

IZRAČUNLJIVI MODELI SPLOŠNEGA RAVNOVESJA KOT POMOČ POLITIČNIM ODLOČEVALCEM

MIHA DOMINKO¹, KAJA PRIMC¹, RENATA SLABE ERKER¹

¹ Inštitut za ekonomska raziskovanja, Ljubljana, Slovenija.
E-pošta: dominkom@ier.si; primck@ier.si; erkerr@ier.si

Sprejeto

14. 10. 2022

Izdano

18. 8. 2023

DOPISNI AVTOR
dominkom@ier.si

Povzetek Izračunljivi modeli splošnega ravnovesja (CGE-modeli) so v zadnjih 40 letih postali standardno orodje empirične ekonomske analize. K temu so pomembno prispevale izboljšave na področju računalniške tehnologije, ki so znatno zmanjšale stroške uporabe teh modelov za namen analize političnih odločitev ter s tem utrle pot njihovi razširjeni uporabi po celotnem svetu. Področje modeliranja izračunljivega splošnega ravnovesja je zahtevno, saj terja dobro poznavanje ekonomske teorije, osnovnih računovodskih konvencij in ekonometričnih metod, razumevanje algoritmov reševanja ter obvladovanje pripadajoče programske opreme. Vendar pa dobro poznavanje vsega naštetega nima veliko pomena, če razvijalec modela svojih rezultatov ni sposoben pojasniti na dovolj razumljiv in prepričljiv način, da so nato uporabljeni v praksi. Oviro pri implementaciji rezultatov velikokrat predstavlja tudi nezaupanje v modele, ki je posledica slabega poznavanja njihovega delovanja, zato je namen pričujočega prispevka osvetliti osnovne lastnosti in zakonitosti izračunljivih modelov splošnega ravnovesja.

Ključne besede:

izračunljivi modeli
splošnega ravnovesja,
ekonomsko modeliranje,
krožni tok gospodarstva,
splošno ravnovesje,
CGE model



1 Uvod

Politični odločevalci se pogosto sprašujejo, kakšne neposredne in posredne učinke bodo imele njihove politične odločitve na gospodarstvo in ljudi. Da bi dobili odgovore na svoja vprašanja, se mnogokrat posvetujejo z ekonomisti, ki analiziramo obnašanje ljudi v kompleksnem svetu, v katerem živimo. Ekonomisti pri svojem delu uporabljamo ekonomske modele, ki predstavljajo poenostavljeno in abstraktno različico sveta, kjer posamezne ekonomske agente (npr. gospodinjstva, podjetja, državo) vodijo določeni nagibi. Dober ekonomski model postane v rokah ekonomistov »igrača«, ki daje vpogled v učinke in izide posameznih političnih odločitev. Seveda se na tem mestu postavi vprašanje, kakšen je »dober« ekonomski model. Tri ključne lastnosti, ki jih mora imeti dober ekonomski model, so relevantnost, transparentnost in ažurnost. Relevantni modeli so tisti, ki so sposobni eksplicitno povezati politične instrumente z ekonomskimi rezultati, transparentnost se nanaša tako na sledljivost teh povezav kot tudi na enostavnost razlage, ažurnost pa opisuje podatke, uporabljene v modelu, ki morajo odražati dejansko stanje.

Skupina ekonomskih modelov, ki se v največji meri uporabljajo kot orodje za analizo političnih odločitev, so izračunljivi modeli splošnega ravnovesja oz. CGE-modeli (angl. computable general equilibrium models). Gre za obsežne numerične modele, ki vključujejo tako ekonomsko teorijo kot tudi podatke iz resničnega sveta. Osredotočeni so na realno stran gospodarstva in ne vključujejo finančnega sektorja. Od prvega CGE-modela, ki ga je leta 1960 za norveško vlado razvil Johansen, do danes se je njihova uporaba povečala predvsem na račun sledečih ključnih prednosti: (i) zajemajo celotno gospodarstvo neke države ali več držav in upoštevajo interakcije med različnimi ekonomskimi agenti, (ii) vključujejo ponudbo in s tem omogočajo gibanje cen, (iii) imajo močnejšo podlago v ekonomski teoriji in (iv) so razdeljeni na veliko število sektorjev. V nadaljevanju prispevka bodo predstavljene osnovne lastnosti standardnega CGE-modela ter podatkovni okvir, potreben za delovanje modela. Osvetljeni bodo osnovni koraki razvoja CGE-modela, na koncu pa bo govora še o njihovi uporabi na širokem naboru področij.

2 Osnovne lastnosti CGE-modela

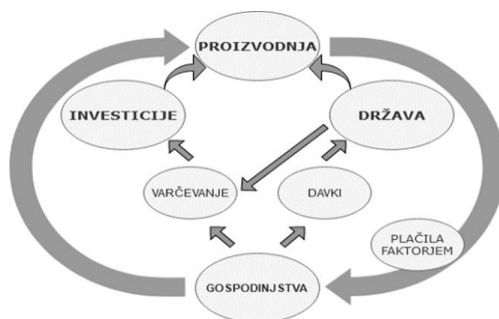
CGE-model v osnovi sestavljajo enačbe, ki opisujejo celotno gospodarstvo ter interakcije med posameznimi ekonomskimi agenti, najsi bodo to gospodinjstva, podjetja ali država. Enačbe temeljijo na ekonomski teoriji, ki bi jo prepoznali študenti mikroekonomije in makroekonomije, ter opisujejo od ponudbe in povpraševanja do osnovnih makroekonomskih identitet, kot je na primer bruto domači proizvod posamezne države, ki ga sestavljajo potrošnja gospodinjstev, investicije, potrošnja države in neto izvoz. Enačbe se rešijo simultano, da se najde splošno ravnovesje, v katerem so količine ponudbe in povpraševanja ob določenih cenah enake na vseh trgih. Spremenljivke v modelu so lahko eksogene (zunanje) ali endogene (notranje), modelski eksperiment pa izvedemo tako, da spremenimo eno ali več eksogenih spremenljivk ter poiščemo nove vrednosti endogenih spremenljivk. S tem dobimo informacije o tem, kako eksogena sprememba ali »ekonomski šok« vpliva na ravnovesje na trgu, na podlagi česar lahko sklepamo o raziskovalni hipotezi, ki jo preučujemo. Več o samih osnovnih lastnostih CGE-modela se lahko naučimo na podlagi pomena posameznih komponent njegovega imena: computable (izračunljivo), general (splošno) in equilibrium (ravnovesje).

2.1 Izračunljivi

Termin »izračunljivi« opisuje sposobnost CGE-modela, da kvantificira učinke zunanjih šokov na ekonomijo. Kljub temu, da nam dobro razumevanje ekonomske teorije marsikdaj že poda odgovor na vprašanje, v katero smer bo učinkoval določen ukrep, na primer znižanje carin ali davkov, pa nam model omogoča odgovor na vprašanje, ali bo učinek ukrepa velik ali majhen. To je posledica uporabe dejanskih ekonomskih podatkov za določeno bazno leto. Predpostavimo, da v modelu uporabimo podatke o slovenski ekonomiji za leto 2021. V tem primeru bodo v enačbah uporabljeni tako podatki o potrošnji Slovencev v letu 2021 kot tudi podatki o proizvodnji posameznih sektorjev v letu 2021, kar bo vodilo do realističnih vrednosti novega ravnotežja ter s tem kvantifikacijo učinka določenega ukrepa na ekonomijo Slovenije. Sposobnost CGE-modela, da kvantificira rezultate različnih »kaj če« scenarijev, omogoča ekonomistom, da pomembno prispevamo k razpravam o izbranih ekonomskih politikah

2.2 Splošni

Termin »splošni« pomeni, da CGE-model zajema vse ekonomske aktivnosti v določenem gospodarstvu simultano, kar vključuje proizvodnjo, potrošnjo, zaposlenost, davke, prihranke in menjavo. »Vse je odvisno od vsega ostalega«, zato lahko medsebojno povezanost ekonomskih agentov pojasnimo kot krožni tok dohodkov in potrošnje v neki ekonomiji, kot je prikazano na Sliki 1. V njem nastopajo: podjetja, ki proizvajajo, kupujejo vmesne proizvode ter zaposlujejo delovno silo in koristijo kapital; gospodinjstva, ki svojo plačo uporabljajo za nakup proizvodov in storitev, plačilo davkov ter prihranke; država, ki pobrane davke namenja nakupu proizvodov in storitev; ter investitorji, ki svoje prihranke uporabljajo za povečanje proizvodne aktivnosti. Krožni tok gospodarstva pa lahko razširimo še z vključitvijo mednarodne menjave. Medsebojno povezanost lahko ponazorimo s pomočjo realnega primera, kot je na primer dvig cen pogonskih goriv, ki podraži proizvodnjo določenih izdelkov, kar poveča njihove cene. Posledično se bo zmanjšalo povpraševanje po teh izdelkih in povečalo povpraševanje po izdelkih, katerih cena je ostala nespremenjena. Spremembe povpraševanja v posameznih sektorjih bodo imele znaten učinek na zaposlenost, dohodke, pobrane davke in prihranke.



Slika 1: Krožni tok gospodarstva

Vir: svoj.

2.3 Ravnovesje

Ekonomija neke države je v ravnovesju, ko sta ponudba in povpraševanje pri določeni ravni cen enaka. V CGE-modelu pride do ravnovesja takrat, ko so pri določenih cenah proizvajalci, potrošniki, delavci in investitorji zadovoljni s

količinami proizvodov, ki jih proizvajajo in trošijo, s sektorjem, v katerem delajo, količino kapitala, ki ga prihranijo ter investirajo, in tako naprej. Proizvajalci izberejo količino ponujenih proizvodov in storitev tako, da maksimirajo svojo učinkovitost glede na svoje stroške, cene proizvodov na trgu ter tehnološke omejitve proizvodnega procesa. Medtem pa potrošniki maksimirajo svojo korist z nabavo proizvodov in storitev, ki jim dajejo največje zadovoljstvo ob lastnih proračunskih omejitvah. Za doseženo ravnovesje v CGE-modelu pa je pomembno tudi, da so zadovoljene nekatere pomembne makroekonomske omejitve, kot sta polna zaposlenost delovne sile in izkoriščenost kapitala ter enakost varčevanja in investicij.

3 Podatkovna baza CGE-modela

Za dobro delovanje CGE-modela je ključnega pomena kakovostna podatkovna baza, ki vključuje vrednosti vseh eksogenih spremenljivk, parametrov ter začetne vrednosti endogenih spremenljivk. Sestavljena je iz dveh komponent – matrike družbenih računov oz. SAM (angl. social accounting matrix), ki podaja informacije o vseh dohodkih in izdatkih v določeni državi v določenem letu, ter parametrov elastičnosti, ki opisujejo odziv proizvajalcev in kupcev na spremembe cen in dohodkov.

Matrika družbenih računov vsebuje podatke o vseh transakcijah v neki ekonomiji v določenem letu. Zaradi logične razporeditve podatkov o dohodkih in izdatkih ponuja vizualni vpogled v povezave med posameznimi ekonomskimi agenti. Tehnično gledano je SAM kvadratna matrika, kjer vnos v vrstico i ter stolpec j predstavlja dohodek za račun i ter izdatek za račun j . Poglejmo si primer. Kmet od peka kupi kruh za 1 €, kar predstavlja njegov izdatek ter obenem dohodek peka. Da bi lahko spekel kruh, mora pek od kmeta kupiti pšenico, za kar porabi 1 €. Izdatek peka za pšenico je obenem prihodek kmeta. Dohodki in izdatki kmeta ter peka bodo enaki, saj mora biti SAM vedno uravnotežena, tj. skupni znesek izdatkov (v stolpcu) je vedno enak skupnemu znesku prejemkov (v vrstici). Bistvo matrike družbenih računov je, da povzema strukturo gospodarstva, vključno z njenimi notranjimi in zunanjimi povezavami ter vlogami različnih agentov in sektorjev. V Tabeli 1 je podana pomanjšana različica SAM, ki omogoča seznanitev z njeno strukturo.

Tabela 1: Stilizirana matrika družbenih računov (SAM)

Dohodki	Izdatki				
	Dejavnosti	Dobrine	Faktorji	Gospodinjstva	Podjetja
Dejavnosti		tržni proizvod			
Dobrine	vmesna potrošnja			zasebna potrošnja	
Faktorji	odana vrednost				
Gospodinjstva			faktorski dohodek gospodinjstvom	medgospodinjški transferji	presežek gospodinjstvom
Podjetja			faktorski dohodek podjetjem		
Država	DDV in davek na proizvodnjo	Tarife in izvozni davki	davki na faktorje	transferji, neposredni davki	neposredni davki
Varčevanje-investicije				varčevanje gospodinjstev	varčevanje podjetij
Ostali svet		uvoz	faktorski dohodek v tujino		presežek v tujino
Skupaj	izdatki dejavnosti	ponudba dobrin	faktorski izdatki	izdatki gospodinjstev	izdatki podjetij

Vir: svoj.

Tabela 2: Stilizirana matrika družbenih računov (SAM)

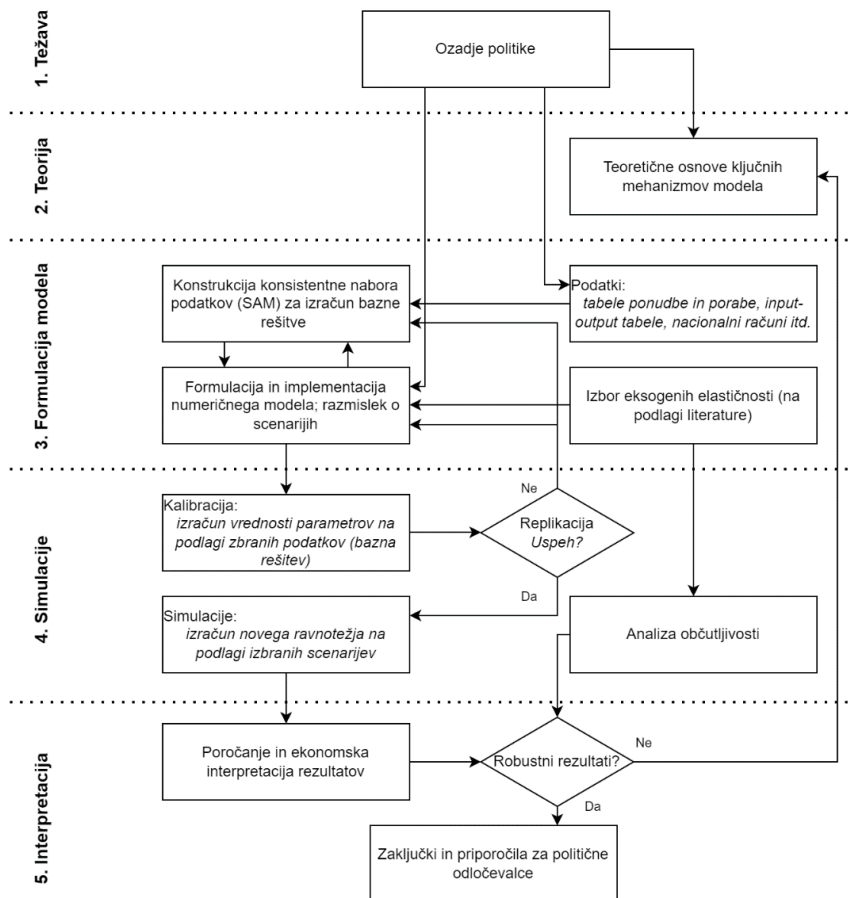
Dohodki	Izdatki			
	Država	Varčevanje-investicije	Ostali svet	Skupaj
Dejavnosti				dohodek dejavnosti
Dobrine	javna potrošnja	investicije	izvoz	povpraševanje
Faktorji				faktorski dohodek
Gospodinjstva	transferji gospodinjstvom		transferji gospodinjstvom	dohodek gospodinjstev
Podjetja	transferji podjetjem		transferji podjetjem	dohodek podjetij
Država			transferji državi	dohodek države
Varčevanje-investicije	varčevanje države		tuje varčevanje	varčevanje
Ostali svet	državni transferji			devizni odliv
Skupaj	izdatki države	investicije	devizni priliv	

Vir: svoj.

Medtem ko SAM prikazuje statično sliko neke ekonomije v ravnovesju, parametri elastičnosti pomagajo pri opisu gibanja ekonomije iz enega ravnovesja v drugo. Kot rečeno, gre pri elastičnosti za eksogene parametre, ki opisujejo odziv proizvajalcev in kupcev na spremembe cen in dohodkov. Njihov pomen v CGE-modelu je ogromen, saj je od njih odvisna velikost učinka posameznega ukrepa. Predpostavimo, da želi pek, ki smo ga že omenjali, ugotoviti, kako gospodarska rast vpliva na povpraševanje po kruhu. V primeru visoke elastičnosti povpraševanja po kruhu bodo že majhna povečanja dohodkov močno povečala povpraševanje po kruhu. V primeru nizke elastičnosti pa bo tudi veliko povečanje dohodkov le v majhni meri povečalo povpraševanje po kruhu. Seveda velja tudi obratno in v primeru nizke elastičnosti velik padec dohodkov ne bo imel pomembnega vpliva na povpraševanje po kruhu. Zaradi vpliva, ki ga imajo izbrani parametri elastičnosti na rezultate modela, ekonomisti večkrat izvedemo analize občutljivosti, s katerimi preverimo, ali se rezultati v primeru manjših sprememb v elastičnosti bistveno spreminjajo.

4 Koraki modeliranja CGE Modela

Koraki, s katerimi se ekonomisti srečujemo pri modeliranju CGE-modelov, so nazorno prikazani na Sliki 2. Najprej je potreben razmislek o potencialnih političnih odločitvah in njihovih potencialnih ekonomskih učinkih, kar nam omogoča ustrezno zasnovano modela ter identifikacijo potrebnih podatkov. Drugi korak vključuje ekonomsko teorijo, s pomočjo katere določimo ključne ekonomske mehanizme, ki vplivajo na rezultate, pridobljene v okviru CGE-modela. Delo na podatkih in formulaciji ter implementaciji v tretjem koraku nam nato poda okvir za numerično analizo. V četrtem koraku izvedemo postopek kalibracije, ki nam poda bazno rešitev. Nato izvedemo simulacijske eksperimente, kjer pridobimo alternativno rešitev, ki jo primerjamo z bazno rešitvijo ter tako prikažemo učinke posameznih politik. Za izvedbo simulacij je ključnega pomena izbira parametrov in funkcionalnih oblik, ki pomembno pripomorejo k robustnosti rezultatov. Nazadnje pa pridobljeni rezultati niso vredni nič brez pravilne interpretacije ter priporočil političnim odločevalcem.



Slika 2: Osnovni koraki modeliranja CGE-modela

Vir: svoj.

5. Zaključek

CGE-modeli že vse od začetka osemdesetih let prejšnjega stoletja postajajo vedno bolj priljubljeno orodje za analizo posledic političnih odločitev. Danes se ne uporabljajo in razvijajo izključno na univerzah in raziskovalnih ustanovah, ampak tudi v vladah po celotnem svetu kot podpora pri oblikovanju politik. Obseg področij, na katerih se uporabljajo CGE-modeli, je širok in se še širi. Med drugim vključuje mednarodno trgovino, javne finance, kmetijstvo, transport, dohodkovno neenakost ter podnebje. Navkljub vsesplošnemu razvoju CGE-modelov na širokem naboru področij ni skrbi, da bi raziskovalnih izzivov v kratkem zmanjkalo. Ti izzivi

vključujejo tematike, kot so heterogeno modeliranje gospodinjstev, interakcije med regijami, modeliranje finančnega sektorja ipd. Vendar pa tudi CGE-modeli niso brez omejitev. Te se velikokrat nanašajo na predpostavke modela, ki so lahko v praksi kršene. Če želimo kot ekonomisti podati dobra priporočila političnim odločevalcem, moramo te omejitve upoštevati in jih razumeti.

Literatura

- Burfisher, M. E. (2021). *Introduction to computable general equilibrium models*. Cambridge University Press.
- Böhringer, C., Rutherford, T. F., & Wiegard, W. (2003). Computable general equilibrium analysis: Opening a black box. *Working paper*.
- Dixon, P. B., & Jorgenson, D. (Eds.). (2012). *Handbook of computable general equilibrium modeling*. Elsevier.
- Löfgren, H., Harris, R. L., & Robinson, S. (2001). *A standard computable general equilibrium (CGE) model in GAMS*. International Food Policy Research Institute.
- Majcen, B., Bayar, A., Slabe Erker, R., Dominko, M., Primc, K. (2020). *Makroekonomska ocena učinkov energetske-podnebnih scenarijev Slovenije do leta 2030*. Inštitut za ekonomska raziskovanja.
- Menezes, A. G. D., Fortuna, M., Silva, F., & Vieira, J. C. (2006). Computable general equilibrium models: A literature review. *Working paper*.

