

Veronika Miřková

CGE MODEL – PRINCÍPY JEHO TVORBY¹

Abstract: *This paper presents the computable general equilibrium model creation procedure. It consists of a short description of the social accounting matrix and its relation to the model. The next part deals with data preparation and data adjustment. The structure of the model as an aggregate unit, functional forms and the aggregation degree of the model make up the contents of the next parts of the paper. The last two chapters deal with parameter quantification and determination of the external elasticities values. This paper can be considered as a designer's manual for this class of models.*

Key words: *computable general equilibrium model, social accounting matrix, model creation procedure.*

JEL: C 68

Úvod

Súčasné aj v minulosti publikované práce týkajúce sa modelov spočítateľnej všeobecnej ekonomickej rovnováhy (CGE – Computable General Equilibrium) sa venujú rôznorodým a rozmanitým prístupom, ktoré sú však spojené s konkrétnym aplikovaným modelom a len ojedinele je možné sa stretnúť s komplexne opísanou teóriou tejto problematiky. Základom všetkých CGE modelov je Walrasova teória rovnováhy, na ktorú sa autori odvolávajú. Cieľom tohto článku je prezentovať problematiku modelov všeobecnej ekonomickej rovnováhy z pohľadu metodiky ich tvorby a zaplniť tým chýbajúce miesto v danej oblasti. Je rozdelený do deviatich kapitol, každá z nich predstavuje jeden krok tvorby modelu a možno ho preto považovať za návod pre tvorcu CGE modelu.

Článok sa stručne venuje východiskám teórie modelov všeobecnej ekonomickej rovnováhy, načrtáva postup konštrukcie modelu od matice spoločenského účtovníctva, jej adjustácie a dezagregácie spolu s dôvodmi, pre ktoré sú tieto kroky potrebné, až po opis celkovej štruktúry modelu. Podrobnejšie sa sústreďuje na funkčné formy modelu, kvantifikáciu jeho parametrov a určenie hodnôt externých elasticít.

¹ Tvorba článku bola podporená grantovou schémou Ministerstva školstva SR, VEGA č. 1/4654/07.

1 CGE model a jeho východiská

Štandardný model všeobecnej ekonomickej rovnováhy zachytáva všetky peňažné alebo fyzické toky v ekonomike. Z matematického hľadiska je model súborom simultánných rovníc, z ktorých mnohé sú nelineárne, opisujúcich správanie sa rôznych agentov v ekonomike. Správanie na strane produkcie a spotreby zachytávajú vo všeobecnosti nelineárne podmienky optimálnosti prvého rádu, to znamená, že produkčné a spotrebné rozhodovanie je odvodené z maximalizácie zisku a užitočnosti. Rovnice zahŕňajú aj množinu ohraničení, ktoré musia byť splnené v systéme ako celku, nie však nevyhnutne pre individuálnych agentov. Tieto ohraničenia zahŕňajú trhy výrobných faktorov a komodít a makroekonomické agregáty, ako úspory a investície, vláda a účet zvyšku sveta.

Ekonomické modely sa delia na dve hlavné skupiny. Makroekonomické modely, ktoré sú vzdialenými následníkmi Phillipsovo modelu, využívajú prevažne centrálnu banku. Zachytávajú ekonomické cykly a ich cieľom je poskytnúť podporu rozhodovania v monetárnej oblasti. Druhým druhom sú modely známe pod názvom modely všeobecnej ekonomickej rovnováhy, ktoré predstavujú koncepciu makroekonomického pohľadu na fungovanie ekonomiky – teóriu všeobecnej ekonomickej rovnováhy. Sú založené na mikroekonomických princípoch, podľa ktorých sa zdroje v ekonomike rovnajú svojmu použitiu a subjekty v ekonomike sa správajú optimálne. Oba druhy modelov vďaka za svoje východiská Francúzskemu ekonómovi 19. storočia Leonovi Walrasovi, ktorý tvrdil, že nič v ekonómii nie je možné vysvetliť, kým nie je vysvetlené všetko. Walrasova štruktúra všeobecnej rovnováhy, ktorá predstavuje abstraktné zobrazenie ekonomiky, je v CGE modeloch pretvorená na realistický model súčasných ekonomík. Použitie výrazu „všeobecná rovnováha“ korešponduje so známym modelom Arrow-Debreu, pomenovaným po americkom ekonómovi Kennethovi Arrowovi (*1921) a francúzskom ekonómovi Gerardovi Debreuovi (*1921). Títo skúmali dynamiku celého ekonomického systému a dokázali existenciu rovnováhy na všetkých trhoch, pri ktorej nedochádza k prebytku dopytu alebo spotreby [3].

2 Konštrukcia CGE modelu

Pri konštrukcii CGE modelu sa obvykle predpokladá, že je špecifikovaný určitý počet spotrebiteľov, pričom každý z nich disponuje počiatočnými komoditami, prácou a množinou preferencií. Potom za predpokladu racionálneho správania sa spotrebiteľov je pre každú komoditu odvodená funkcia dopytu a trhovú dopyt je súčtom dopytov individuálnych spotrebiteľov. Dopyt na trhu komodít závisí od všetkých cien a správa sa podľa Walrasovho zákona, t. j. pri ľubovoľnej množine cien sa celková hodnota výdavkov spotrebiteľov rovná príjmu spotrebiteľov. Na strane produkcie je technológia opísaná produkčnými funkciami. Predpokladáme, že cieľom výrobcov je maximalizovať zisky. Z produkčných funkcií je analogicky odvodená ponuka na trhu. Keďže pred-

pokladáme racionálne správanie sa spotrebiteľov aj firiem a dokonale konkurenčné trhy, reprezentatívna domácnosť sa správa ako optimalizujúci spotrebiteľ a jednotlivé sektory sa správajú ako firma, ktorá maximalizuje svoj zisk. Rovnováha je v tomto modeli charakterizovaná množinou cien a úrovni produkcie v každom odvetví. Úroveň produkcie je daná trhovým dopytom, ktorý sa rovná ponuke všetkých komodít. Za predpokladu maximalizácie zisku alebo minimalizácie nákladov a konštantných výnosov z rozsahu je pre každú aktivitu najvýhodnejšie ustáliť sa práve na rovnovážnych cenách.

V takomto modeli sú významné len relatívne ceny, absolútna cenová hladina nemá žiaden vplyv na výsledok rovnováhy, pretože abstrahujeme od monetárnej analýzy. Relatívne ceny navzájom porovnávame, je teda potrebné zvoliť jednu z cien ako „numéraire“. Numéraire statok je taký statok, ktorého cena je fixovaná na úrovni 1 a umožňuje prepočty v prípadoch, keď sú relevantné len relatívne ceny a ostatné ceny potom vyjadrujeme v porovnaní k tejto cene. O jednotlivých cenách zároveň predpokladáme, že nadobúdajú kladné hodnoty. Je vysoko nepravdepodobné, že by cena komodity klesla na nulovú úroveň. To by znamenalo, že je zadarmo.

Postup konštrukcie CGE modelu je nasledujúci: V prvom rade je potrebné špecifikovať rôznych agentov v ekonomike (firmy, domácnosti, vláda, zvyšok sveta a iné), opísať ich motivácie a správania (napríklad maximalizácia užitočnosti spotrebiteľmi a maximalizácia zisku firmami), špecifikovať inštitucionálnu štruktúru, ktorá zahŕňa podstatu trhových vzťahov (konkurenčné trhy statkov a práce). Základné údaje o ekonomike získavame z národných účtov, príjmov a výdavkov domácností, input-output tabuliek, platobnej bilancie a iných štatistických súhrnov. Údaje je potrebné upraviť do takej podoby, aby boli navzájom konzistentné. Predpokladáme, že ekonomika, ktorú modelujeme, je v rovnováhe. Túto rovnováhu nazývame tzv. testovacia rovnováha. Model simuluje fungovanie ekonomiky a umožňuje nájsť takú množinu cien (ktorá obsahuje mzdy, ceny produktov, prípadne výmenný kurz), pri ktorej sú všetky trhy v rovnováhe, čiže hľadajú sa rovnovážne hodnoty pre všetky endogénne premenné. Výsledky simulácie dosiahnuté pomocou aplikovaných modelov všeobecnej rovnováhy najviac ovplyvňujú hodnoty parametrov jednotlivých funkčných foriem. Na zistenie hodnôt parametrov sa najčastejšie používa kalibrácia [12]. Ak sa pomocou nej raz stanovia parametre, model bude generovať množinu dát ako rovnovážne riešenie. Tento krok sa nazýva aj overenie replikácie. Ak overenie zlyhá, v postupe je chyba a je potrebné ju odstrániť. Model s takto generovanými hodnotami parametrov je potom možné použiť na hľadanie rovnovážnych stavov, ktoré nastanú v dôsledku hospodárskopolitických zmien. Zvyčajne sa označujú ako „podmienené rovnováhy“. Posúdenie hospodárskej politiky sa zakladá na porovnaní podmienenej a testovacej rovnováhy. Model je možné opakovane použiť na hodnotenie ďalších hospodárskopolitických zmien.

3 Matica spoločenského účtovníctva

Východiskovým rámcom konštrukcie rovníc, ktoré tvoria jadro modelu všeobecnej ekonomickej rovnováhy, je zostavenie matice spoločenského účtovníctva

(Social Accounting Matrix – SAM), poskytujúcej ucelený obraz o tokoch na účtoch rôznych agentov ekonomiky. SAM je štvorcová matica, v ktorej sa súčty hodnôt v riadkoch rovnajú súčtom hodnôt v zodpovedajúcich stĺpcoch. Charakteristikou SAM je, že každý riadok a stĺpec znázorňuje jednotlivé účty, na ktorých sa príjmy a výdavky musia rovnať. Dôraz je na nominálnych tokoch, kde riadky reprezentujú príjmové účty a stĺpce výdavkové účty [6]. Pre SAM táto rovnováha podľa Robinsona a kol. [17] znamená, že náklady (zahŕňajúce rozdelené mzdy) vyčerpávajú príjmy výrobcov, výdavky (plus dane a úspory) sa rovnajú príjmom pre každého agenta modelu a pre každú komoditu sa dopyt rovná ponuke. Tieto podmienky sú také isté ako tie spojené s rovnovážnym stavom CGE modelu. Kalibrácia modelu vyžaduje kvantifikáciu množiny parametrov a exogénnych premenných tak, aby opísaná rovnováha kopírovala ekonomiku reprezentovanú maticou spoločenského účtovníctva.

Rôzne účty matice spoločenského účtovníctva opisujú hranice modelu celej ekonomiky. Kompletný model musí obsahovať trhové, behaviorálne a systémové vzťahy, ktoré sú zachytené na jednotlivých účtoch SAM. Účty aktivít, komodít a faktorov vyžadujú špecifikáciu trhového správania (ponuka, dopyt a podmienky rovnováhy). Účty domácností a vlády zahŕňajú rozpočtové ohraničenia súkromného sektora domácností a verejného sektora vlády (príjmy sa rovnajú výdavkom). A nakoniec, účty kapitálu a zvyšku sveta reprezentujú makroekonomické požiadavku na internú (úspory sa rovnajú investíciám) a externú (export plus kapitálové príjmy sa rovnajú importu) rovnováhu.

Matice spoločenského účtovníctva sú konštruované na základe údajov z jedného časového obdobia. Tento princíp poskytuje CGE modelom výhodu oproti zostavovaniu a implementácii ekonometrických modelov, ktoré vyžadujú dostatočne dlhé a konzistentné časové rady. Na druhej strane však CGE modely vyžadujú presné a častokrát detailné údaje o všetkých tokoch medzi subjektmi v ekonomike.

Pri konštrukcii matice spoločenského účtovníctva s dezagregáciou hlavných účtov Round [18] uvádza štyri kľúčové množiny údajov: národné účty, input-output tabuľky (tabuľky dodávok a použitia) alebo zdrojové údaje, z ktorých ich možno zostaviť, prieskum domácností zahŕňajúci aj prieskum pracovných síl (cenzus), rozpočtové údaje vlády, obchodné štatistiky a štatistiky platobnej bilancie. Ak nemáme k dispozícii žiaden z týchto kľúčových komponentov, znemožňuje to konštrukciu úplnej SAM. Nie je nevyhnutné mať k dispozícii prieskumy za daný rok, využiteľné informácie poskytujú aj dostupné údaje za minulé roky.

4 Príprava a adjustácia údajov pre model

Detailné informácie, ktoré poskytujú národné účty, aj keď veľmi hodnotné pre ekonómov, sú predsa len vo veľkej miere výsledkom procesu kompletizácie makroekonomických agregátov. Tieto údaje zvyčajne nie sú konzistentné v rôznych detailoch dôležitých pri analýze všeobecnej rovnováhy. Ak sa rovnováha zobrazuje pomocou kompletnej množiny účtov, pre všetky komodity sa dopyt musí rovnať

ponuke a dopyt aj ponuka musia byť dezagregované podľa agentov. Následne má každý agent príjmy a výdavky konzistentné so svojím rozpočtovým ohraničením.

Väčšina skonštruovaných východiskových rovnovážnych stavov vyhovuje nasledujúcim štyrom podmienkam rovnováhy: dopyt sa rovná ponuke pre všetky komodity, v každom odvetví sa vytvára nulový zisk, dopyt každého domáceho agenta (vrátane vlády) vyhovuje rozpočtovému ohraničeniu a ekonomika je voči vonkajšku v rovnováhe. Tieto podmienky nie sú v input-output tabuľkách a údajoch národných účtov vždy splnené. Pri input-output údajoch nie sú explicitne vyjadrené príjmy a výdavky sektorov, dokonca niekedy nevyhovujú ani podmienke vonkajšej rovnováhy. Údaje o výdavkoch domácností sú zvyčajne nekonzistentné s údajmi o produkcii, klasifikácie sa líšia a súčty sa nerovnajú. Pri konštrukcii východiskového rovnovážneho stavu na účely práce s aplikovaným modelom všeobecnej rovnováhy je preto potrebné údaje rôzne upraviť. Spôsoby týchto úprav sa líšia od prípadu k prípadu tak, aby východiskové množiny údajov vyhovovali rôznym modelom. V praxi často nastávajú odlišnosti v meraní pri rôznych položkách národných účtov.

Aby sa zabezpečila vzájomná konzistencia údajov, sú potrebné ďalšie prispôsobenia. Väčšina východiskových množín údajov sa modifikuje metódou RAS. Táto technika sa aplikuje, ak sa napríklad dopyt domácností po nejakom produkte nerovná ponuke firmám, ak sa náklady v odvetví nerovnajú príjmom a ak sa príjmy domácností nerovnajú ich výdavkom. St-Hilaire a Whalley [20] aplikovali metódu RAS pri konštrukcii východiskovej množiny údajov na štyri matice. Najvyššia miera prispôsobenia bola potrebná v matici použitia domácich statkov (transakcie medzi-spotreby), kde sa suma absolútnych hodnôt odchýlok medzi pôvodnou a konečnou maticou rovnala približne 20 %. Táto vysoká miera prispôsobenia je spôsobená hlavne tým, že reálna deprecia je vypočítaná z kapitálových výnosov a kapitálových výdavkov, a teda sa objavuje vo výdavkoch na medzispotrebu odvetví. Prispôbenie v ostatných maticiach nebolo až také veľké.

5 Štruktúra modelu

Aj keď štruktúry modelov všeobecnej ekonomickej rovnováhy závisia hlavne od problémov, ktoré sa pomocou nich budú riešiť, väčšina aplikovaných modelov používaných v súčasnosti ju má podobnú. Zvyčajne sú to typy statického dvojfaktorového modelu, ktoré sa používajú vo verejných financiách a v medzinárodnom obchode. Spájajú sa s prácami Heckschera, Ohlina, Samuelsona, Meadea, Johnsona a Harbengera. Väčšina modelov zahŕňa viac ako dva statky, pričom výrobné faktory agregujú do dvoch typov – kapitál a práca. V niektorých modeloch sú tieto faktory dezagregované na podskupiny (napr. kvalifikovaná a nekvalifikovaná pracovná sila). Transakcie na medzistupňoch sú zvyčajne zahrnuté do modelu prostredníctvom input-output matíc s fixovanými alebo flexibilnými koeficientmi. Pri modelovaní vzťahov v oblasti poľnohospodárstva alebo životného prostredia sa používajú trojfaktorové modely, kde tretím faktorom je pôda.

Je zmysluplné položiť si otázku, prečo je väčšina modelov konštruovaná takto, keď je možné používať všeobecnejšiu formuláciu zahŕňajúcu spoločnú produkciu a primárne faktory namiesto zložených faktorov kapitálu a práce. Shoven a Whalley [19] uvádzajú tri príčiny vysvetľujúce popularitu štruktúry základného dvojfaktorového modelu. Po prvé, použitím tohto prístupu už bolo teoreticky analyzovaných mnoho hospodárskopolitických otázok. Ak je hlavným prínosom numerickej práce pokrok od kvalitatívnej ku kvantitatívnej analýze, je prirodzené ponechať rovnakú základnú štruktúru. Po druhé, väčšina dát, na ktorých sú založené numerické špecifikácie, pochádza z konzistentných dvojfaktorových modelov.

Ďalším aspektom tvaru modelu je spôsob modelovania výdavkov na investície a výdavkov vlády. Investície v uzavretej ekonomike zvyčajne odzrkadľujú rozhodnutia domácností o úsporách, ktoré sú založené buď na pomere konštantných výdavkov v statickom modeli, alebo na maximalizácii očakávanej užitočnosti v dynamickej formulácii modelu. Vládne výdavky sa zvyčajne rozdeľujú na transfery a reálne výdavky. Reálne výdavky sú ovplyvňované správaním, ktoré vedie k maximalizácii užitočnosti, keďže vláda je oddelený agent, ktorý spotrebúva verejné tovary a služby. Zvyčajne sa nezaobráme odvodzovaním dopytu po verejných tovaroch, aj keď v niektorých modeloch sa môže použiť vo funkcii užitočnosti domácností.

6 Funkčná forma modelu

Ďalšou otázkou pri tvorbe modelu je funkčná forma jeho formálnych vzťahov. Dôležitým obmedzením v aplikovaných modeloch pri špecifikácii funkcií dopytu a produkčných funkcií je to, že musia byť v súlade s teóriou a musia byť tiež analyticky zvládnuteľné. Prvé obmedzenie vyžaduje výber takých funkcií, ktoré vyhovujú určitým podmienkam, ako napríklad Walrasov zákon pre funkciu dopytu. Druhá podmienka vyžaduje, aby reakcie dopytu a ponuky boli jednoducho vyčísliteľné pre ľubovoľný vektor cien považovaný za rovnovážne riešenie. Pri modelovaní reálneho sveta nepoznáme konkrétne formy napríklad produkčných funkcií alebo funkcií užitočnosti. Dokonalý model by vyžadoval empirické štúdie jednotlivých sektorov, ku ktorému sú potrebné dostatočne dlhé a konzistentné časové rady, ktoré častokrát nemáme k dispozícii. Z uvedeného je zrejmé, prečo sa väčšinou obmedzujeme na používanie takých funkcií, ako Cobb-Douglasove (CD) funkcie, funkcie s konštantnou elasticitou substitúcie (CES – Constant Elasticity of Substitution), lineárny systém výdavkov (LES – Linear Expenditure System), funkcie konštantných pomerov elasticít substitúcií a iné. Hlavné funkčné formy uvádza tabuľka č. 1 prevzatá z práce Showena a Whalleyho [19], doplnená o príslušné dopytové funkcie.

Tab. č. 1

Štandardne používané funkčné formy v modeloch všeobecnej rovnováhy

	Funkčná forma		Dopytová funkcia
Cobb-Douglas	$\prod_i X_i^{\alpha_i}$	$\sum_i \alpha_i = 1$	$X_i = \frac{\alpha_i I}{P_i}$
CES	$\left[\sum_i \alpha_i^{1/\sigma} X_i^{(\sigma-1)/\sigma} \right]^{\sigma/\sigma-1}$	$\sum_i \alpha_i^{1/\sigma} = 1$	$X_i = \frac{\alpha_i I}{P_i^\sigma \cdot \sum_j \alpha_j P_j^{(1-\sigma)}}$
LES	$\prod_i (X_i - C_i)^{\alpha_i}$	$\sum_i \alpha_i = 1$	$X_i = C_i + \frac{\alpha_i \left(I - \sum_j P_j C_j \right)}{P_i}$

Poznámka: V Cobb-Douglasovej funkcii reprezentuje výraz α_i výdavky v dopytovej funkcii. Pre CES funkciu reprezentuje výraz σ elasticitu substitúcie medzi ľubovoľnou dvojicou statkov i, j . Pre LES funkciu reprezentuje výraz C_i minimálne požiadavky každej komodity v dopytovej funkcii.

Prameň: [19], modifikované.

Výber konkrétnej formy závisí od toho, ako sa elasticity použijú v modeli. Tento aspekt najlepšie znázorníme na dopytovej strane modelu. Je jednoduché pracovať s dopytom odvodeným z CD funkcie, aj keď pri nej existujú obmedzenia vo forme jednotného príjmu, nekompensovaných vlastných cenových elasticít a nulových nekompensovaných krížových cenových elasticít. Aj keď sú tieto obmedzenia pri empirických odhadoch nepravdepodobné, môžu byť zmiernené použitím inej funkčnej formy. Pri CES funkciách už neplatí konštantná vlastná cenová elasticita tak, ako pri CD funkciách. Ak sú všetky podiely výdavkov nízke, kompenzovaná vlastná cenová elasticita sa rovná elasticite substitúcie.

Pri väčšine modelov je aplikovaný všeobecný prístup, podľa ktorého sa vyberie tá funkčná forma, ktorá poskytuje najlepšie hodnoty parametrov (napríklad príjmovú a cenovú elasticitu), pričom sa dbá na zachovanie ekonomickej interpretovateľnosti. Na produkčnej strane zvyčajne umožňujú substitúciu medzi primárnymi faktormi CES funkcie pridanej hodnoty. Produkčné funkcie sú na medzistupni výroby niekedy modelované s fixnými koeficientmi, inokedy je povolená substitúcia vstupov. Zvyčajne sa v modeloch medzinárodného obchodu fixujú koeficienty v zmysle zmiešaných statkov, ale so substitúciou medzi komponentmi zmiešaných statkov. Kvôli rozsiahlemu obchodu s medziproduktami a nerealisticky nízkej elasticite cien importu môže byť nevyhnutné zaviesť fixné koeficienty produkcie na medzistupni výroby, pričom sa použije Armingtonov prístup rozlišovania produktov krajín.

Ďalšia metóda používaná v aplikovaných modeloch sú hierarchické (alebo skupinové) funkcie. Pri tomto prístupe môžu byť CES (alebo CD) funkcie obsiahnuté v CES funkciách a môžu sa zaviesť viacúrovňové hierarchie. Výhodou tohto prístupu je, že značne zvyšuje počet parametrov elasticity, ktoré môžu byť kalibrované.

Je pomerne zložité špecifikovať viacstupňovú štruktúru, pracovať s ňou je už relatívne jednoduché. Začínajúc zdola viacúrovňovej štruktúry sa postupuje smerom nahor konštrukciou cenových indexov pre každú úroveň zvlášť. Potom sa postupuje po hierarchii nadol, pričom sa počítajú množstvá pre jednotlivé úrovne. Množstvá na vyššej úrovni musia byť vypočítané skôr, než sa začnú počítat množstvá na nižšej úrovni. Postupujúc nadol sa dostaneme na spodnú úroveň, kde sa môžu určiť dezagregované množstvá pomocou optimalizácie správania.

7 Stupeň agregácie modelu

Výber stupňa agregácie aplikovaného modelu je jednou z najťažších otázok, s ktorou sa tvorca modelu stretne. Je snaha vytvoriť model tak detailný, ako to len ide, aby verne zachytával realitu, ale na druhej strane príliš veľa detailov spôsobuje problémy. Detailný model môže byť príliš nákladný v zmysle získavania dát, rozsiahlych výpočtov i náročnej manipulácie s modelom. V praxi sa pri rozhodovaní o stupni agregácie modelu berú do úvahy tri aspekty: potreba vhodne zachytiť hlavné faktory súvisiace s modelovanou politikou, možnosti získania údajov a nakoniec potreba ohraničiť náklady na výpočet.

Stupeň agregácie je výrazne ovplyvnený zameraním modelu: či je model navrhnutý na riešenie špeciálnej problematiky, alebo je z tohto hľadiska všeobecný. Detailnosť modelov určených na všeobecné použitie sa líši: ORANI model Austrálie má 114 odvetví a komodít, model daní Veľkej Británie [16] má 33 odvetví a komodít a model daní USA [2] má 19 odvetví a 15 komodít. Špecifické modely majú menšie rozmery. Hamilton a Whalley [8] použili 6 odvetví a komodít, Lenjosek a Whalley iba tri, Páleník a Kotov [15] osem odvetví a Benčík [5] deväť odvetví produkcie.

Na strane dopytu závisí stupeň agregácie od toho, aký cieľ modelovaním sledujeme. Ak je hlavnou úlohou efektívnosť, tak je akceptovateľné agregovať domácnosti do jednej skupiny spotrebiteľov tak, ako je to v mnohých aplikovaných modeloch. Ak je ale cieľom modelovať nejakú distribúciu, je dôležité detailné členenie strany dopytu [4].

Jedným zo spôsobov konštrukcie modelu je rôzny stupeň agregácie v jednotlivých fázach práce s modelom. V začiatkoch modelovania sa používajú vysoko agregované údaje, aby sa zjednodušila manipulácia s modelom. Až keď si je tvorca modelu istý, že vyriešil všetky problémy s návrhom modelu, môže pracovať s dezagregovanými dátami. V závislosti od analyzovanej problematiky môžu byť niektoré časti modelu vysoko agregované, kým ostatné sú dezagregované.

8 Kvantifikácia parametrov

Pri konštrukcii CGE modelov sa väčšinou používa deterministický odhad parametrov, nazývaný kalibrácia. Kalibráciu môžeme definovať ako takú špecifikáciu

modelu, ktorá generuje rovnováhu zodpovedajúcu východiskovému roku. Nepoužíva sa pri nej žiaden štatistický test špecifikácie modelu, pretože je zavedený deterministický postup výpočtu hodnôt parametrov z východiskového rovnovážneho stavu. Pri tomto postupe sa zavádza kľúčový predpoklad, že východiskové údaje reprezentujú skúmanú ekonomiku v rovnovážnom stave za súčasných hospodárskopolitických opatrení. Prvou úlohou v analýze aplikovanej všeobecnej rovnováhy teda nie je hľadať rovnovážny stav, ale využiť pozorovanú rovnováhu na kvantifikáciu parametrov. Ak je správanie sa subjektov v ekonomike opísané pomocou konkrétnych funkcií, ale nepoznáme ich parametre, je potrebné ich nájsť na základe údajov zo sledovaného obdobia.

Na rozdiel od ekonometrických prác, ktoré často zjednodušujú štruktúru ekonomického modelu kvôli značnej štatistickej špecifikácii, tu je postup celkom opačný. Bohatosť ekonomickej štruktúry umožňuje aj modelu neprepracovanému zo štatistického hľadiska stať sa deterministickým, ak sa kalibruje na údajoch z jedného roka. Tento spôsob má oproti stochastickým ekonometrickým odhadom niekoľko výhod, ktoré uvádzajú Showen a Whalley [19]. Po prvé, mnoho aplikovaných modelov obsahuje tisíce parametrov a ich simultánny odhad by použitím metód časových radov vyžadoval buď veľa pozorovaní, alebo príliš prísne identifikačné podmienky. Po druhé, východisková množina údajov je formulovaná v určitých jednotkách a ich dekompozícia na separátne ceny a množstvá komplikuje pozorovania postupnosti rovnovážnych stavov v čase tak, ako to vyžaduje metóda odhadu na základe časových radov.

Tieto problémy spravidla vylučujú celkový ekonometrický odhad systémov všeobecnej ekonomickej rovnováhy, aj keď určitý pokrok v tomto smere bol v prácach Mansura [11] a Jorgensona [10]. Napríklad Mansur uvádza problémy pri formulácii metódy maximálnej vierohodnosti, ktorá obsahuje obmedzenia rovnovážneho stavu. Allingham [1] pracoval na odhade systémov všeobecnej rovnováhy pre lineárny systém funkcií dopytu a ponuky, nie pre preferenčné a produkčné funkcie. Jorgenson [10] uvádza odhady nákladových funkcií celého ekonomického systému. Nganou [14] vo svojej práci odhaduje pomocou metódy všeobecnej maximálnej entropie parametre CGE modelu pre Lesotho. Vychádza pri tom z údajov sedemročného časového radu. Konštatuje, že mnoho odhadov bolo štatisticky nevýznamných (kvôli vychýlenosti), vo všeobecnosti však mali ekonomicky interpretovateľné znamienko. Napriek tomu považuje za neospravedlňiteľný dôvod používania deterministickej kalibrácie nedostatok údajov. Uvádza, že CGE ekonometria je využiteľná aj pri modelovaní ekonomík rozvojových a rozvíjajúcich sa krajín.

9 Hodnoty externých elasticít

V súčasných aplikovaných modeloch je rozšírené používanie CES funkcií. Zvyčajne sa hodnoty elasticít v produkčných a dopytových funkciách získavajú

analýzou predtým publikovaných výsledkov. Na tomto mieste zhrnieme spôsoby odhadov elasticít.

Väčšina modelov obsahuje pre každé odvetvie CES funkcie pridanej hodnoty. Je preto potrebné pre každé odvetvie kvantifikovať elasticitu substitúcie medzi výrobnými faktormi (kapitálom a prácou). Od 60. rokov minulého storočia, odkedy sa CES funkcie používajú, sa nepretržite diskutuje o tom, či je elasticita substitúcie výroby jednotková. Ak by bola, komplexnejšia CES funkčná forma by sa mohla nahradiť jednoduchšou CD funkčnou formou, ktorá má jednotkovú elasticitu substitúcie.

Arrow a kol. [2] odhadoval elasticity substitúcie vo vybranom odvetví na základe údajov o mzdových sadzbách a outpute na pracovníka v niekoľkých krajinách. Vo všetkých krajinách sa uvažovalo s rovnakou produkčnou funkciou. Na odhad elasticity substitúcie, opísanej hraničným produktom práce, sa využili podmienky prvého rádu v úlohe minimalizácie nákladov. Výsledkom bola hodnota elasticity substitúcie nižšia ako jeden, ale rozdiel medzi odhadovaným koeficientom a jednotkovým nebol na 90 % hladine významný. Tento výskum potvrdil, že na špecifikáciu agregovaných produkčných funkcií sú CD produkčné funkcie vhodné.

Výskumy elasticít vo výrobnom odvetví založené na prierezových údajoch vykazovali odhady blízke jednej, kým odhady na základe časových radov vykazovali niekedy až dvojnásobne vyššie odhady. Odhady elasticít substitúcií, zdá sa, sa systematicky líšia v závislosti od zvolenej funkcie. Rovnice hraničného produktu kapitálu poskytovali nižšie hodnoty odhadov ako rovnice hraničného produktu práce.

Ponúka sa mnoho teórií vysvetľujúcich tento rozdiel, ako oneskorené prispôbenie, technická zmena, problémy s meraním vstupov, niekoľkonásobná korelácia v údajoch časových radov alebo cyklické odchýlky. Berndtov (1976) pokus o zladenie odlišných odhadov elasticít využíval šesť rôznych funkčných foriem, päť rôznych spôsobov merania kapitálových cien a dve metódy odhadu. Záverom jeho výskumu bolo, že odhady elasticít substitúcie sú extrémne citlivé na odlišnosti v spôsobe merania a konštrukcie množín údajov a súhlasil so závermi Nerlova [13], že aj nepatrné odchýlky v skúmanom období alebo v koncepcii vedú k radikálnym odlišnostiam v odhadoch elasticity. Pri takejto miere neistoty v odhadovaní elasticít pre agregované výrobné odvetvie je práca s jednotlivými odvetviami naozaj riskantná.

V aplikovaných modeloch sa zvyčajne používajú dopytové funkcie domácností odvodené z CES účelových funkcií. Existuje len málo ekonometrických odhadov elasticít substitúcie pre CES dopytové funkcie v stupňovom tvare a tiež len málo systémov dopytových rovníc odhadovaných zvlášť podľa typov domácností. Na odhad hodnôt elasticít sa teda v aplikovaných modeloch používa skupina nepriamych postupov, ktoré spĺňajú požadovanú vierohodnosť. Tieto postupy obsahujú súbor odhadov hlavných trendov podľa literatúry, ktorá sa zaoberá vlastnou cenovou elasticitou dopytu podľa produktov pre agregované sektory domácností. Na približnú kalibráciu odhadov stredných trendov vo funkciách dopytu vo východiskovej rovnováhe sa vyberú elasticity substitúcie z rôznych skupín.

V modeloch daní sú dva dôležité parametre: elasticity ponuky práce a úspor. Pri analýze problémov zdaňovania ponuky práce je bežným postupom definícia funkcií užitočnosti s voľným časom a statkami tak, ako to vo svojom modeli trhu práce Litvy uvádza Jemeljanov [9]. Zvolením hodnoty parametra elasticity substitúcie medzi voľným časom a statkami, ktorá korešponduje s odhadmi elasticít ponuky práce z literatúry, pri zohľadnení mzdy očistenej od daní. V literatúre sa tieto odhady veľmi jasne odlišujú podľa skupín pracovníkov: elasticity substitúcie vo funkciách týkajúcich sa mužov v produktívnom veku majú nízku (ak nie zápornú) hodnotu a elasticity týkajúce sa málo kvalifikovaných a starších pracovníkov vyššiu hodnotu (okolo 0,5). Je však bežné používať u všetkých pracujúcich jednotnú hodnotu elasticity. Fullerton, Shoven a Whalley [7] použili hodnotu 0,15.

Záver

Článok prehľadnou formou sumarizuje teoretické východiská konštrukcie modelov spočítateľnej všeobecnej rovnováhy a poskytuje podrobnú metodológiu ich konštrukcie. Jeho cieľom je zaplniť určitú medzeru medzi Walrasovou teóriou rovnováhy a rôznorodými prístupmi k aplikovaným modelom všeobecnej ekonomickej rovnováhy a poskytnúť konzistentný rámec tvorby modelu, ktorý umožňuje jeho tvorcovi vyhnúť sa častým problémom spojeným s implementáciou modelu.

Literatúra

- [1] ALLINNGHAM, M. G. (1973): *Equilibrium and Disequilibrium: A Quantitative Analysis of Economic Interaction*. Cambridge, MA: Ballinger.
- [2] ARROW, K. J. – CHENERY, H. B. – MINHAS, B. S. – SOLOW, R. M. (1961): Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency. In: *Review of Economics and Statistics* 43, s. 225–250.
- [3] ARROW, K. J. – DEBREU, G. (1954): The Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy. In: *Econometrica* XXII, s. 265–290.
- [4] BALLARD, C. L. – FULLERTON, D. – SHOVEN, J. B. – WHALLEY, J. (1985): *A General Equilibrium Models for Tax Policy Evaluation*. Chicago: University of Chicago Press.
- [5] BENČÍK, M. (2001): *Konštrukcia experimentálneho modelu všeobecnej ekonomickej rovnováhy a jeho vlastnosti*. Národná banka Slovenska: Inštitút menových a finančných štúdií. Bratislava.
- [6] DERSIS, K. – DEMELO, J. – ROBINSON, S. (1982): *General Equilibrium Models for Development Policy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [7] FULLERTON, D. – SHOVEN, J. B. – WHALLEY, J. (1983): Replacing the U. S. Income Tax with a Progressive Consumption Tax: A Sequenced General Equilibrium Approach. In: *Journal of Public Economics* 20, s. 3–23.
- [8] HAMILTON, B. – WHALLEY, J. (1985): Tax Treatment of Housing in a Dynamic Sequenced General Equilibrium Model. In: *Journal of Public Economics* 27, s. 157–75.
- [9] JEMELJANOV, O. (1999): *Modelling the Latvian Economy with Special Emphasis on the Labour Market*. Dissertation thesis. Riga.
- [10] JORGENSEN, D. W. (1984): Econometric Methods for Applied General Equilibrium Modeling. In: Scarf, H. E. – Shoven, J. B. (eds.) *Applied General Equilibrium Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.

- [11] MANSUR, A. H. (1980): *On Estimation of general Equilibrium Models*. Mimeo, Department of Economics, University of Western Ontario.
- [12] MANSUR, A. H. – WHALLEY, J. (1984): Numerical Specification of Applied General Equilibrium Models: Estimation, Calibration and Data. In: Scarf, H. E. – Shoven, J. B. (eds.) *Applied General Equilibrium Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [13] NERLOVE, M. (1967): A Survey of Recent Evidence on CES and Related Production. In: *Studies on Income and Wealth* 31, The Theory and Empirical Analysis of Production. New York: National Bureau of Economic Research.
- [14] NGANOU, J. P. N. (2004): Estimating the Key Parameters of the Lesotho CGE Model. In: *Input-Output and General Equilibrium: Data, Modeling, and Policy Analysis*. Brussels.
- [15] PÁLENÍK, V. – KOTOV, M. (2002): Aplikácia modelu CGE na kvantifikáciu prínosov a nákladov vstupu Slovenskej republiky do Európskej únie. In: *Ekonomický časopis* 50, s. 765–778.
- [16] PIGGOTT, J. R. – WHALLEY, J. (1985): *U. K. Tax Policy and Applied General Equilibrium Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [17] ROBINSON, S. – YÚNEZ-NAUDE, A. – HINOJOSA-OJEDA, R. – LEWIS, J. D. – DEVARAJAN, S. (1999): From stylized to applied models: Building multisector CGE models for policy analysis. In: *North American Journal of Economics and Finance* 10, s. 5–38.
- [18] ROUND, J. (2003): Social Accounting Matrices and SAM-based Multiplier Analysis. In: Bourguignon, F. – Pereira da Silva, L. A. (editors) *Techniques and Tools for Evaluating the Poverty Impact of Economic Policies*. World Bank and Oxford University Press, s. 301–324.
- [19] SHOVEN, J. B. – WHALLEY, J. (1992): *Applying General Equilibrium*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [20] ST-HILAIRE – WHALLEY, J. (1983): A Microconsistent Equilibrium Data Set for Canada for Use in Tax Policy Analysis. In: *Review of Income and Wealth* 29, s. 175–204.