął za sobą rozwój makroekonometrycznych modeli „głównego nurtu”, zapoczątkowanych przez Kleina.

#### 3.1. Modele równowagi ogólnej

Pierwszy nurt wiąże się z nazwiskiem Cournota, którego teorie były rozwijane przez Pareto. Zaproponował on opis gospodarki narodowej za pomocą systemu równań, z których każde miało charakteryzować zachowanie poszczególnych podmiotów gospodarczych. Sformalizowana postać odnosząca się do całej gospodarki musiałaby liczyć kilka milionów równań, co wydawało się intelektualnie pociągające, lecz praktycznie niewykonalne. Zakładano przy tym że gospodarka znajduje się w równowadze, że ma miejsce doskonała konkurencja wśród podmiotów gospodarczych i że ceny

ustalają się w wyniku równoważenia popytu z podażą. Stąd też równania tego systemu opisywały zarówno popyt, jak i podaż. Ceny równowagi uzyskiwano w wyniku rozwiązywania owego układu równań (Friedman 1955).

Powyższa koncepcja przez wiele lat miała znaczenie teoretyczne. Dopiero w drugiej połowie XX w. grupa uczonych amerykańskich, do których należy Jorgenson, zaproponowała odpowiednią agregację podmiotów gospodarczych. Chodziło o to, aby z pojedynczych rynków (artykułów) przechodzić na rynki obejmujące dziesiątki asortymentów (setki artykułów) i otrzymać równania dla kilkudziesięciu, a w skrajnych przypadkach kilkuset rynków. Przejście od teoretycznej koncepcji do praktycznych zastosowań wymagało czasu na określenie zasad agregacji, a także konstrukcji baz danych pozwalających zrealizować tę koncepcję. Tak narodziły się empiryczne modele równowagi ogólnej.

### 3.2. Modele cyklu koniunkturalnego

W latach 1933–1935 wyłoniła się sformalizowana koncepcja analizy cykli koniunkturalnych (*business cycles*). Jej głównymi przedstawicielami byli Ragnar Frisch i Michał Kalecki. System równań Kaleckiego opisujący cykl koniunkturalny wyprzedził prace Keynesa. Najpierw został opublikowany w Polsce, a dopiero po dwóch latach na łamach *Econometrica* (Kalecki 1935). W modelu Kaleckiego inwestycje zależą od początkowej wartości środków trwałych (inwestycje odtworzeniowe) i opłacalności inwestycji mierzonej stopą oprocentowania kredytu. Podobną konstrukcję mają funkcje inwestycji w modelu Frischa. Implikuje to oscylacje, które prowadzą do powstania cyklu. Jeden i drugi model jest dynamiczny. Były to jednak modele ekonomii matematycznej, ponieważ w obu przypadkach nie występowały odniesienia do danych empirycznych i nie podjęto prób estymacji parametrów tych równań.

Powyższy kierunek zaowocował makroekonomicznymi modelami gospodarki Holandii, a potem USA, skonstruowanymi przez słynnego ekonometryka Jana Tinbergena, pierwszego laureata Nagrody Nobla. Korzystał on nie tylko z propozycji teoretycznych Frischa i Kaleckiego, ale również Haberlera, który był jednym z twórców teorii cyklu koniunkturalnego (Haberler 1939). Na gruncie tych koncepcji Tinbergen zbudował w latach 1935–1936 pierwszy w świecie duży makromodel dla Holandii. Następnie skonstruował dla Ligi Narodów duży model gospodarki amerykańskiej, który wprawdzie nie miał wielu naśladowców, ale ze względu na swoje dynamiczne właściwości służył jako punkt wyjścia do budowy wielu późniejszych modeli (Tinbergen 1939). Był to model roczny, obejmujący lata 1919–1932. Liczba zmiennych była stosunkowo duża, miał 17 tożsamości i 31 równań stochastycznych, których parametry były szacowane metodą najmniejszych kwadratów. Zdawał sobie przy tym sprawę, że zastosowanie zwykłej metody najmniejszych kwadratów w przypadku modeli o równaniach współzależnych może budzić wątpliwości, co stało się jasne w wyniku prac Haavelmo (1943).

Na model Tinbergena składały się równania obejmujące cztery bloki: popyt finalny, ceny i wynagrodzenia, finanse (podatki), podział dochodów. Największą rolę w generowaniu wahań cyklicznych miały równania objaśniające popyt finalny. Funkcje inwestycji obejmowały dwie funkcje dotyczące inwestycji rzeczowych w sferze przedsiębiorstw i inwestycji mieszkaniowych. Charakterystyczne dla tego autora i wielu jego następców jest to, że nie próbowali wprowadzić zasady

akceleratora. Uzależniali natomiast wysokość nakładów inwestycyjnych od dochodów. Zdynami-zowanie tego równania dawało podstawę do występowania wahań koniunkturalnych. Specyfika-cja uzależniała decyzje inwestycyjne od możliwości ich finansowania i ewentualnej rentowności projektów.

Na podstawie tego modelu dokonano wielu rozmaitych obliczeń o znaczeniu praktycznym. Odno-siło się to przede wszystkim do wyznaczenia mnożników, na podstawie których można było formu-łować odpowiedzi na ważne pytania zadawane przez poszczególne rządy, zwłaszcza rząd federalny.

Model Tinbergena został zaatakowany przez Keynesa, który utrzymywał, że koncepcja mode-lu jest niedoskonała. Pod koniec lat 30. stwierdził, że próba odwzorowania makroprocesów opie-ra się na bardzo wątpliwych przesłankach (por. Keynes 1939 i odpowiedź Tinbergena 1940). Jednakże w latach 40. Keynes zmienił zdanie. Napisał dwa eseje, w których uznał szczególną wartość kon-cepcji Tinbergena.

Dla Tinbergena wahania koniunkturalne były powiązane w znacznej mierze z wahaniami de-cyzji inwestycyjnych. Nowsze teorie przypisują większe znaczenie przypadkowym zaburzeniom, które odnoszą się do gospodarki i wywołują wahania powtarzające się w czasie, np. wzrosty cen ropy naftowej.

### 3.3. Makroekonomiczna teoria Keynesa

Maynard Keynes sformułował wiele koncepcji, które posłużyły jako punkt wyjścia do konstrukcji całej klasy modeli powstałych głównie za sprawą Kleina w USA i które przez ponad 30 lat domi-nowały w makromodelowaniu w USA i Europie. Relacje, które opisywał Keynes, nie odnosiły się do poszczególnych podmiotów gospodarczych, lecz agregatów, i miały charakter makroekonomiczny. Dotyczyło to konsumpcji ogółem, a nie poszczególnych gospodarstw domowych, nakładów inwe-stycyjnych ogółem, a nie projektów inwestycyjnych poszczególnych przedsiębiorstw (Keynes 1936).

Koncepcja ta pozwalała na stosunkowo łatwą konstrukcję makromodeli, ponieważ liczba zmiennych, które pozostawały we wzajemnym związku była ograniczona, a dezagregacja była ra-czej wyjątkiem. Od czasów Keynesa kładzie się nacisk na analizę popytu. Nie bez racji dowodził on, że gospodarka nie znajduje się w równowadze rozumianej w ten sposób, że wszystkie czynniki są w pełni wykorzystane. Typowy dla gospodarki rynkowej jest stan nierównowagi, odznaczający się tym, że popyt finalny nie wystarcza do pełnego wykorzystania mocy produkcyjnych czy siły roboczej. Stąd bezrobocie ma charakter chroniczny, a nie jest zjawiskiem frykcyjnym, jak utrzymy-wali zwolennicy teorii klasycznych. Keynes sformułował także pojęcie skłonności do konsumpcji. Była ona elementem funkcji popytu konsumpcyjnego. Popyt konsumpcyjny gospodarstw domo-wych zależy od wielkości produktu krajowego brutto (dochodu narodowego) i ewentualnie innych czynników. Zdaniem Keynesa o rozmiarach popytu inwestycyjnego decydują jednak takie czynni-ki, jak opłacalność inwestycji, a więc stopa oprocentowania występująca na rynkach kapitałowych. Podkreślał znaczenie płynności: decyzje podejmowane w przedsiębiorstwach i gospodarstwach domowych w skali makro uzewnętrzniają się w preferencjach do posiadania płynnego pieniądza jako pogotowia kasowego lub jako środka utrzymania płynności przedsiębiorstw itd. (Hicks 1937).

Konsekwencje takiego rozumowania były niesłychanie ważne dla makromodelowania. Jeżeli przyjąć, że decydującą rolę odgrywa popyt i nie natrafia on na bariery, gdyż występuje niewyko-

rzystana siła robocza i niewykorzystane środki produkcji, to można uznać, iż dostępne obserwacje są realizacją popytu. Przeto mogą one posłużyć jako podstawa estymacji parametrów funkcji popytu. Z wywodów tych wynika również, że w opisie gospodarki decydującą rolę winny odgrywać równania, które objaśniałyby popyt finalny, tj. popyt konsumpcyjny gospodarstw domowych oraz popyt inwestycyjny. Popyt ten następnie przekładałby się na popyt na zatrudnionych. Twórcy takich modeli wykorzystywali funkcję produkcji, by przez jej odwrócenie znaleźć równanie, które miało służyć do wyznaczania rozmiarów popytu na zatrudnionych. Pozwala to wyznaczyć skalę bezrobocia przez porównanie popytu na zatrudnionych z podażą siły roboczej.

Polityka gospodarcza pod koniec lat 30. w wielu krajach europejskich, ale także w USA, została zorientowana na pobudzanie gospodarki przez stymulowanie popytu. Państwo mogło zwiększać popyt finalny, powiększając albo wydatki na konsumpcję, albo skalę inwestycji publicznych. koncepcje Keynesa miały ogromny wpływ na makromodelowanie po drugiej wojnie światowej (por. Klein 1951; Pesaran, Smith 1985; Bodkin, Klein, Marwah 1986).

## 4. Makroekonometryczne modele głównego nurtu

### 4.1. Roczny model Kleina-Goldbergera i inne modele roczne

Pierwsze modele Kleina pochodzą z okresu, w którym rozwinęła się nowoczesna metodologia badań ekonometrycznych, a zarazem powstał korzystny klimat dla makromodelowania w ramach Cowles Commission for Research in Economics. W 1950 r. Klein wydał pracę pt. *Economic fluctuations in the United States 1921–1941*. Była to próba opisu lat międzywojennych za pomocą rocznego modelu mającego trzy wersje. Ostatnia wersja zawierała 12 równań stochastycznych i stała się pierwowzorem modelu Kleina-Goldbergera. Model ten powstał na Uniwersytecie Michigan, dokąd przeniósł się Klein. Tam rozpoczął współpracę ze statystykiem matematycznym Goldbergerem. Klein odpowiadał za specyfikację równań, Goldberger zapewnił zaś możliwość estymacji równań tego modelu, używając do tego celu nowych metod estymacji modeli o równaniach współzależnych (Klein, Goldberger 1955). Model stał się podstawą do konstrukcji wielu następnych makromodeli średniookresowych, opartych na danych rocznych. Wielu uczonych badało go ze względu na jego własności statyczne i dynamiczne, a następnie został poddany analizie wrażliwości przy zastosowaniu metod analizy mnożnikowej oraz stochastycznych symulacji. Znajomość struktury i własności tego modelu jest charakterystyczna dla współczesnych ekonometryków; każdy zajmujący się makromodelowaniem musiał się w jakimś stopniu zapoznać ze strukturą i właściwościami tego modelu.

W modelu Kleina-Goldbergera występowało 15 równań stochastycznych i pięć tożsamości, razem 20 równań objaśniających zmienne endogeniczne. Wykorzystano próbę składającą się z lat przedwojennych i powojennych, tzn. 1927–1941 i 1944–1952. Nie zrezygnowano z lat międzywojennych między innymi dlatego, że w czasie, kiedy model powstawał (połowa lat 50.), obserwacji powojennych było zaledwie 8–9. Oparcie oszacowań parametrów modelu na tak małej liczbie obserwacji byłoby zabiegiem dość ryzykownym<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Zauważmy, że w Polsce byliśmy w podobnej sytuacji, gdyż w połowie lat 90., gdy powstawał model W8, mieliśmy do dyspozycji zaledwie kilka obserwacji dotyczących okresu transformacji.

Struktura modelu Kleina-Golbergera jest w gruncie rzeczy keynesowska, w tym sensie, że akcent położono na specyfikację składników dotyczących popytu, począwszy od popytu finalnego. W szczególności gdy chodzi o popyt konsumpcyjny, przyjęto jako podstawową zmienną objaśniającą dochody realne. Wprowadzono jednak segmentację gospodarstw domowych ze względu na źródła dochodów. Równanie to odznaczało się również tym, że po raz pierwszy wprowadzono jako zmienną objaśniającą aktywa finansowe. Odnosiły się one do płynnych aktywów finansowych i miały reprezentować rozmiary osobistego majątku, którym dysponowały gospodarstwa domowe. W omawianej funkcji popytu konsumpcyjnego nie było natomiast odniesienia do procesu oszczędzania (w późniejszych specyfikacjach reprezentuje ją stopa oprocentowania depozytów). Ponieważ zmienną objaśnianą była konsumpcja ogółem, w charakterze dodatkowej zmiennej objaśniającej wprowadzono liczbę ludności. Miało to zneutralizować efekty związane ze wzrostem konsumpcji wynikającym ze wzrostu liczby ludności. W późniejszych badaniach tę zmienną pomijano, nie bez racji uważając, że efekt związany z liczbą ludności znajduje odzwierciedlenie w zmiennych objaśniających reprezentujących dochody realne.

Równanie inwestycji miało strukturę, którą Klein zaproponował w swojej wcześniejszej pracy, a mianowicie – przez analogię do konsumpcji – rozmiary inwestycji zależały od wysokości realnych środków finansowych przeznaczanych na ten cel. Podstawowym źródłem finansowania były zyski osiągane przez przedsiębiorstwa, pomniejszone o podatki i powiększone o dodatkowe dochody płynące z amortyzacji. Zyski przedsiębiorstw zależały od rozmiarów aktywności gospodarczej, podobnie jak ma to miejsce współcześnie. Specyfikacja ta zakłada, że dochody przedsiębiorstw tylko w części przeznaczają się na inwestycje, a nie są inwestowane w papiery wartościowe. Uważa się, że środki finansowe dostępne są w nadmiarze, tzn. zawsze można zaciągnąć dodatkowe kredyty. Specyfikacja ta różni się od późniejszych tym, że ignoruje związki inwestycji z innymi czynnikami, zwłaszcza określającymi oczekiwania dotyczące możliwości zbytu produktów, które byłyby wytwarzane dzięki nowym inwestycjom lub wiązałyby się z rentownością inwestycji. Próby ich wprowadzenia zakończyły się niepowodzeniem.

Przejście od popytu finalnego do popytu na czynniki produkcji dokonywało się w sposób analogiczny do tego, który Klein zaproponował we wcześniejszym modelu. Mianowicie popyt na pracę został wygenerowany przez przekształcenie funkcji produkcji ze względu na zatrudnienie. Otrzymano wtedy, że zatrudnienie zależy od rozmiarów produkcji i początkowych rozmiarów środków trwałych. Zmienną objaśnianą była nie liczba zatrudnionych, ale przepracowane roboczogodziny.

W sektorze przedsiębiorstw dochody z pracy (fundusz płac) były funkcją poziomu aktywności gospodarczej reprezentowanego przez dochód narodowy brutto pomniejszony o podatki oraz wypłaty z budżetu dla pracowników. W modelu Kleina-Golbergera do objaśniania stawek płacowych wykorzystano specyfikację wyprzedzającą co najmniej o trzy lata słynną pracę Phillipsa, w której sformułował on hipotezę, że stopa wzrostu płac zależy od stopy bezrobocia. W modelu Kleina-Golbergera znajdujemy specyfikację, z której wynika, że przyrost (logarytmu) stawek płacowych zależy od stopy bezrobocia oraz przyrostu (logarytmu) cen opóźnionego o jeden okres. Stąd też w amerykańskich źródłach mówi się na ogół nie o specyfikacji według Phillipsa tylko według Kleina.

Omawiany model zawiera także równanie importu, w którym import zależy od rozmiarów dochodu narodowego oraz opóźnionego importu. Zależy także od relacji cen krajowych do zagranicznych, jednak w sposób szczególny. Mianowicie dochód narodowy w cenach stałych jest mnożony przez relację indeksu cen dochodu narodowego do indeksu cen importu.



Model Kleina-Goldbergera obejmuje rozbudowany sektor finansowy. Bogactwo specyfikacji jest uderzające: objaśnia się przede wszystkim dochody poszczególnych grup podmiotów gospodarczych, co wprowadza odpowiednie sprzężenie zwrotne do modelu. Dochody są głównie objaśniane przez poziom aktywności gospodarczej. Po wprowadzeniu odpowiednich deflatorów określają one popyt konsumpcyjny, a popyt ten jest składnikiem dochodu narodowego, reprezentującego poziom aktywności gospodarczej. Mamy więc tutaj specyficznie zdefiniowany mnożnik keynesowski. W modelu występuje także akcelerator. Dochód narodowy decyduje o dochodach przedsiębiorstw, a te wyznaczają rozmiary inwestycji przy użyciu odpowiednich deflatorów. Inwestycje są zaś składową dochodu narodowego. Akcelerator ma zatem szczególną postać, gdyż sprzężenie biegnie przez kreację dochodów, a nie popytu.

Podobnie występuje sprzężenie zwrotne z udziałem importu. Import zależy od poziomu aktywności gospodarczej, a przy zadanym eksporcie pomniejsza dochód narodowy. Jeżeli eksport nie rośnie z taką prędkością jak import, wtedy dochód narodowy rośnie wolniej. W modelu Kleina-Goldbergera znajdujemy więc wszystkie te elementy, które są charakterystyczne dla współczesnych makromodeli, jeśli chodzi o wewnętrzne sprzężenia zwrotne.

Model Kleina-Goldbergera był wszechstronnie analizowany. Trudno wymienić wszystkie osoby, które się nim zajmowały. Wspomnieć jednak należy Irmę i Franka Adelman (1959). Poddali oni ten model analizie symulacyjnej, zakłócając jego funkcjonowanie m.in. przez stochastycznie wprowadzone zaburzenia. Stwierdzili, że ma pożądane własności dynamiczne, nie jest wybuchowy i przejawia tendencje stabilizacyjne, jeżeli chodzi o stopy wzrostu. Pokazali, że można traktować ten model jako prototyp następnych modeli.

W tym samym czasie powstawały inne modele gospodarki amerykańskiej, m.in. roczny model Suitsa (1962), używany przede wszystkim w procesie prognozowania. Liczył on 33 równania, w tym 16 stochastycznych, a jego parametry były estymowane zwykłą metodą najmniejszych kwadratów. Następnie należy wymienić model Liu (1963) oraz długookresowy model (1869–1953) Valavanisa (1955) oraz model Duesenberry'ego, Ecksteina i Fromma (1960). Równolegle powstawały modele w większości rozwiniętych krajów świata.

Model Kleina-Goldbergera był używany do badania własności gospodarki amerykańskiej lat międzywojennych i powojennych przy wykorzystaniu analizy mnożnikowej. Rządziej służył do celów prognostycznych. Mimo wysokiej oceny jego zastosowania stały się przedmiotem krytyki. Wskazywano, że do celów praktycznych dla wielkich korporacji i agencji rządowych cenniejsze byłyby informacje dotyczące prognoz i analiz krótkookresowych (kwartalnych lub miesięcznych).

## 4.2. Modele kwartalne: Brookings Model

Na skutek krytyki rozpoczęto prace nad kwartalnym modelem obejmującym lata powojenne, w wyniku czego na początku lat 60. został zbudowany pierwszy model kwartalny gospodarki USA: Postwar Quarterly Model (1948–1958). Posłużył on jako punkt wyjścia do konstrukcji kolejnych modeli kwartalnych dla gospodarki amerykańskiej. Model ten był początkowo niewielki, liczył 37 równań, z czego 29 behawioralnych i 8 tożsamości. Parametry zostały oszacowane za pomocą dwóch metod: największej wiarygodności z ograniczoną informacją oraz podwójnej metody najmniejszych kwadratów (Klein 1982). Jego struktura była podobna jak w wypadku modelu rocznego,

jednak wykazywała pewne różnice. Model roczny definiował wiele równań w cenach bieżących, podczas gdy w modelu kwartalnym przeważała specyfikacja dla zmiennych wyrażonych w cenach stałych. Ponadto miał bardziej rozbudowane równania dotyczące zarówno popytu konsumpcyjnego, jak i inwestycji. Klein wprowadził do tego modelu koncepcję potencjalnej produkcji i stopnia jej wykorzystania. Miało to znaczenie dla odwzorowania efektów napięć rynkowych, zwłaszcza w równaniu cen. Produkcja potencjalna reprezentowała wielkości otrzymywane w szczytowych fazach cyklu koniunkturalnego. Odnosząc faktyczną produkcję do tak określonej produkcji potencjalnej, otrzymywano wskaźnik charakteryzujący stopień wykorzystania potencjału. Był on nazywany Wharton School of the Capacity Utilization Index. Indeksu tego używano przez całe lata, dopóki nie zastąpiono go oficjalnym, inaczej liczoną wskaźnikiem.

Model ten zaczął funkcjonować i generować kwartalne prognozy od 1961 r. W późniejszych latach przekazano go do Biura Analiz Ekonomicznych (Bureau of Economic Analyses), działającego przy Department of Commerce. Zmodyfikowany i znacznie powiększony model był stosowany przez całe lata. Jest używany do dzisiaj, ale oczywiście pod nową nazwą BEA – od nazwy instytucji. Został rozbudowany do kilkunastu, a potem do kilkudziesięciu równań, o strukturze niewiele odbiegającej od swego prototypu, jednak wzbogaconej o blok równań dla sektora publicznego i pieniężnego (Liebenberg, Green, Hirsch 1971).

Nowy, duży projekt został zainicjowany na początku lat 60. przez Kleina i Duesenberry'ego w Brookings i otrzymał nazwę Brookings Model. Był to pierwszy przypadek w historii makromodelowania, kiedy budowy modelu podjął się nie pojedynczy autor wraz z zespołem, ale wybitni uczeni z kilku ośrodków badawczych. Udało się, a były to lata 60., zgromadzić w ramach tego projektu najlepszych amerykańskich specjalistów od makromodelowania.

W ramach projektu były prowadzone liczne badania nad poprawnością specyfikacji, metodami estymacji i wykorzystaniem modelu. W ich wyniku powstały trzy tomy wydane przez Kleina i innych uczonych, prezentujące Brookings Model (Duesenberry i in. 1965; 1969 oraz Fromm, Klein 1975). Do niektórych opracowań zawartych w tych tomach chętnie wraca się jeszcze dzisiaj, ponieważ odznaczają się oryginalnością i głębią. Teoretyczne podstawy makromodelowania, które zostały tam sformułowane, nie straciły na aktualności. Dobitym przykładem była koncepcja funkcji inwestycji zaproponowana przez Jorgensona (1965). Inwestycje zostały uzależnione nie tylko od wielkości środków finansowych, lecz także od zmiennej wyrażającej koszty realizacji inwestycji. Zmienna ta przedstawiała relację wysokości spodziewanych zysków, jakie można byłoby osiągnąć w wyniku inwestycji, z kosztami niezbędnymi do jej realizacji. Spośród tych kosztów najważniejsza jest wysokość oprocentowania kredytów. Inwestor dokonywał wyboru, czy pożyczyć kapitał, płacąc aktualną stopę procentową, czy też ulokować posiadane środki w papierach wartościowych – akcjach, obligacjach. Konstrukcja wskaźnika kosztów uzyskania była skomplikowana. Uwzględniono mianowicie różnice między wysokością cen, po których można byłoby zbyć produkty, a wysokością cen tych środków inwestycyjnych, które trzeba było zakupić. Była to więc funkcja relacji cen zbytu do cen zakupu dóbr inwestycyjnych, przy uwzględnieniu stopy procentowej. Ten pomysł utrzymał się do dzisiaj.

Model miał być duży i uwzględniać wiele szczegółów, aby zaspokoić zapotrzebowanie różnych odbiorców. Pierwotna wersja liczyła ponad 200 równań, w tym blisko 150 stochastycznych. Są to rozmiary charakterystyczne dla współczesnych modeli kwartalnych. W miarę wpływu czasu liczba równań wzrosła do ponad 400, głównie w wyniku zwiększenia dostępności danych, które

obejmowały lata 1949–1960. Były to dane odsezonowane. Model odznaczał się wysokim stopniem dezagregacji, przede wszystkim sektorowej. Zdezagregowano również popyt finalny: w konsumpcji wyróżniono pięć grup towarowych: samochody i inne dobra trwałego użytku, dobra nietrwałe, usługi, żywność i napoje oraz pozostałe. Specyfikacja była podobna jak w modelu kwartalnym Kleina. Poza dochodami realnymi (zagregowanymi i niepodzielonymi według źródeł) wystąpiły tam relatywne ceny oraz opóźniona wartość zmiennej objaśnianej. Wprowadzono nadto zmienne specyficzne dla poszczególnych grup towarów, takie jak wysokość oprocentowania kredytu (w równaniu popytu na samochody i inne dobra trwałego użytku). W funkcji inwestycji jako zmiennych objaśniających użyto dochodów realnych i kosztów uzyskania inwestycji (stopy oprocentowania).

Model nie zawiera wyraźnie zdefiniowanej funkcji produkcji, ale jest ona używana do wyznaczenia zatrudnienia lub czasu pracy. Funkcja determinująca rozmiary czasu pracy jest zbudowana w taki sposób, że uwzględnia nie tylko poziom produkcji, ale także jej przyrost (tj. tempo wzrostu produkcji). Uwzględnia także opóźnioną wielkość środków trwałych, co wynika bezpośrednio z transformacji funkcji produkcji, oraz zmienną objaśnianą opóźnioną. Funkcja podaży siły roboczej jest zbudowana podobnie. Podaż zależy od poziomu aktywności gospodarczej i szybkości jej zmian oraz od zmiennych demograficznych. Równania płac są zbudowane według zasady Kleina-Phillipsa i uwzględniają ceny, wydajność pracy oraz stopę bezrobocia. Ceny uwzględniają nadwyżkę nad kosztami jednostkowymi, których głównym składnikiem są koszty pracy.

W ramach prac nad Brookings Model zostały rozwiązane dwa szczególne problemy metodologiczne. Po pierwsze, sformułowano zasady estymacji dużego modelu, odznaczającego się bogactwem sprzężeń zwrotnych. Postulowano porządkowanie bloków modelu w taki sposób, aby pierwsze zależały od niewielkiej liczby zmiennych, końcowe zaś od prawie wszystkich (Fisher 1965). Zachowanie takiej blokowo-rekurencyjnej struktury pozwala bowiem na estymację parametrów pojedynczych równań w obrębie poszczególnych bloków (zakłada się, że związki między blokami są mało istotne). Po drugie, sformalizowano związki pomiędzy produkcją finalną a produkcją globalną, czyli relacje zachodzące wewnątrz sektora produkującego dobra i usługi, a z drugiej strony relacje pomiędzy cenami brutto produktów a wartością dodaną. Stanowiło to trwały wkład w rozwój modeli typu *input-output*.

Brookings Model był wielokrotnie wykorzystywany w analizach symulacyjnych, rzadziej do prognozowania (Fromm, Klein 1975). Jego powstanie miało ogromne znaczenie dla dalszego rozwoju modelowania makroekonometrycznego w ośrodkach amerykańskich. Projekt zakończono w 1972 r.

W końcu lat 60. i na początku lat 70. powstały inne modele gospodarki amerykańskiej, m.in.: model MPS z rozbudowanym sektorem finansów dla Rezerwy Federalnej, model BEA, model St. Louis, modele organizacji komercyjnych (Wharton, DRI, Michigan), wreszcie modele powstałe z inicjatywy poszczególnych uczonych (Hickman-Coen, Fair, Liu-Hwa). Poniżej przedstawimy ich skrócone charakterystyki.

### **Modele Wharton**

Modele te powstały w Filadelfii w ramach WEFA (Wharton Econometric Forecasting Associates) pod kierunkiem Kleina. Model kwartalny był w pewnym zakresie kontynuacją modeli Postwar Quarterly oraz Brookings (Evans, Klein 1967). Jego wykorzystanie w praktyce stało się możliwe w 1963 r., kiedy zaczęto systematycznie prezentować kwartalne prognozy gospodarki amerykańskiej.

skiej, a także wyniki analiz symulacyjnych – przy współudziale licznych uczestników projektu WEFA (wielkich korporacji i agencji rządowych). Model miał liczne mutacje prowadzące do zwiększenia jego rozmiarów i skali zastosowań. Wersja z 1968 r. liczyła około 80 równań, Mark III (McCarthy 1972) 200 równań, wersja z początku lat 80. około 1000 równań, a powstała w końcu lat 80. – około 750 (w tym 280 stochastycznych).

Struktura modeli była neokeynowska, co znalazło wyraz w równaniach objaśniających popyt finalny. Wprawdzie przyjęto neoklasyczną specyfikację funkcji inwestycji Jorgensona, jednak wprowadzono równanie zapasów bilansujące popyt z podażą. W modelu wykorzystywano na szeroką skalę Wharton Capacity Utilization Index, co umożliwiło oszacowanie produkcji potencjalnej przez zastosowanie funkcji produkcji Cobba-Douglasa. Model generował zatrudnienie przy użyciu odwróconej funkcji produkcji. Równania cen były oparte na wykorzystaniu nadwyżki (*mark-up*) nad kosztami. Równania płac korzystały z relacji Kleina-Phillipsa (Duggal, Klein, McCarthy 1974).

Model ten był bardzo zdynamizowany. Korzystał z wielomianowych rozkładów opóźnień. W Anticipation Version (Adams, Duggal 1974) wprowadzono z powodzeniem zmienne wyrażające oczekiwania podmiotów gospodarczych (Michigan Index of Consumer Sentiment oraz BEA Survey of Investment Intentions). Model stosowano przede wszystkim do opracowywania krótkookresowych prognoz, ale był także używany w analizach symulacyjnych, m.in. do określenia wartości mnożników pokazujących skutki polityki fiskalnej. Model ten wszedł w skład modeli projektu LINK.

Niespełna 10 lat po powstaniu modelu kwartalnego zdecydowano się na budowę dużego, długookresowego modelu rocznego, korzystającego z systemu równań *input-output* (Preston 1972), Wharton Annual and Industry Forecasting Model. Początkowo liczył on około 400 równań, a w latach 80. rozrósł się do ponad 3000. Jego szczególną cechą były dwa submodele typu *input-output*. Pierwszy opisywał powiązania międzygałęziowe, wyróżniając od 50 do 63 gałęzi, drugi dotyczył powiązań cen. Podejmowano próby uzmienniania parametrów tych submodeli, a w ostatniej wersji uzależniono je od relatywnych cen. Model ten był wykorzystywany do sporządzania prognoz o horyzoncie do 10 lat, a także w licznych analizach mnożnikowych.

Powyższe modele funkcjonowały do 2001 r., kiedy zostały połączone z modelem DRI i weszły w skład systemu prognostyczno-symulacyjnego Global Insight.

### **Model DRI**

Model DRI powstał w ramach dużego systemu informacyjnego Data Resources Inc., gromadzącego szeregi czasowe dotyczące gospodarki amerykańskiej. Model ten zbudowano w 1969 r. jako model kwartalny i był co roku reestymowany pod kierunkiem Ecksteina (Eckstein, Green, Sinai 1974; Eckstein 1983). Był on kontynuacją wcześniejszego modelu zbudowanego w celu analizy recesji w gospodarce amerykańskiej (Duesenberry, Eckstein, Fromm 1960) oraz nawiązywał do Brookings Model. Składał się z około 700 równań, w tym około 400 stochastycznych. Wyróżniał siedem bloków obejmujących całą gospodarkę, z których największy był blok przemysłu (ponad połowa równań). Specyfikacja odbiegała od typowej dla wcześniejszych modeli. Funkcję produkcji Cobba-Douglasa poszerzono o zużycie energii oraz nakłady na badania i rozwój, dzięki czemu można było należycie objaśnić recesję z lat 70. Na uwagę zasługuje rozbudowany submodel sektora finansowego, którego oddziaływanie na sektor realny za pośrednictwem stóp procentowych, cen akcji, obligacji etc. jest wyraźnie zaznaczone.

Model był używany do opracowywania krótkookresowych prognoz odznaczających się, zwłaszcza gdy chodzi o późniejsze generacje, dużą dokładnością. Wielokrotnie wykorzystywano go w analizach symulacyjnych dotyczących m.in. następstw szoków naftowych. Dużym uznaniem cieszyły się wyniki analiz kontrfaktycznych, dotyczących przebiegu Wielkiego Kryzysu.

W latach 70. i późniejszych funkcjonowały ponadto: Michigan Quarterly Econometric Model (MQEM, Hymans, Shapiro 1974), model BEA, który był podstawowym narzędziem prognozowania i analiz ekonomicznych prowadzonych przez Biuro Analiz Ekonomicznych (BEA) przy US Department of Commerce, oraz kwartalny model MPS (akronim od MIT, PENN i SSRC), zbudowany przez zespół kierowany przez Ando i Modiglianiego przy współudziale de Leeuwa z Rezerwy Federalnej (de Leeuw, Gramlich 1968). Był on zorientowany na potrzeby Systemu Rezerwy Federalnej i dlatego położono w nim akcent na sektor przepływów finansowych (Ando, Modigliani, Rasche 1972). Model MPS intensywnie wykorzystywano w analizach dotyczących skutków polityki stabilizacyjnej. Pozwalał weryfikować hipotezy monetarystów, w nazbyt uproszczony sposób ujmujących rolę instrumentów polityki pieniężnej.

Roczny model Hickmana-Coena (1976) pomyślany był jako model średniookresowy, służący do opracowywania prognoz o horyzoncie co najmniej 10-letnim. Model ten doskonalono do 2006 r., kiedy powstało ostatnie opracowanie autorów dotyczące wersji modelu zorientowanej na badania dynamiki potencjalnej produkcji, produktywności i wykorzystania zasobów (Coen, Hickman 2006).

Na początku lat 70. Fair (1971) zbudował model krótkookresowy (kwartalny) przeznaczony do celów prognostycznych. Był on najmniejszy spośród operacyjnych modeli gospodarki amerykańskiej. Systematycznie aktualizowano go w wyniku częstej reestymacji; w późniejszych latach mogły z niego korzystać instytucje lub osoby prywatne za pośrednictwem abonamentu (Fair 1974). W 1984 r. liczył już 128 równań, w tym 30 stochastycznych. Był wykorzystywany w licznych analizach symulacyjnych. Duże znaczenie miała weryfikacja hipotezy, że przewidywania nie są racjonalne. Na początku XXI w. model ten wszedł w skład modelu MC (*multicountry*), obejmującego kilkanaście krajów.

Specyficzny model kwartalny o małych rozmiarach powstał także w Banku Rezerwy Federalnej w St. Louis przy współudziale Andersena i Carlsona (1970). Pierwszym modelem miesięcznym gospodarki amerykańskiej był natomiast model Liu-Hwa, powstały w połowie lat 70. (Liu, Hwa 1974).

### 4.3. Modele krajów europejskich

Minęło kilkanaście lat od powstania modeli USA, nim działalność w dziedzinie makromodelowania rozwinęła się w uprzemysłowionych krajach Europy Zachodniej i Japonii. Szczególne znaczenie należy przypisać modelowaniu w Wielkiej Brytanii, następnie we Francji, jak również w ojczyźnie makromodelowania – Holandii. Rozwój nastąpił także w pozostałych krajach europejskich, z tym że odmienny charakter miały próby podejmowane w krajach o gospodarce centralnie planowanej, które po 1990 r. przechodziły transformację do gospodarki rynkowej.

Pierwszy model kwartalny powstał w Wielkiej Brytanii w latach 1958–1959 pod kierunkiem Kleina przy udziale Balla w Oxford University. Wobec braku kwartalnych rachunków narodowych główną zmienną objaśnianą była produkcja przemysłowa (Klein i in. 1961). Po wyjeździe Kleina do USA w 1959 r. nie kontynuowano prac nad tym modelem.

W 1960 r. Richard Stone wraz z zespołem podjął prace nad konstrukcją dużego modelu gospodarki brytyjskiej w ramach Growth Project, zwanego początkowo Rakietą. Model ten korzystał z obszernej bazy danych rocznych powstałej w systemie rachunków narodowych i miał cechy szczególne, wynikające z wcześniejszych prac Stone'a. Po pierwsze, został silnie zdezagregowany na kilkadziesiąt grup towarowych. Po drugie, skorzystano w nim z koncepcji liniowego systemu wydatków (LES) zaproponowanego przez Stone'a do opisu konsumpcji. W związku z tym mimo statycznego charakteru liczył kilka tysięcy równań, w tym około 2000 w połowie lat 70. Wiele problemów przeanalizowano i rozwiązano przy okazji dołączania submodeli typu *input-output*, opisujących międzygałęziowe powiązania produkcji oraz cen. Prace te wykonywał niewielki zespół kierowany przez Browna. Model od początku był używany do celów progностyczno-symulacyjnych. Były to prognozy średniookresowe, których precyzja rosła w miarę dynamizacji równań modelu. Jego głęboka dezagregacja umożliwiła przeprowadzenie silnie wyspecjalizowanych, sektorowych analiz symulacyjnych. Prace nad tym modelem były początkowo finansowane ze źródeł publicznych. Utrata finansowania w połowie lat 70. nie przerwała jego funkcjonowania. Powstała instytucja o charakterze komercyjnym – Cambridge Econometrics, którą kierował Terry Barker, uczeń Stone'a (Barker 1976). Współcześnie model wykorzystuje się do bardzo wielu celów, m.in. analiz dotyczących energetyki czy skutków likwidacji zanieczyszczeń powietrza w Wielkiej Brytanii. Mimo upływu ponad 40 lat jest to jedyny brytyjski model o takich rozmiarach.

W drugiej połowie lat 60. i na początku lat 70. kilka ośrodków brytyjskich rozpoczęło działalność w dziedzinie makromodelowania, co doprowadziło do powstania sześciu makromodeli kwartalnych, z których pięć przetrwało do dzisiaj.

Najbardziej znany był model London Business School (LBS). Dzięki działalności Balla powstał kwartalny model Wielkiej Brytanii oparty na danych pochodzących z rachunków narodowych (Ball i in. 1975). Na jego podstawie w 1966 r. po raz pierwszy przedstawiono prognozy o horyzoncie do lat 10. Publikowano je systematycznie przez następnych 30 lat.

Niemal równocześnie powstawały modele w innych instytucjach, głównie publicznych (por. Ball, Holly 1991; Whitley 1994). Należy do nich model zbudowany na początku lat 70. w Narodowym Instytucie Badań Ekonomicznych i Społecznych (NIESR, por. Byron 1970). Instytut ten od 1959 r. publikował prognozy oparte na pojedynczych równaniach, przechodząc następnie do publikacji prognoz opartych na całym modelu, który należy dziś do najlepszych modeli brytyjskich. Opracowywane na jego podstawie prognozy kwartalne są systematycznie publikowane w prasie brytyjskiej.

W latach 70. powstały modele na potrzeby instytucji rządowych, służące głównie do celów praktycznych. Najbardziej znany jest model kwartalny zbudowany w HM Treasury (Shepherd, Evans, Riley 1975). Także w Banku Anglii skonstruowano model do analizy skutków polityki pieniężnej (Patterson i in. 1987).

W okresie krytyki modeli głównego nurtu na Uniwersytecie w Liverpoolu powstał Liverpool Model (LPL), w którym kładzie się nacisk na sferę pieniężną. Był to niewielki model oparty na założeniach neoklasycznych. Stosuje się go do dzisiaj (Minford i in. 1984). W tym okresie zbudowano również mały roczny model CUBS (City University Business School), zorientowany na dokładniejszą specyfikację strony popytowej gospodarki brytyjskiej (Beenstock i in. 1986). Jego krytyczną analizę przedstawił Whitley (1994).

Rozwój makroekonometrycznego modelowania we Francji miał odmienny rodowód niż w USA czy Wielkiej Brytanii. Wiązał się z planowaniem indykatywnym oraz prognozowaniem składników rachunków narodowych na potrzeby układania budżetu państwa. Na potrzeby VI i VII Planu Courbis zbudował w INSEE, w latach 1966–1968, wielosektorowy, duży roczny model FIFI (Algietta, Courbis 1969). Był on wysoce zdezagregowany; jednym z jego elementów był model *input-output* oraz rozkład dochodów. Teoretyczną podstawą była sformułowana przez Courbisa koncepcja gospodarki konkurencyjnej (Courbis 1979), zgodnie z którą wyróżnia się dwa sektory: zamknięty i otwarty na konkurencję zagraniczną.

Szczególne problemy z prognozowaniem składników rachunków narodowych były rozwiązywane za pomocą rocznych modeli ZOGOL (Herzog, Olive 1966), DECA (Billaudot 1971; Malgrange 1972), a następnie STAR (Boulle i in. 1984), który zastąpiono rocznym modelem COPAIN (Dehore i in. 1981).

W drugiej połowie lat 70. oraz we wczesnych latach 80. powstały roczne modele drugiej generacji: DMS o orientacji keynesowskiej zbudowany w INSEE w latach 1974–1978, roczny, wielosektorowy, dynamiczny MOGLI (Courbis 1982; Courbis i in. 1982) skonstruowany w latach 1974–1979 w GAMA (Groupe d'Analyse Macroéconomique Appliquée przy Uniwersytecie w Nanterre) oraz modele OFCE i HERMES-FRANCE. Zbudowano także wielosektorowy model *input-output* ANAIS (Courbis, Sok 1983) oraz model gospodarki regionalnej Francji – REGINA (Courbis 1979).

Kwartalne modele gospodarki francuskiej zaczęły powstawać po publikacji kwartalnych rachunków narodowych w 1973 r. W INSEE zbudowano duży kwartalny model METRIC (Nasse i in. 1977), który początkowo liczył 400, a w połowie lat 80. – 950 równań (Bloch i in. 1988). Uwzględniono w nim możliwość występowania nierównowagi (Artus, Volle 1982). Na wzór modelu METRIC stworzono w latach 80. dalsze: OFCE, ICARE oraz PROTEE (Dumazet, Khong 1989; Courbis, Salmon 1986).

Upłynęło kilkanaście lat od budowy pierwszego modelu gospodarki Holandii. Centralne Biuro Planowania pod kierunkiem Tinbergena skonstruowało w 1953 r. pierwszy roczny model nowej generacji. Model ten, a następnie jego następne mutacje służyły do budowy kolejnych planów rozwoju gospodarki holenderskiej. Model z 1955 r., podobnie jak późniejsze wersje z 1961 i 1963 r., zbudowane przy udziale Verdoorna i Koycka, opierały się głównie na próbie lat międzywojennych (Verdoorn, Post, Goslinga 1970). Kolejny, średniookresowy model C5 zawierał *explicite* funkcje produkcji (Van den Beld 1968). Był pomostem do modeli nowej generacji. Jeden z nich to roczny model VINTAF, którego szczególną cechą była segmentowa funkcja produkcji (Den Hartog, Tjan 1976). Na początku lat 80. model ten został zastąpiony modelem FREIA, rozszerzonym o sektor finansowy (Hassolman i in. 1983).

Na początku lat 70. w Centralnym Biurze Planowania uznano na konieczną budowę modeli kwartalnych. Pierwszy z nich, model Driehuisa, miał nieduże rozmiary (Driehuis 1972). Został on zastąpiony modelem KOMPAS, zbudowanym na początku lat 80. przez Van den Berga, Gelauffa i Okkera (1988). W połowie lat 80. połączono go z modelem FREIA i tak powstał duży model kwartalny FREIA-KOMPAS (ponad 500 równań). Model ten służył przez wiele lat do prognozowania i analiz symulacyjnych.

W końcu lat 70. zaczęły powstawać makromodele poza Centralnym Biurem Planowania – na uniwersytetach w Groningen i Amsterdamie oraz w banku centralnym Holandii (Driehuis, van Ierland, van den Noord 1983; Voorhoeve 1986).

Na początku lat 80. w banku centralnym Holandii zainicjowano budowę kwartalnego modelu MORKMOM (Fase 1985), który wyróżniał sektor realny i pieniężny (objaśniane były stopy procentowe oraz kursy walutowe). W końcu lat 80. na Uniwersytecie Groningen w specjalnej jednostce badawczej CCSO podjęto prace nad modelowaniem gospodarki holenderskiej. Zbudowano najpierw model roczny (Kuipers i in. 1990), a następnie model kwartalny.

W pozostałych krajach europejskich rozwój makromodelowania nastąpił z pewnym opóźnieniem (szczegółowy opis w: Welfe 2010).

#### 4.4. Stylizowana struktura modeli gospodarki narodowej

Opisywane modele gospodarki narodowej głównego nurtu mają strukturę, która podlegała wielu zmianom w ciągu ostatniego półwiecza. Spróbujemy przedstawić ją w sposób uproszczony, prezentując jej stylizowaną wersję (por. Klein, Welfe, Welfe 1999; Whitley 1994). Odnosi się ona do przeważających w latach 80. modeli makroekonometrycznych, w których podstawą uporządkowania równań były kryteria rodzaju działalności.

Rozpocznijemy od podstawowej tożsamości definiującej PKB ( $X_t$ ):

$$X_t = C_t + G_t + J_t + (E_t - M_t)$$

Podstawowe relacje behawioralne i technologiczne są następujące:

funkcja konsumpcji

$$C_t = c(Y_t, r_t, C_{t-1})$$

funkcja inwestycji

$$J_t = j(X_t, r_t, K_{t-1})$$

funkcja eksportu

$$E_t = e(WT_t, p_t^w/p_t, E_{t-1})$$

funkcja importu

$$M_t = m(X_t, p_t/p_t^m, M_{t-1})$$

funkcja zatrudnienia

$$N_t = n(X_t, N_{t-1})$$

równanie cen producenta

$$p_t = p(w_t N_t / X_t, p_t^m)$$

równanie płac przeciętnych

$$w_t = w(u_t, p_t)$$

równanie aktywności zawodowej

$$N_t^s / L_t = n(u_t, w_t / p_t)$$



równanie popytu na pieniądz

gdzie: 
$$M_t^d = m(Y_t, p_t, r_t)$$

zmienne endogeniczne:

- $C_t$  – konsumpcja gospodarstw domowych (ceny stałe),
- $E_t$  – eksport (ceny stałe),
- $J_t$  – inwestycje brutto (ceny stałe),
- $K_t$  – środki trwałe na koniec okresu (ceny stałe),
- $M_t$  – import (ceny stałe),
- $N_t$  – zatrudnienie,
- $N_t^s$  – podaż siły roboczej,
- $p_t$  – ceny producenta,
- $u_t$  – stopa bezrobocia,  $u_t = (N_t^s - N_t) / N_t^s$ ,
- $w_t$  – płace przeciętne nominalne,
- $Y_t$  – realne dochody osobiste gospodarstw domowych;

zmienne egzogeniczne:

- $G_t$  – realne wydatki instytucji publicznych (spożycie zbiorowe),
- $L_t$  – liczba ludności,
- $WT_t$  – wolumen handlu światowego,
- $P_t^w$  – ceny światowe,
- $p_t^m$  – ceny importu.

Funkcja konsumpcji ma orientację keynesowską; uzależnia poziom konsumpcji głównie od realnych dochodów osobistych. Stopa procentowa objaśnia wahania konsumpcji wahaniami oszczędności. Wprowadzenie opóźnionej konsumpcji wynika z przekonania o występowaniu inercji (przywyczażeń), może być także interpretowane jako charakterystyka następstw opóźnień, gdy chodzi o dochody do dyspozycji.

Funkcja inwestycji reprezentuje pewną odmianę funkcji zmiennego akceleratora. Pożądane rozmiary środków trwałych  $K_t^*$  mogą być przedstawione jako funkcja rozmiarów produkcji ( $X_t$ ) i stopy procentowej ( $r_t$ ):

$$K_t^* = k_t(X_t, r_t)$$

a przyrost środków trwałych jako proporcjonalny do różnicy między pożądanym a faktycznym poziomem środków trwałych:

$$\Delta K_t = \lambda(K_t^* - K_{t-1})$$

Inwestycje są równe sumie przyrostu środków trwałych i deprecjacji środków trwałych  $D_t = d_t K_{t-1}$ :

$$J_t = \Delta K_t + D_t = i(X_t, r_t, K_{t-1})$$

Popyt inwestycji publicznych jest w uproszczonym modelu egzogeniczny.

Równania handlu zagranicznego mają standardową postać. Eksport zależy od popytu światowego, import zaś od globalnego popytu krajowego. W obu przypadkach istotną rolę odgrywają relatywne ceny.

Funkcja zatrudnienia była na ogół otrzymywana z odwrócenia funkcji produkcji. Dużą rolę odgrywały opóźnienia w dostosowaniach zatrudnienia do zmian rozmiarów produkcji. Podaż siły roboczej była określana iloczynem liczby ludności i współczynnika aktywności zawodowej, na który wpływała sytuacja na rynku pracy (stopa bezrobocia) oraz atrakcyjność poszukiwanej pracy (realne wynagrodzenia). Stopa bezrobocia była ustalana rezydualnie.

Ceny producenta zależą od kosztów jednostkowych reprezentowanych przez koszty pracy oraz ceny importu, a wynagrodzenia od stopy inflacji i stopy bezrobocia.

Przepływy finansowe reprezentuje równanie objaśniające popyt na pieniądź. Zależą od dochodów realnych oraz cen i stopy procentowej. W celu scharakteryzowania pozostałych elementów przepływów finansowych, w tym dochodów i wydatków budżetu państwa, były specyfikowane odpowiednie tożsamości.

Przedstawiony tu system równań zawiera wszystkie główne sprzężenia zwrotne, charakterystyczne dla makromodeli. Pobudzenie realnych dochodów do dyspozycji pociąga za sobą odpowiedni przyrost PKB, ten zaś przyrost zatrudnienia (z opóźnieniem) i przy zadanej płacy – przyrost dochodów do dyspozycji. Mnożnik konsumpcyjny wynika zatem z relacji:

$$\Delta Y_t \rightarrow \Delta C_t \rightarrow \Delta X_t \rightarrow \Delta N_t \rightarrow \Delta Y_t$$

W modelach tych występuje także akcelerator, co znajduje wyraz w następującym ciągu:

$$\Delta J_t \rightarrow \Delta X_t \rightarrow \Delta J_t$$

Mamy również mnożnik występujący w imporcie:

$$\Delta X_t \xrightarrow{+} \Delta M_t \xrightarrow{-} \Delta X_t$$

Ponadto obecne jest sprzężenie inflacyjne:

$$\Delta p_t \rightarrow \Delta w_t \rightarrow \Delta p_t$$

Dzięki występowaniu powyższych relacji możliwe jest dokonywanie licznych analiz symulacyjnych za pomocą tych modeli, dotyczących spodziewanych skutków polityki gospodarczej.

## 5. Nowe tendencje w modelowaniu makroekonometrycznym począwszy od lat 90. XX w.

### 5.1. Dynamizacja modeli. Racjonalne oczekiwania. Długi i krótki okres

Na przełomie lat 70. i 80. ubiegłego stulecia zwrócono uwagę na celowość uporządkowania technik wprowadzania opóźnień. David Hendry zaproponował, by zgodnie z metodologią LSE w równaniach testować istotność, rozpoczynając od opóźnień najdalszych (por. Hendry 1995). Uwzględnienie oczekiwań podmiotów gospodarczych miało dłuższą historię. Już we wczesnych modelach gospodarki amerykańskiej wprowadzano niekiedy przewidywania oparte na systematycznym ankie-

towaniu gospodarstw domowych. Jednak dopiero na przełomie lat 80. i 90. w wyniku tzw. krytyki Lucasa upowszechniły się tendencje do uwzględniania przewidywań podmiotów gospodarczych. Dotyczyło to głównie równań cen, oprocentowania, płac, a także kursów walutowych. Tylko w niektórych modelach przyjmowano, że przewidywania są racjonalne. Zwykle zakładano, że podmioty gospodarcze (zwłaszcza małe) nie dysponują odpowiednią wiedzą pozwalającą, by ich przewidywania dorównywały rezultatom otrzymywanym na podstawie teoretycznych modeli.

W latach 80. zwrócono uwagę, że w wielu obszarach występują relacje, które w długich okresach odznaczają się stabilnością. Zaproponowano więc takie budowanie równań, by można było oddzielić relacje długookresowe (równowagi) od relacji wyrażających krótkookresowe dostosowania, prowadzące do osiągnięcia stanów równowagi. Wygodnym narzędziem stało się odpowiednie przekształcenie modelu ADL do postaci modelu korekty błędem, ECM (por. Majsterek, Welfe 2000). Ten sposób specyfikacji równań upowszechnił się w latach 90., gdy okazało się, że ma podstawy teoretyczno-statystyczne nawiązujące do teorii równowagi (por. Welfe 2013).

## 5.2. Mikroekonomiczne podstawy specyfikacji

Na przełomie lat 80. i 90. zwrócono uwagę na konieczność uwzględnienia mikroekonomicznych podstaw specyfikacji równań. Korzystając z teorii neoklasycznej, przyjęto, że działalność gospodarstw domowych i przedsiębiorstw powinna być opisywana przy założeniu, że w warunkach niedoskonałej konkurencji podmioty te maksymalizują preferencje: gospodarstwa domowe – użyteczność, przedsiębiorstwa – zyski (lub minimalizują koszty). W wyniku maksymalizacji użyteczności otrzymuje się funkcje popytu konsumpcyjnego i inwestycyjnego (inwestycje mieszkaniowe) oraz podaży pracy gospodarstw domowych. Rozwiązanie zadania maksymalizacji zysku przedsiębiorstw pozwala otrzymać równania popytu na czynniki produkcji, równania cen i płac.

Budowa równań różni się od wcześniej przedstawionych tym, że poza wprowadzeniem oczekiwań istotną rolę odgrywają nie tylko strumienie, lecz także zasoby, którymi dysponują podmioty gospodarcze. W szczególności, zgodnie z Friedmanowską koncepcją dochodu permanentnego, do funkcji popytu konsumpcyjnego wprowadzono zmienną objaśniającą zasoby gospodarstw domowych (początkowo finansowe, a następnie rzeczowe – nieruchomości). W późniejszych latach zgodnie z koncepcją cyklu życia wprowadzono oczekiwane dochody z przyszłych okresów, zwane osobistymi realnymi zasobami.

Specyfikacja popytu na czynniki produkcji uwzględniała skutki substytucji pracy przez maszyny i urządzenia. W funkcji inwestycji jako zmienną objaśniającą wprowadzono koszty realizacji inwestycji (których składnikiem pozostawała stopa procentowa), co pozwoliło na wyznaczenie spodziewanych korzyści (zysków) z inwestycji. W późniejszych latach zwrócono uwagę na celowość uwzględnienia kosztów instalacji środków trwałych, wywołujących opóźnienia w procesie inwestycyjnym. Podjęto też próbę wykorzystania koncepcji Q Tobina. Z kolei w funkcji zatrudnienia jako zmienną objaśniającą uwzględniono wysokość realnych wynagrodzeń razem z relacjami płac i zysków lub zamiast nich.

### 5.3. Modelowanie podaży

W przedstawionych wyżej charakterystykach równań strukturalnych przyjmowano, że popyt na dobra i usługi oraz na czynniki produkcji jest zaspokajany na rynku. Można zatem przyjąć, że podaż towarów i usług oraz czynników produkcji dostosowuje się do popytu, stąd w modelach tych nie występują *explicite* funkcje podaży. Wyjątkiem jest rynek pracy, gdzie podaż siły roboczej jest wyznaczana z odrębnego równania, co pozwala na oszacowanie stopy bezrobocia, będącej wyrazem nierównowagi na tym rynku.

Dość wcześnie zwrócono uwagę na możliwość wystąpienia nierównowagi na rynkach towarów i usług o charakterze przejściowym (frykcyjnym), która może być eliminowana przez dostosowania zapasów (stąd w nielicznych modelach oddzielne równania zmian zapasów wyrobów gotowych) lub dostosowania w eksporcie bądź w imporcie. Te ostatnie wymagają użycia charakterystyk potencjalnej luki popytowej, mających też duże znaczenie w kształtowaniu cen producenta.

Charakterystyki nierównowagi mogą być budowane w rozmaity sposób. Odwołamy się tu do wskaźników stopnia wykorzystania potencjału produkcyjnego  $wx_t$ . Można je wyznaczać na podstawie danych ankietowych lub w drodze analizy odchyień od trendu produkcji. Mocne teoretyczne podstawy mają wskaźniki otrzymywane z relacji efektywnej produkcji  $X_t$  do produkcji potencjalnej  $X_t^p$ :

$$wx_t = X_t / X_t^p$$

Produkcję potencjalną otrzymuje się zazwyczaj z funkcji produkcji. Założymy, że funkcja produkcji ma postać Cobba-Douglasa ze stałymi efektami skali:

$$X_t^p = BA_t K_t^\alpha N_t^{(1-\alpha)} e^{\varepsilon_t}$$

gdzie:

- $A_t$  – łączna produktywność czynników produkcji wyjaśniająca skutki postępu technicznego,
- $\alpha$  – elastyczność względem środków trwałych,
- $\varepsilon_t$  – składnik losowy.

Funkcje produkcji występowały *explicite* w niektórych tylko modelach rocznych, przy czym skutki postępu technicznego były egzogeniczne (reprezentowane przez trend). Dopiero rozwój teorii endogenicznego wzrostu doprowadził do wprowadzenia specyfikacji, w której produktywność czynników produkcji zendogenizowano, uzależniając jej wzrost od wzrostu kapitału wiedzy, reprezentowanego przez kapitał ludzki oraz skumulowane nakłady na badania i rozwój, krajowe i zagraniczne (Welfe 1996). Funkcje te powszechnie wykorzystywano dopiero w późniejszych modelach nierównowagi, zwłaszcza w modelach obejmujących długi okres.

Specyfikacja odrębnych równań objaśniających podaż towarów i usług występowała jedynie w empirycznych modelach równowagi ogólnej, gdy poszukiwano zmian cen równoważących popyt i podaż lub w modelach o orientacji podażowej, gdzie przyjmowano, że realizuje się podaż towarów, a na rynku występuje popyt nadwyżkowy. Modele o orientacji podażowej były powszechnie budowane w krajach z gospodarką centralnie planowaną i we wczesnych fazach rozwoju krajów rozwijających się. Podstawowe znaczenie w tych modelach miały funkcje produkcji przemysłu i rolnictwa, generujące podaż produktów. Jej alokację, uwzględniającą import, opisały

funkcje podaży dla wyróżnionych grup odbiorców. Zazwyczaj popyt zagranicy realizował się w eksporcie, a popyt konsumpcyjny, zwłaszcza inwestycyjny, podlegał racjonowaniu.

Występowanie chronicznego bezrobocia w krajach rozwiniętych stało się źródłem licznych analiz podejmowanych z pozycji modeli nierównowagi (Barro, Grossman 1971). W ramach tych modeli budowano funkcje zarówno popytu, jak i podaży, zależnej od środków trwałych i zatrudnienia, rozstrzygając w sposób empiryczny, który z alternatywnych reżimów występował w gospodarce (Dreze i in. 1990). Modele te zostały uogólnione na kraje z gospodarką centralnie planowaną, zwłaszcza w okresie występowania chronicznych niedoborów na rynkach dóbr i usług (Suchecki, Welfe 1988; Davis, Charemza 1989; Welfe 1992).

W modelach o orientacji popytowej wśród równań opisujących sektor podaży podstawową rolę odgrywały równania płac i cen, akcentujące rolę procesów negocjacyjnych w kształtowaniu się płac (Layard, Nickell 1985). Przesunęło to punkt ciężkości na analizę zmian zachodzących w płacach realnych pod wpływem skali bezrobocia w krótkich okresach i wydajności pracy w długich okresach. Uwzględnienie roli płac w kształtowaniu się cen w warunkach niedoskonałego rynku pozwoliło na sformułowanie koncepcji stopy bezrobocia jako alternatywy niepowodującej wzrostu stopy inflacji (NAIRU).

W latach 80. zwrócono uwagę, że napięcia rynkowe odgrywają równie dużą rolę w kształtowaniu cen jak koszty. Są one reprezentowane przez różnie definiowane charakterystyki stopnia wykorzystania potencjału produkcyjnego  $wx_t$ . Stąd zmienna ta pojawia się w równaniach cen producenta w większości modeli. Występuje także w równaniach importu oraz eksportu, modyfikując wielkości importu (eksportu) w przypadku napięć rynkowych, wywoływanych głównie przez nieoczekiwane zmiany popytu.

Przepływy finansowe w skali międzynarodowej i połączone z tym odchodzenie od kontroli kursów walutowych spowodowały częste dążenie do ich endogenizacji. Największe znaczenie zyskała koncepcja, w której kurs oparty na relacjach cen porównywanych walut (PPP) jest modyfikowany przez zmiany w relacjach stóp procentowych wywołujące przepływy kapitału, a także zmiany wysokości premii za ryzyko (por. Kęłowski, Welfe 2010).

#### 5.4. Stylizowana wersja struktury makromodeli w ostatnim dwudziestoleciu

Zarysowane wyżej zmiany można zilustrować przez sformułowanie struktury makromodeli o orientacji popytowej, ograniczając się do podania specyfikacji równań długookresowych (por. Whitley 1994).

Równanie bilansowe:

$$X_t = C_t + J_t + G_t + \Delta R_t + E_t - M_t$$

Równania popytu:

popyt konsumpcyjny

$$C_t = c(H_t, V_t, r_t)$$

popyt inwestycyjny

$$J_t = j(X_t, r_t, w_t/p_t^s)$$

przyrost zapasów

$$\Delta R_t = r(X_t, wx_t)$$

import

$$M_t = m(X_t, wx_t, p_t/e_t p_t^w)$$

eksport

$$E_t = e(WT_t, wx_t, p_t/e_t p_t^w)$$

Konsumpcja zależy od oczekiwanych dochodów  $H_t$ , majątku osobistego  $V_t$  i stopy procentowej  $r_t$ . Inwestycje zależą od PKB, kosztów uzyskania kredytu reprezentowanych przez stopę procentową  $r_t$  oraz relacji cen czynników produkcji. Przyrost zapasów jest uzależniony od rozmiarów PKB i skali napięć rynkowych ( $wx_t$ ). W handlu zagranicznym oprócz relatywnych cen występuje stopa wykorzystania potencjału produkcyjnego.

Równania wyznaczające popyt na czynniki produkcji nie odbiegają od omówionych wcześniej. Z kolei równania płac i cen mają następującą postać:

równanie płac realnych

$$w_t/p_t = w(u_t, \pi_t, tx_t)$$

równanie cen producenta

$$p = p(wx_t, w_t/\pi_t, ep^w)$$

równanie kursu walutowego

$$e = e(e^e, r_t/r_t^w, \gamma)$$

gdzie:

$\pi_t = X_t / N_t$  – wydajność pracy,

$u_t$  – stopa bezrobocia,

$tx_t$  – stopy opodatkowania,

$r_t^w$  – stopa procentowa za granicą,

$\gamma_t$  – premia za ryzyko.

Płace realne zależą od stopy bezrobocia, wydajności pracy i stóp opodatkowania, a ceny od napięć rynkowych, kosztów pracy oraz cen zagranicy. Kurs walutowy zależy od jego wartości oczekiwanej, relacji stóp procentowych i premii za ryzyko. Dodajmy, że w krótkim okresie dostosowania dokonują się z opóźnieniem, co znajduje wyraz we wprowadzeniu do równań krótkookresowych zmiennych endogenicznych opóźnionych. Podobnie mogą być wprowadzane oczekiwania w strukturze dynamicznej równań.

## 5.5. Modele nierównowagi

Rozwój modelowania makroekonometrycznego w krajach z gospodarką centralnie planowaną przebiegał w szczególny sposób. W początkowym okresie planowania nakazowo-rozdzielczego decydującą rolę odgrywały modele planowania nawiązujące do modeli *input-output*. Podstawy teoretyczne zastosowania funkcji produkcji w makromodelowaniu sformułował Michał Kalecki w swojej teorii wzrostu gospodarki socjalistycznej (Kalecki 1963). W pracy tej m.in. wskazał podstawowe bariery wzrostu, co stanowiło w późniejszych latach podstawę sformułowania koncepcji gospodarki chronicznie nierównoważonej, rozwiniętej kilkanaście lat później w pracach Kornaia (1980).

Pierwsze eksperymentalne makromodele powstały dopiero w połowie lat 60. Były to modele liniowe dla Węgier, o małych rozmiarach (Halabuk i in. 1966) oraz model Pawłowskiego dla Polski (Barczak i in. 1968). Miały one orientację podażową. Jedynie późniejsze modele: Šujana dla ČSRS oraz Maciejewskiego i Welfe dla Polski, zawierały elementy popytowe, dotyczące głównie konsumpcji. Model W1, powstały w Instytucie Ekonometrii i Statystyki Uniwersytetu Łódzkiego (IEiS UŁ), zapoczątkował modele nierównowagi.

W latach 70., gdy gospodarka byłych krajów socjalistycznych zaczęła powoli tracić charakter nakazowo-rozdzielczy, w wielu powstały modele makroekonometryczne, głównie roczne. Dotyczyło to: Czechosłowacji (modele VVS), NRD (model Komisji Planowania), Polski: modele KP w Komisji Planowania i modele W w IEiS UŁ, Węgier: w głównym urzędzie statystycznym oraz w ośrodku badawczym INFELOR, a także w ZSRR – w Instytucie Akademii Nauk w Nowosybirsku. Opis rozwoju makromodelowania do połowy lat 70. zawierają prace Shapiro, Halabuk (1976), Shapiro (1977) oraz monografia Kolek, Šujan (1978). W tych latach systematycznie odbywały się także konferencje dotyczące makromodelowania: Modele i prognozy krajów socjalistycznych oraz MACROMODELS organizowane przez IEiS UŁ (omówienie struktury tych modeli w: Welfe 1982).

W latach 80. powstały modele nowej generacji, w których starano się uwzględnić występowanie na coraz szerszą skalę elementów gospodarki rynkowej. Znalazło to wyraz m.in. w próbach wyodrębnienia oprócz podażowych wersji modeli także wersji popytowych i konstruowaniu modeli nierównowagi. Dotyczy to w szczególności powstałych w IEiS UŁ serii modeli W3, a zwłaszcza W5. W modelach tych pojawiły się układy równań cen, a także przepływów finansowych.

Występowanie w latach 80. globalnych niedoborów w krajach o gospodarce centralnie planowanej wywołało powszechną tendencję do konstruowania modeli nierównowagi. Powstały nowe ujęcia popytu konsumpcyjnego zarówno w modelach nierównowagi Portesa (Portes i in. 1987) oraz Charemzy i Gronickiego (1985), jak też w modelach WA dla Polski (Welfe 1992). Rozbudowano funkcje produkcji w dużych, wielosektorowych modelach W3 i W5 dla Polski przez uwzględnienie ograniczeń w zaopatrzeniu materiałowym, zwłaszcza z importu. Nastąpiła rozbudowa makromodeli dla Czechosłowacji i Polski przez wyodrębnienie submodeli o orientacji podażowej i popytowej. Ułatwiło to budowę modeli makroekonometrycznych dla gospodarek przekształcających się w rynkowe. Były one systematycznie wykorzystywane zarówno do opracowywania prognoz krótko- i średniookresowych, jak też do przeprowadzania symulacyjnych analiz na potrzeby polityki gospodarczej oraz centralnego planowania.

Operacyjne zasady modelowania zostały sformułowane dla przypadku, gdy zachodzą znaczne zmiany reżimów gospodarczych, sprowadzające się do całkowitego lub częściowego uzmienniania parametrów (Hall 1994; Welfe 1993; 1995). Jednak tylko w Czechosłowacji (VSEiAR)

i w Polsce (IEiS UŁ) zachowana została ciągłość konstruowania i eksploatacji makroekonometrycznych modeli gospodarki.

Przy tworzeniu wspomnianych modeli nawiązywano z reguły do nowoczesnych technik ekonometrycznych, wyróżniając relacje długo- i krótkookresowe (specyfikacje ECM). Ogólne zasady budowy modeli makroekonometrycznych dla krajów transformujących się sformułowano w pracy: Klein, Welfe, Welfe (1999).

## 5.7. Modele gospodarki światowej

W końcu lat 60. Komitet ds. Stabilizacji Gospodarczej i Wzrostu działający w ramach Social Science Research Council w Nowym Jorku rozpoczął prace nad konstrukcją systemu wzajemnie powiązanych modeli uprzemysłowionych krajów świata. Celem przedsięwzięcia było stworzenie narzędzia pozwalającego na analizę międzynarodowej transmisji działalności gospodarczej i przewidywanie jej następstw (Hickman 1991). Doprowadziło to do powstania Project LINK – systemu modeli gospodarki światowej, którego cechą szczególną było powiązanie modeli dla poszczególnych krajów, skonstruowanych przez reprezentujących je ekspertów. Dorobek projektu kierowanego przez Kleina polegał głównie na skonstruowaniu macierzy handlu międzynarodowego przy założeniu, że eksport danego kraju wynika z popytu (importu) pozostałych krajów oraz że ceny importu danego kraju są ważoną sumą cen eksportu w gospodarce światowej (Klein 1982).

Powyższe założenia legły u podstaw konstrukcji modeli gospodarki światowej, powstających w organizacjach międzynarodowych (MFW, Bank Światowy, OECD, UE), bankach centralnych (USA, Niemcy) lub instytucjach badawczych (NIESR, CEPII).

Cechą szczególną tych modeli, tworzonych niemal w całości w powyższych instytucjach, było wystandaryzowanie specyfikacji odpowiednich równań w modelach dla poszczególnych krajów. Specyfikacja była najbardziej rozbudowana dla dużych krajów uprzemysłowionych i zwykle skromna dla mniejszych krajów lub regionów obejmujących kraje rozwijające się. Były to modele o dużych rozmiarach, w latach 80. dochodzące do kilku tysięcy równań. Modele przechodziły ewolucję charakterystyczną dla modeli głównych krajów uprzemysłowionych, zarówno jeśli chodzi o podstawy teoretyczne, jak i metody estymacji oraz symulacji. Analizę porównawczą właściwości tych modeli do początku lat 90. można znaleźć u Whitleya (1994).

Początkowo przeważała orientacja neokeynesowska. Rozbudowa sektora podaży opierała się na koncepcjach neoklasycznych. W latach 90. w wielu modelach wprowadzono racjonalne oczekiwania. Na początku XXI w. pojawiły się próby konstruowania modeli DSGE. Powiązania pomiędzy krajami, początkowo dotyczące przepływów towarów, starano się poszerzyć na przepływy czynników produkcji, a następnie oddziaływanie różnic między stopami procentowymi (przepływy kapitałowe) oraz oddziaływanie kursów walutowych i cen. Wykorzystywano do tego rozbudowaną koncepcję mechanizmów transmisji Mundella-Fleminga (Whitley 1994). Poczesne miejsce w tym procesie odegrał zespół badawczy MFW, który skonstruował kilka wersji rocznego modelu MULTIMOD, a następnie GEM (Bayumi i in. 2004), służących wyłącznie do analiz symulacyjnych. Pozostałe modele, kwartalne lub roczne, służyły równie dobrze celom prognostycznym rozwoju gospodarki światowej i handlu międzynarodowego. Należy tu wspomnieć zwłaszcza rolę, jaką odegrały prognozy i analizy symulacyjne oparte na modelu NIGEM (Barrell i in. 2004).



W ostatnim okresie w instytucjach badawczych banków centralnych oraz samodzielnych instytutach i jednostkach badawczych pojawiły się tendencje, aby do modeli gospodarki światowej włączać modele danego kraju, z reguły o bardzo rozbudowanej strukturze. Łączy się to z rezygnacją z kontynuowania prac nad odrębnymi modelami krajowymi.

\*

Modele makroekonometryczne gospodarki narodowej stały się powszechnie uznanym i stosowanym narzędziem weryfikacji teorii ekonomicznych oraz systematycznych prognoz i analiz symulacyjnych, obejmujących niemal wszystkie kraje świata. Współcześnie w ich rozwoju uczestniczą zarówno ośrodki akademickie (makroteoria), jak też ośrodki badawcze banków centralnych i resortów gospodarczych (zastosowania) większości krajów.

## **Bibliografia**

- Adams F.G., Duggal V.G. (1974), Anticipation variables in an econometric model: performance of the anticipations version of the Wharton Mark III, *International Economic Review*, 15(2), 267–284.
- Adelman I., Adelman F. (1959), The dynamic properties of the Klein-Goldberger model, *Econometrica*, 27(4), 596–625.
- Andersen L.C., Carlson K.M. (1974), St. Louis model revisited, *International Economic Review*, 15, 305–327.
- Ando A., Modigliani F., Rasche R. (1972), *Appendix to part one: equations and definitions of variables for the FRB-MIT-PENN econometric model*, w: B.G. Hickman (red.), *Econometric models of cyclical behavior*, 1(36), Conference on Research in Income and Wealth, Columbia University Press, New York–London, 543–598.
- Artus P., Volle M. (1982), The METRIC model: presentation, simulation and multipliers, w: J. Plasmans (red.), *Econometric modelling in theory and practice*, Martnus Nijhoff, The Hague, 123–158.
- Ball R.J., Boatwright B.D., Burns T., Lobban P.W.M., Miller G.W. (1975), The London Business School quarterly econometric model of the United Kingdom, w: G.A. Renton (red.), *Modelling the economy*, Heinemann, London.
- Ball R.J., Holly S. (1991), Macroeconometric model-building in the United Kingdom, w: R.G. Bodkin, L.R. Klein, K. Marwah (red.), *A history of macroeconometric model-building*, Edward Elgar, Aldershot.
- Barczak A., Ciepielewska B., Jakubczyc T., Pawłowski Z. (1968), *Model ekonometryczny gospodarki Polski Ludowej*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Barker T.S., red. (1976), *Economic structure and policy*, Cambridge Studies in Applied Econometrics, 2, Chapman and Hall, London.
- Barrell R., Becker B., Byrne J., Gottschalk S., Hurst I., van Welsan D. (2004), Macroeconomic policy in Europe, experiments with monetary response and fiscal analyses, *Economic Modelling*, 21, 877–931.

- Barro R.J., Grossman H.I. (1971), A General Disequilibrium Model of income and employment, *American Economic Review*, 61, 82–93.
- Beenstock M., Warburton P., Levington P., Dalziel A. (1986), A macroeconomic model of aggregate supply and demand for the U.K., *Economic Modelling*, 3, 242–268.
- Bloch L., Kadjar A., Rabenanarjara R., Ralle P., Allard D., Boeuf P., Fraichot J.-P., Loue J.-F. (1988), Présentation du modèle METRICX, *Economie et Prévision*, 85, 5–26.
- Bodkin R.G., Klein L.R., Marwah K. (1986), Keynes and the origins of macroeconomic modelling, *Eastern Economic Journal*, 12, 442–450.
- Brooks R., Gibbs D. (1994), A model of the New Zealand Economy, Reserve Bank Model XII, *Economic Modelling*, 11, 5–86.
- Billaudot B. (1971), La modèle DECA, *Statistiques et Etudes Financières*, Séries Orange, 1, 5–46.
- Byron R. (1970), *Initial attempts in model-building at NIESR*, w: K. Hilton, D. Heathfield (red.), *An econometric study of the United Kingdom*, Macmillan, London.
- Charemza W., Gronicki M. (1985) *Ekonometryczna analiza nierównowagi gospodarki Polski*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Coen R.M., Hickman B.G. (2006), An econometric model of potential output, productivity growth, and resource utilization, *Journal of Macroeconomics*, 28, 645–664.
- Courbis R. (1979), The REGINA model, a regional-national model for French planning, *Regional Science and Urban Economics*, 9, 117–139.
- Courbis R. (1982), La théorie des économies concurrencées et ses applications: de FIFI à MOGLI, w: J.L. Reiffers (red.), *Economie et finances internationales*, Dunod, Paris.
- Courbis R., Fonteneau A., Le Van C., Voisin P. (1982), The MOGLI model: a pluri-sectoral econometric dynamic model of the French economy, w: J. Plasmans, *Econometric modelling in theory and practice*, Martinus Nijhoff, The Hague.
- Courbis R., Sok H. (1983), Le modèle ANAIS, un modèle inter-sectoriel détaillé de l'économie française, *Prevision et analyse économique: cahiers du GAMA*, 4(2), 73–101.
- Courbis R., Salmon P. (1986), *Le modèle PROTEE, un modèle trimestriel de l'économie française. Présentation générale et utilisation*, Second French-Polish Seminar on Modelling, Nanterre 29–30 May, GAMA Working Paper, 544.
- Davidson J.E., Hendry D.F. Srba F., Yeo S. (1978), Econometric modelling of the aggregate time-series relationship between consumers expenditures and income in the United Kingdom, *Economic Journal*, 88, 661–690.
- Davis C., Charemza W., red. (1989), *Models of disequilibrium and shortage in centrally planned economies*, Chapman and Hall, London.
- Den Hartog H., Tjan H.S. (1976), Investment, wages, prices and demand for labour (a Clay-Clay vintage model for the Netherlands), *De Economist*, 124, 32–82.
- Driehuis W. (1972), *Fluctuations and growth in a near full employment economy: a quarterly econometric analysis of the Netherlands*, Universitaire Pres, Rotterdam.
- Driehuis W., van Ierland E.C., van den Noord P.J. (1983), *A sectoral model for the Netherlands economy, SECMON-C*, Foundation for Economic Research of the University of Amsterdam, mimeo.
- Dreze J.H., Bean C., Lambert J.P., Metha F., Sneesens H.R., red. (1990), *Europe's Unemployment Problem*, MIT Press, Cambridge.

- Duesenberry J.S., Eckstein O., Fromm G. (1960), A simulation of the United States economy in recession, *Econometrica*, 28, 749–809.
- Duesenberry J.G., Fromm G., Klein L.R., Kuh E., red. (1965), *The Brookings quarterly econometric model of the United States*, Rand McNally & Co., North-Holland, Chicago- Amsterdam.
- Duesenberry J.G., Fromm G., Klein L.R., Kuh E., red. (1969), *The Brookings model: some further results*, Rand McNally & Co., North-Holland, Chicago-Amsterdam.
- Duggal V.G., Klein L.R., McCarthy M.D. (1974), The Wharton model Mark III: a modern IS-LM construct, *International Economic Review*, 15, 572–594.
- Dumazet D., Khong V. (1989), ICARE 1980. Le modèle ICARE en nouvelle base de comptabilité nationale, *Revue de l'IPECODE*, 22, 11–43.
- Eckstein O. (1983), *The DRI model of the U.S. economy*, McGraw-Hill, New York.
- Eckstein O., Green E.W., Sinai A. (1974), The data resources model: uses, structure and analysis of the U.S. economy, *International Economic Review*, 15, 595–615.
- Engle R.F., Granger W.J. (1987), Cointegration and error correction: representation, estimation and testing, *Econometrica*, 55, 251–276.
- Evans M.K., Klein L.R. (1967), *The Wharton econometric forecasting model*, Economics Research Unit, University of Pennsylvania, Philadelphia.
- Fair R.C. (1971), *A short-run forecasting model of the United States economy*, D.C.Heath, Lexington Mass.
- Fair R.C. (1974), *A model of macroeconomic activity*, Vol. I: The Theoretical Model, Ballinger, Cambridge Mass.
- Fase M.M.G. (1985), *MORKMON, a quarterly model of the Netherlands economy for macroeconomic policy analysis*, Monetary Monographs, Nijhoff, Dordrecht.
- Fisher F.M. (1965), Dynamic structure and estimation in economy-wide econometric models, w: J.S. Duesenberry, L. Klein, G. Fromm, E. Kuh, *The Brookings quarterly econometric model of the United States*, Rand McNally & Co., North-Holland, Chicago-Amsterdam.
- Friedman M. (1955), Leon Walras and his economic system, *American Economic Review*, 45, 1190–1201.
- Fromm G., Klein L.R., red. (1975), *The Brookings econometric model: perspective and recent developments*, North-Holland, Amsterdam
- Haavelmo T. (1943), The statistical implications of a system of simultaneous equations, *Econometrica*, 11, 1–12.
- Halabuk L., Kenessey Z., Theiss E., Kotas G., Nyary Z. (1966), *A Magyar nepgazdasag M-1 statisztikai makromodellje*, KSH, Budapest.
- Hall S.G. (1994), *Modelling economies in transition*, w: W. Welfe, R. Kelm (red.), Proceedings of Macromodels'94, Łódź 1994.
- Hendry D.F. (1995), *Dynamic econometrics*, Oxford University Press, Oxford.
- Herzog P., Olive G. (1966), *Le modèle de projection á court terme*, ZOGOL I, Internal Note, INSEE-DP Treasury.
- Hickman B.G., Coen R.M. (1976), *An annual growth model of the U.S. economy*, North-Holland, Amsterdam.
- Hickman B.G. (1991), Project LINK and multi-country modelling, w: R.G. Bodkin, L.R. Klein, K. Marwah (red.), *A history of macroeconomic model-building*, E. Elgar, Aldershot.
- Hicks J.R. (1937), Mr Keynes and the “Classics”; a suggested interpretation, *Econometrica*, 5, 147–159.

- Hymans S.H., Shapiro H.T. (1974), The structure and properties of the Michigan quarterly econometric model of the U.S. economy, *International Economic Review*, 15, 632–653.
- Johansen S. (1988), Statistical analysis of cointegration vectors, *Journal of Economic, Dynamics and Control*, 12, 231–254.
- Jorgenson D.W. (1965), *Anticipation and investment behaviour*, w: J.S. Duesenberry, L. Klein, G. Fromm, E. Kuh, *The Brookings quarterly econometric model of the United States*, Rand McNally & Co., North-Holland, Chicago-Amsterdam.
- Kalecki M. (1935), A macrodynamic theory of business cycles, *Econometrica*, 3, 327–344.
- Kalecki M. (1963), *Zarys teorii wzrostu gospodarki socjalistycznej*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
- Keynes J.M. (1936), *The general theory of employment, interest and money*, Harcourt, Brace & Company, New York.
- Keynes J.M. (1939), Professor Tinbergen's method, *Economic Journal*, 49, 558-568.
- Kębłowski P., Welfe A. (2010), Estimation of the equilibrium exchange rate: the CHEER approach, *Journal of International Money and Finance*, 29, 1385–1397.
- Klein L.R. (1950), *Economic fluctuations in the United States, 1921–1941*, John Wiley, New York.
- Klein L.R. (1951), The life of John Maynard Keynes, *Journal of Political Economy*, 59, 443-451.
- Klein L.R. (1982), *Wykłady z ekonometrii*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Klein L.R., Ball R.J., Hazelwood A., Vandome P. (1961), *An econometric model of the United Kingdom*, Basil Blackwell, Oxford.
- Klein L.R., Goldberger A.S. (1955), *An econometric model of the United States, 1929–1952*, North-Holland, Amsterdam.
- Klein L.R., Welfe A., Welfe W. (1999), *Principles of macroeconomic modeling*, North Holland, Amsterdam.
- Kornai J. (1980), *Economics of shortage*, vol. A, B, North Holland, Amsterdam.
- Kuipers S.H., Jongbloed B.W.A., Kuper G.H., Sterken E. (1990), The CCSO annual model of the Dutch Economy, *Economic Modelling*, 7, 202–250.
- Kydland F.E., Prescott E.C. (1982), Time to build and aggregate fluctuations, *Econometrica*, 50, 1345–1370.
- Layard P.R.G., Nickell S.J. (1985), The causes of British unemployment, *National Institute Economic Review*, 111(1), 62–85.
- de Leeuw F., Gramlich E. (1968), The Federal Reserve-MIT econometric model, *Federal Reserve Bulletin*, 54, 11–40.
- Liebenberg M., Green G., Hirsch A. (1971), *The office of business economics 70 quarterly econometric model*, US Department of Commerce, Econometric Branch, Washington D.C.
- Liu T.C. (1963), An exploratory quarterly econometric model of effective demand in the post-war U.S. economy, *Econometrica*, 31(3), 301–348.
- Liu T.C., Hwa E.C. (1974), Structure and applications of a monthly econometric model of the U.S. economy, *International Economic Review*, 15, 328–365.
- Lucas R.E., Jr. (1976), *Econometric policy evaluation. A critique*, w: K. Brunner, A.H. Meltzer (red.), *The Phillips curve and labor markets*, North-Holland, Amsterdam.
- Majsterek M., Welfe A. (2000), Modele korekty błędem. Modele płac, w: A. Welfe (red.), *Gospodarka Polski w okresie transformacji*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.

- Minford A.P.L., Marwaha S.S., Matthews K.G.P., Sprague A. (1984), The Liverpool macroeconomic model of the United Kingdom, *Economic Modelling*, 1, 24–62.
- Nasse P., de Menil G., Artus P., Bouznay J., Morin P., Vorchez R., Yohn F., Zaidman C. (1977), *METRIC, modèle économétrique trimestriel de la conjuncture*, Annales de l'INSEE, 26–27, Paris.
- Pagan A. (2003), *Report on Modelling and Forecasting at the Bank of England*, Bank of England Quarterly Bulletin, 1–29.
- Patterson K., Harnett I., Robinson G., Ryding J. (1987), The Bank of England quarterly model of the UK economy, *Economic Modelling*, 4, 348–549.
- Pesaran H., Smith R. (1985), *Keynes on econometrics*, w: T. Lawson, H. Pesaran (red.), *Keynes' economics: methodological issues*, Croom Helm, London-Sydney.
- Portes R., Quandt R.E., Winter D., Yeo S. (1987), Macroeconomic planning and disequilibrium: estimates for Poland, 1955–1980, *Econometrica*, 55(1), 19–41.
- Preston R.S. (1972), *The Wharton annual and industry forecasting model*, Economics Research Unit, University of Pennsylvania, Philadelphia.
- Sargan J.D. (1964), Wages and prices in the United Kingdom: a study in econometric methodology, w: P.E. Hart, G. Mills, J.K. Whitaker (red.), *Econometric analysis for National economic planning*, Butterworth, London.
- Shapiro H.T. (1977), Macroeconomic models of the Soviet Union and Eastern European economies: a tabular survey, *Econometrica*, 45(8), 1747–1766.
- Shapiro H.T., Halabuk L. (1976), *Macro-econometric model building in socialist and non-socialist countries. A comparative study*, University of Michigan, Dept of Economics, mimeo.
- Shepherd J.F., Evans H.P., Riley C.J. (1975), The Treasury short-term forecasting model, w: G.A. Renton (red.), *Modelling the economy*, Heinemann, London.
- Sims C.A. (1980), Macroeconomics and reality, *Econometrica*, 48, 1–48.
- Suchocki B., Welfe A. (1988), *Popyt rynek w warunkach nierównowagi*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Suits D.B. (1962), Forecasting and analysis with an econometric model, *American Economic Review*, 52, 104–132.
- Tinbergen J. (1939), *Business cycles in the United States of America 1919–1932, Part II of statistical testing of business-cycle theories*, Economic Intelligence Service of the League of Nations, Geneva.
- Tinbergen J. (1940), On a method of a business-cycle research: a replay, *Economic Journal*, 50, 140–154.
- Valavanis S. (1955), An econometric model of growth: USA, 1869–1953, *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 45, 208–221.
- Van der Beld C.A. (1968), *An experimental medium-term macro model for the Dutch economy*, w: *Mathematical model building in economics and industry*, Griffin, London.
- Van den Berg P.J.C.M., Gelauff G.M.M., Okker V.R. (1988), *The FREIA-KOMPAS model for the Netherlands: a quarterly macro-economic model for the short and medium term*, Occasional Paper, 39, Centraal Planbureau, The Hague.
- Verdoorn P.J., Post J.J., Goslinga S.S. (1970), *The 1969 re-estimation of the annual model: model 69-C*, Central Planning Bureau, mimeo.

- Voorhoeve W. (1986), *Short-term economic forecasting in practice: the GRECON case. Econometric fundamentals and empirical results using data of the Dutch economy*, University of Groningen.
- Welfe A., red. (2013), *Analiza kointegracyjna w makromodelowaniu*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Welfe W. (1982), Modele gospodarki socjalistycznej, w: L.R. Klein, *Wykłady z ekonometrii*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Welfe W. (1992), *Ekonometryczne modele gospodarki narodowej Polski*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa.
- Welfe W. (1993), Topics in macro-modelling of East European countries in the period of transition, *Economics of Planning*, 26, 105–126.
- Welfe W. (1995), Modeling transition from the centrally planned economies to the market economies: a case study of Poland, w: M. Dutta (red.) *Economics, econometrics and the LINK: essays in honor of Lawrence R. Klein contributions to economic analysis*, Elsevier, Emerald Group Publishing Limited, Amsterdam,
- Welfe W., red. (1996), *Średniookresowy ekonometryczny model gospodarki narodowej Polski w warunkach transformacji*, Absolwent, Łódź.
- Welfe W. (2010), *Zarys historii ekonometrycznego modelowania gospodarki narodowej*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Whitley J.D. (1994), *A course in macroeconomic modelling and forecasting*, Harvester/Wheatsheaf, New York.

## **Econometric macromodelling of national economy**

---

### **Abstract**

Macroeconometric modelling stood out among other areas of research as early as in the 1930s, i.e. at the moment of its inception, and following 50 years of turbulent development it became a separate sub-branch of science. There are two dates of symbolic value in this respect: 1969, when Jan Tinbergen was awarded the Nobel Memorial Prize in Economic Sciences (the first such prize to be granted), and 1980, when the same prize was awarded to Lawrence R. Klein. The last three decades have engendered novel ideas, which resulted in the creation of new classes of macro-models, such as SVAR, VEC or DSGE.

Macromodelling remains a highly interesting field of research. Without a doubt the years to come will bring new advances in this domain.

---

**Keywords:** macromodelling, macroeconometrics

