

Predstavljanje udžbenika: **Uvod u makroekonomsko modeliranje^a**

Prof. dr. sc. Josip Tica

Ekonomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

15. listopada 2025.



^a Nastanak ovoga udžbenika ne bi bio moguć bez potpore *Fonda za razvoj sveučilišta (ISDEANEA)*, *Europskog socijalnog fonda (SPIRITH)* i *Hrvatske zaklade za znanost (CONVRH)*

Osnovne informacije o udžbeniku

- 1 Namijenjen je studentima diplomskog i doktorskog studija, ali i svima drugima koje zanima sustavan (*mutatis mutandis* umjesto *ceteris paribus*) pogled na makroekonomsku teoriju.

Osnovne informacije o udžbeniku

- 1 Namijenjen je studentima diplomskog i doktorskog studija, ali i svima drugima koje zanima sustavan (*mutatis mutandis* umjesto *ceteris paribus*) pogled na makroekonomsku teoriju.
- 2 Rukopis na 235 stranica uvodi studente u postupak računalne simulacije deset dobro poznatih makroekonomskih modela.

Osnovne informacije o udžbeniku

- 1 Namijenjen je studentima diplomskog i doktorskog studija, ali i svima drugima koje zanima sustavan (*mutatis mutandis* umjesto *ceteris paribus*) pogled na makroekonomsku teoriju.
- 2 Rukopis na 235 stranica uvodi studente u postupak računalne simulacije deset dobro poznatih makroekonomskih modela.
- 3 Analiza kreće od prilagodbe IS–LM modela zatvorene ekonomije za simulaciju na računalu.

Osnovne informacije o udžbeniku

- ➊ Namijenjen je studentima diplomskog i doktorskog studija, ali i svima drugima koje zanima sustavan (*mutatis mutandis* umjesto *ceteris paribus*) pogled na makroekonomsku teoriju.
- ➋ Rukopis na 235 stranica uvodi studente u postupak računalne simulacije deset dobro poznatih makroekonomskih modela.
- ➌ Analiza kreće od prilagodbe IS–LM modela zatvorene ekonomije za simulaciju na računalu.
- ➍ Postupno se kroz rukopis podiže složenost modela, preko otvorene ekonomije i dugog roka, sve do dva stohastička dinamička modela opće ravnoteže.

Osnovne informacije o udžbeniku

- 1 Namijenjen je studentima diplomskog i doktorskog studija, ali i svima drugima koje zanima sustavan (*mutatis mutandis* umjesto *ceteris paribus*) pogled na makroekonomsku teoriju.
- 2 Rukopis na 235 stranica uvodi studente u postupak računalne simulacije deset dobro poznatih makroekonomskih modela.
- 3 Analiza kreće od prilagodbe IS–LM modela zatvorene ekonomije za simulaciju na računalu.
- 4 Postupno se kroz rukopis podiže složenost modela, preko otvorene ekonomije i dugog roka, sve do dva stohastička dinamička modela opće ravnoteže.
- 5 Svi su modeli prezentirani pomoću matematičkih funkcija u obliku prikladnom za simuliranje, a izvod grafova funkcija u 2D grafikonima nije korišten.

Osnovne informacije o udžbeniku

- 1 Namijenjen je studentima diplomskog i doktorskog studija, ali i svima drugima koje zanima sustavan (*mutatis mutandis* umjesto *ceteris paribus*) pogled na makroekonomsku teoriju.
- 2 Rukopis na 235 stranica uvodi studente u postupak računalne simulacije deset dobro poznatih makroekonomskih modela.
- 3 Analiza kreće od prilagodbe IS–LM modela zatvorene ekonomije za simulaciju na računalu.
- 4 Postupno se kroz rukopis podiže složenost modela, preko otvorene ekonomije i dugog roka, sve do dva stohastička dinamička modela opće ravnoteže.
- 5 Svi su modeli prezentirani pomoću matematičkih funkcija u obliku prikladnom za simuliranje, a izvod grafova funkcija u 2D grafikonima nije korišten.
- 6 Računalne simulacije svih deset obrađenih modela napravljene su u tabličnom kalkulatoru.

Motivacija za udžbenik

- 1 Osnovna ideja bila je zatvoriti jaz između crtanja krivulja na ploči u modelima komparativne statike (npr. IS–LM) i računalnog simuliranja stohastičkih modela opće ravnoteže u Dynareu unutar MATLAB-a.

Motivacija za udžbenik

- 1 Osnovna ideja bila je zatvoriti jaz između crtanja krivulja na ploči u modelima komparativne statike (npr. IS–LM) i računalnog simuliranja stohastičkih modela opće ravnoteže u Dynareu unutar MATLAB-a.
- 2 Jaz između te dvije skupine teoretskih modela često je bio nepremostiv za većinu studenata ekonomije zbog najmanje tri razloga:

Motivacija za udžbenik

- 1 Osnovna ideja bila je zatvoriti jaz između crtanja krivulja na ploči u modelima komparativne statike (npr. IS–LM) i računalnog simuliranja stohastičkih modela opće ravnoteže u Dynareu unutar MATLAB-a.
- 2 Jaz između te dvije skupine teoretskih modela često je bio nepremostiv za većinu studenata ekonomije zbog najmanje tri razloga:
 - 1 Standardni preddiplomski makroekonomski udžbenici izvode „krivulje“ na 2D grafikonima bez referiranja na matematički postupak crtanja grafa funkcije (gradivo 7. razreda u Hrvatskoj!?).

Motivacija za udžbenik

- ❶ Osnovna ideja bila je zatvoriti jaz između crtanja krivulja na ploči u modelima komparativne statike (npr. IS–LM) i računalnog simuliranja stohastičkih modela opće ravnoteže u Dynareu unutar MATLAB-a.
- ❷ Jaz između te dvije skupine teoretskih modela često je bio nepremostiv za većinu studenata ekonomije zbog najmanje tri razloga:
 - ❶ Standardni preddiplomski makroekonomski udžbenici izvode „krivulje“ na 2D grafikonima bez referiranja na matematički postupak crtanja grafa funkcije (gradivo 7. razreda u Hrvatskoj!?).
 - ❷ Nekorištenje matematike u modelima komparativne statike ograničava studente u radu sa složenijim matematičkim modelima jer nemaju polazišnu točku kako bi razumijeli što je novo.

Motivacija za udžbenik

- ❶ Osnovna ideja bila je zatvoriti jaz između crtanja krivulja na ploči u modelima komparativne statike (npr. IS–LM) i računalnog simuliranja stohastičkih modela opće ravnoteže u Dynareu unutar MATLAB-a.
- ❷ Jaz između te dvije skupine teoretskih modela često je bio nepremostiv za većinu studenata ekonomije zbog najmanje tri razloga:
 - ❶ Standardni preddiplomski makroekonomski udžbenici izvode „krivulje“ na 2D grafikonima bez referiranja na matematički postupak crtanja grafa funkcije (gradivo 7. razreda u Hrvatskoj!?).
 - ❷ Nekorištenje matematike u modelima komparativne statike ograničava studente u radu sa složenijim matematičkim modelima jer nemaju polazišnu točku kako bi razumijeli što je novo.
 - ❸ Povrh svega toga, za simuliranje, transpoziciju i supstituciju sustava jednadžbi koriste se složeni softveri koji zahtijevaju programersko iskustvo (MATLAB, GAUSS, Mathematica itd.).

Motivacija za udžbenik

- ❶ Osnovna ideja bila je zatvoriti jaz između crtanja krivulja na ploči u modelima komparativne statike (npr. IS–LM) i računalnog simuliranja stohastičkih modela opće ravnoteže u Dynareu unutar MATLAB-a.
- ❷ Jaz između te dvije skupine teoretskih modela često je bio nepremostiv za većinu studenata ekonomije zbog najmanje tri razloga:
 - ❶ Standardni preddiplomski makroekonomski udžbenici izvode „krivulje“ na 2D grafikonima bez referiranja na matematički postupak crtanja grafa funkcije (gradivo 7. razreda u Hrvatskoj!?).
 - ❷ Nekorištenje matematike u modelima komparativne statike ograničava studente u radu sa složenijim matematičkim modelima jer nemaju polazišnu točku kako bi razumijeli što je novo.
 - ❸ Povrh svega toga, za simuliranje, transpoziciju i supstituciju sustava jednadžbi koriste se složeni softveri koji zahtijevaju programersko iskustvo (MATLAB, GAUSS, Mathematica itd.).
- ❸ Jaz postoji i kod studenata STEM-a, jer oni vrlo često ne mogu prijeći s matematičkog dijela na intuiciju ili ne znaju od kuda krenuti.

Pristup korišten u ovome udžbeniku

- 1 Izvod modela počinje s matematičkim predznanjem iz osnovne škole (barem za hrvatske studente) i s modelima korištenima na drugoj godini fakulteta.

Pristup korišten u ovome udžbeniku

- 1 Izvod modela počinje s matematičkim predznanjem iz osnovne škole (barem za hrvatske studente) i s modelima korištenima na drugoj godini fakulteta.
- 2 Modeli koji se u udžbenicima makroekonomije najčešće prikazuju kao 2D grafovi matematičkih funkcija u ovome su udžbeniku simulirani u tabličnom kalkulatoru.

Pristup korišten u ovome udžbeniku

- 1 Izvod modela počinje s matematičkim predznanjem iz osnovne škole (barem za hrvatske studente) i s modelima korištenima na drugoj godini fakulteta.
- 2 Modeli koji se u udžbenicima makroekonomije najčešće prikazuju kao 2D grafovi matematičkih funkcija u ovome su udžbeniku simulirani u tabličnom kalkulatoru.
- 3 Odabrani su dobro poznati modeli, s osnovnoškolskom matematičkom podlogom i svima poznat tablični kalkulator, kako bi se kompletna pažnja studenata mogla usmjeriti na modeliranje.

Pristup korišten u ovome udžbeniku

- 1 Izvod modela počinje s matematičkim predznanjem iz osnovne škole (barem za hrvatske studente) i s modelima korištenima na drugoj godini fakulteta.
- 2 Modeli koji se u udžbenicima makroekonomije najčešće prikazuju kao 2D grafovi matematičkih funkcija u ovome su udžbeniku simulirani u tabličnom kalkulatoru.
- 3 Odabrani su dobro poznati modeli, s osnovnoškolskom matematičkom podlogom i svima poznat tablični kalkulator, kako bi se kompletna pažnja studenata mogla usmjeriti na modeliranje.
- 4 Udžbenik postupno oprema studente intelektualnim i analitičkim okvirom unutar kojega mogu makroekonomske šokove analizirati u sklopu *mutatis mutandis* pristupa.

Pristup korišten u ovome udžbeniku

- 1 Izvod modela počinje s matematičkim predznanjem iz osnovne škole (barem za hrvatske studente) i s modelima korištenima na drugoj godini fakulteta.
- 2 Modeli koji se u udžbenicima makroekonomije najčešće prikazuju kao 2D grafovi matematičkih funkcija u ovome su udžbeniku simulirani u tabličnom kalkulatoru.
- 3 Odabrani su dobro poznati modeli, s osnovnoškolskom matematičkom podlogom i svima poznat tablični kalkulator, kako bi se kompletna pažnja studenata mogla usmjeriti na modeliranje.
- 4 Udžbenik postupno oprema studente intelektualnim i analitičkim okvirom unutar kojega mogu makroekonomske šokove analizirati u sklopu *mutatis mutandis* pristupa.
- 5 Nema preskakanja u matematičkim izvodima kako bi se izbjegla potpitanja i posljedične frustracije o ispuštenim međukoracima.

Primjer neoklasične sinteze i komparativne statike

IS-LM model s hibridnom novokeynesijanskom Phillipsovom krivuljom i nesavršenim tržištem rada u zatvorenoj ekonomiji:^a

$$Y_t = \frac{1}{1 - c_1 - d_1} [c_0 - c_1 T_t + d_0 - d_2 r_t + G_t] \quad (\text{IS})$$

$$\frac{M_t}{P_t} = m_1 Y_t - m_2 i_t \quad (\text{LM})$$

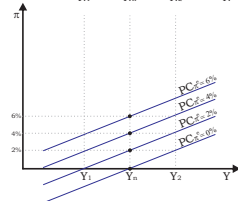
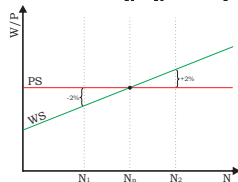
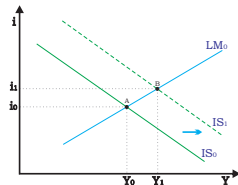
$$W_t = P_t^e (z + \alpha N) \quad (\text{WS})$$

$$P_t = (1 + \mu) W_t \quad (\text{PS})$$

$$\pi_t = \underbrace{\pi_t^e}_{\pi_{t-1}} + \alpha \frac{Y_{t-1} - Y_n}{Y_n} \quad (\text{PC})$$

gdje su:

- Y_t : BDP, T_t : porezi, G_t : državna potrošnja, r_t : realna kamatna stopa
- M_t : masa novca, i_t : nominalna kamatna stopa
- W_t : nominalna plaća, P_t^e : očekivana razina cijena, N : zaposlenost, P_t : opća razina cijena, μ : marže
- π_t : inflacija, Y_n : potencijalni output, π_t^e : očekivana inflacija

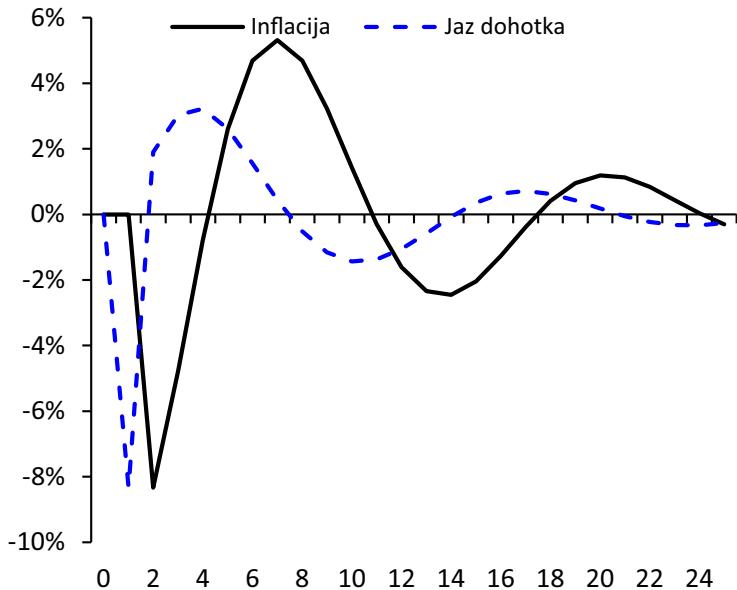


^a IS-LM iz Blancharda, a WS-PS i PC iz Carlin i Soskice.

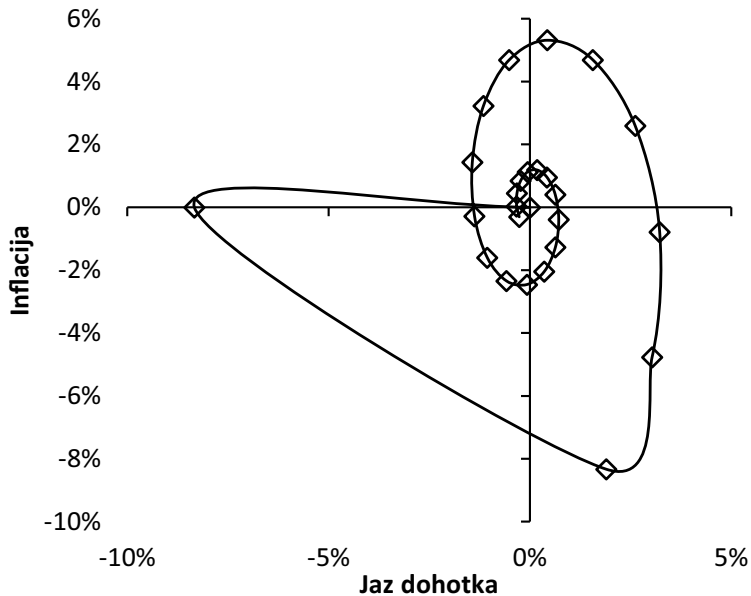
Simulacija u tabličnom kalkulatoru

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1	Kvartali		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
2	Parametri	e0	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
c1		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
d0		125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	125	
d1		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
d2		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
m1		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	m2	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
9	L	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10	B	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	
11	u	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
12	G	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
13	T	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	
14	Td	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
15	Te	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
16	H	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
17	J	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	0,024572	
18	M	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
19	Y	800,00	733,33	815,15	824,26	825,78	820,91	812,51	803,47	795,85	790,77	788,55	789,00	791,54	795,33	799,41	802,87	805,06	805,72	805,02	803,40	801,41	799,54	798,15	797,42	797,37	797,87	
20	Nu/L	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
21	Yi	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	
22	Jaz dohotka	0,00%	-8,33%	1,89%	3,03%	3,22%	2,61%	1,56%	0,43%	-0,52%	-1,15%	-1,43%	-1,38%	-1,06%	-0,58%	-0,07%	0,36%	0,63%	0,72%	0,63%	0,43%	0,18%	-0,06%	-0,23%	-0,32%	-0,33%	-0,27%	
23	Inflicija	0,00%	0,00%	-8,33%	-4,77%	-0,79%	2,59%	4,69%	5,31%	4,69%	3,23%	1,43%	-0,29%	-1,61%	-2,34%	-2,46%	-2,04%	-1,27%	-0,39%	0,41%	0,95%	1,19%	1,13%	0,84%	0,44%	0,03%	-0,30%	
24	P	1,00	1,00	0,92	0,87	0,87	0,89	0,93	0,98	1,03	1,06	1,07	1,07	1,05	1,03	1,00	0,98	0,97	0,97	0,97	0,98	0,99	1,00	1,01	1,02	1,02	1,01	
25	nom. kta. st. (j)	7,50%	5,83%	6,74%	6,29%	6,21%	6,45%	6,87%	7,33%	7,73%	7,96%	8,07%	8,05%	7,92%	7,73%	7,53%	7,36%	7,25%	7,21%	7,25%	7,33%	7,43%	7,52%	7,55%	7,63%	7,63%		
26	Petrolnija (C)	300,00	283,33	302,79	306,07	306,44	305,23	303,13	300,87	298,96	297,69	297,14	297,25	297,88	298,83	299,85	300,72	301,26	301,43	301,26	300,85	300,35	299,88	299,54	299,36	299,47		
27	Investicija (I)	250,00	250,00	261,36	265,20	269,33	265,68	259,38	253,60	245,69	243,08	241,43	241,75	244,65	248,50	249,56	252,45	253,79	254,29	253,77	252,55	251,04	249,65	248,07	246,03	245,40		
28	uo	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	20,00%	
29	u	20,00%	23,33%	19,24%	18,79%	18,71%	18,90%	19,37%	19,83%	20,21%	20,46%	20,57%	20,55%	20,42%	20,23%	20,03%	19,86%	19,75%	19,71%	19,75%	19,83%	19,93%	20,02%	20,09%	20,13%	20,13%	20,10%	

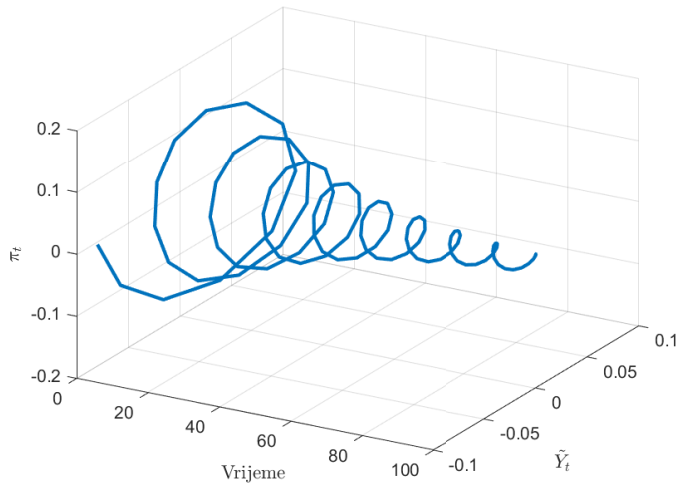
Inflacija i dohodak kroz vrijeme nakon $G \downarrow$



Inflacija i dohodak na grafikonu rasipanja nakon $G \downarrow$



Inflacija, dohodak i vrijeme na 3D grafikonu rasipanja nakon $G \downarrow$



Napomena: Ovaj grafikon je iz MATLAB-a

Prednosti ovakvog pristupa

- 1 Studentima je vizualno jasno zašto model nije točan.

Prednosti ovakvog pristupa

- 1 Studentima je vizualno jasno zašto model nije točan.
- 2 Kod studenata se stvara opipljiv motiv za razumijevanje problema nestabilnosti i kolebanja (u sustavima diferencijalnih jednačini) na intuitivan način.

Prednosti ovakvog pristupa

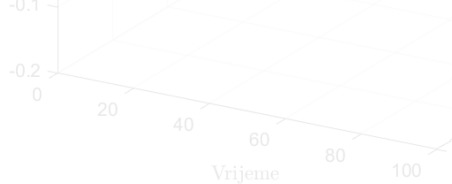
- 1 Studentima je vizualno jasno zašto model nije točan.
- 2 Kod studenata se stvara opipljiv motiv za razumijevanje problema nestabilnosti i kolebanja (u sustavima diferencijalnih jednačini) na intuitivan način.
- 3 Vrlo je lako razumjeti na primjeru kako matematička priroda sustava jednačini modela implicira irelevantnost monetarističkog pristupa egzogene (programirane) ponude novca.

Prednosti ovakvog pristupa

- 1 Studentima je vizualno jasno zašto model nije točan.
- 2 Kod studenata se stvara opipljiv motiv za razumijevanje problema nestabilnosti i kolebanja (u sustavima diferencijalnih jednačini) na intuitivan način.
- 3 Vrlo je lako razumjeti na primjeru kako matematička priroda sustava jednačini modela implicira irelevantnost monetarističkog pristupa egzogene (programirane) ponude novca.
- 4 Vizualizacija je opipljiv argument za sljedeću lekciju: ciljanje inflacije i Taylorovo pravilo.

Prednosti ovakvog pristupa

- 1 Studentima je vizualno jasno zašto model nije točan.
- 2 Kod studenata se stvara opipljiv motiv za razumijevanje problema nestabilnosti i kolebanja (u sustavima diferencijalnih jednačini) na intuitivan način.
- 3 Vrlo je lako razumjeti na primjeru kako matematička priroda sustava jednačini modela implicira irelevantnost monetarističkog pristupa egzogene (programirane) ponude novca.
- 4 Vizualizacija je opipljiv argument za sljedeću lekciju: ciljanje inflacije i Taylorovo pravilo.
- 5 Studenti mogu na opipljiv način razumjeti korist od zapisivanja sustava jednačini u matričnom obliku i analize determinante istog, tzv. „uklanjanje imaginarnog korijena“.



Hvala!

Pitanja?