

9. cvičení

Aplikace simultánního modelu

9.1 Úvod do problematiky

Obdobně jako u obecných jednorovnicových ekonometrických modelů lze i soustavu rovnic v podobě simultánního modelu poměrně mnohostranně aplikačně využít. Základní oblasti užití ve smyslu strukturální analýzy, simulací a tvorby prognóz jsou i v této variantě ekonometrických modelů častou formou aplikace modelů v praxi.

V následujících částech cvičení bude věnována pozornost zejména strukturální analýze a simulačním procesům. V oblasti strukturální analýzy nabízí simultánní modely relativně širší možnosti, jelikož díky svému rozsahu a struktuře rovnic a tím obvykle i proměnných mohou modelovaný ekonomický jev analyzovat v širších či hlubších souvislostech. Ekonomické jevy jsou často ze své podstaty velmi úzce mezi sebou navzájem provázány, což plně odpovídá smyslu simultánních modelů, a proto je vhodné, a často i dle specifikačních požadavků nutné, využívat simultánní modely k strukturální analýze procesů v rámci různých úrovní ekonomiky. Nedílnou výhodou simultánních modelů v tomto směru aplikací je i schopnost zobrazovat jak přímé, tak i zprostředkované vazby, které mohou být zajímavou a cenou ekonomickou informací.

V oblasti simulací nabízí simultánní model opět řadu zajímavých možností. Díky své specifické struktuře umožňuje zobrazovat a teoreticky simulovat procesy mezi různými ekonomickými jevy, které jsou sami o sobě determinovány jinými ekonomickými veličinami, avšak současně jsou mezi sebou velmi úzce provázány. Simulační procesy v tomto smyslu umožňují teoreticky zobrazovat chování modelovaných jevů za určitých (předem stanovených) podmínek, tj. umožňují zobrazovat reakci ekonomických jevů na uměle vytvořené impulsy, např. v podobě změrné změny v hodnotách či vývoji jiných ekonomických jevů, a to s vyloučením možných nežádoucích důsledků na ekonomiku v případě negativně nastavených scénářů. Uvedeného se v plné míře využívá např. při simulaci požadovaných změn v národním hospodářství, při hledání řešení hospodářské krize a jiných ekonomických či strukturálních šoků v ekonomice.

9.2 Výsledek odhadu modelu

V rámci předcházejícího cvičení č. 8 byl koncipován makroekonomický simultánní model, který byl současně na základě zjištěných datových vstupů odhadnut a verifikován.

Odhadovaný model:

$$y_{1t} = \beta_{12}y_{2t} + \gamma_{11}x_{1t} + \gamma_{12}x_{2t-1} + \gamma_{15}x_{5t} + \gamma_{18}x_{8t} + \gamma_{110}x_{10t-1} + u_{1t}$$

$$y_{2t} = \beta_{21}y_{1t} + \gamma_{21}x_{1t} + \gamma_{23}y_{3t-1} + \gamma_{23}x_{3t} + \gamma_{23t-1}x_{3t-1} + \gamma_{24}x_{4t} + \gamma_{211}x_{11t-1} + u_{2t}$$

$$y_{3t} = y_{1t} + y_{2t} + x_{6t} + x_{12t}$$

Podkladové údaje:

Sledovaná veličina	výdaje domácností na konečnou spotřebu, běžné ceny	tvorba hrubého fixního kapitálu běžné ceny	HDP důchodovou metodou běžné ceny	jednotko vektor	mzdy a platy celkem, běžné ceny	celková zaměstnanost	Vývoz (FOB), běžné ceny	Dovoz (FOB), běžné ceny	Bilance (FOB)	kurz Kč euro	parita kupní síly	průměrná míra inflace	míra hrubých úspor domácností	diskontní sazba ČNB	celkové vládní výdaje
jednotky	mil CZK	mil CZK	mil CZK		mil CZK	osoby	mil CZK	mil CZK	mil CZK	CZK	CZK	%	%	%	mil CZK
Prom.	y_1	y_2	y_3	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}
1995	798 738	539 420	1 596 306	1	482 671	5 105 543	566 171	665 740	-99 569	34,7	13,3	9,1	12,7	9,5	839686
1996	930 757	629 811	1 829 255	1	568 988	5 131 991	601 680	754 670	-152 990	34,5	14,2	8,8	12,9	10,5	759581
1997	1 040 985	642 373	1 971 024	1	621 812	5 095 985	709 261	859 711	-150 450	35,9	14,9	8,5	12,8	13	821765
1998	1 129 415	669 092	2 156 624	1	651 575	5 007 586	834 227	914 466	-80 239	36,0	16,2	10,7	11,5	7,5	903205
1999	1 184 630	677 407	2 252 983	1	670 152	4 899 702	908 756	973 169	-64 413	36,9	16,3	2,1	10,8	5	927524
2000	1 245 300	744 358	2 386 289	1	711 599	4 859 341	1 121 099	1 241 924	-120 825	35,6	16,4	3,9	11,7	5	974710
2001	1 328 853	802 342	2 579 126	1	771 896	4 846 390	1 268 149	1 385 564	-117 415	34,1	16,5	4,7	11,9	3,75	1109604
2002	1 371 596	801 076	2 690 982	1	825 637	4 876 774	1 254 860	1 325 671	-70 811	30,8	16,8	1,8	11,9	1,75	1201719
2003	1 440 385	829 838	2 823 452	1	869 284	4 838 058	1 370 930	1 440 723	-69 793	31,8	16,7	0,1	11,1	1	1386785
2004	1 533 088	885 877	3 079 207	1	945 581	4 828 886	1 722 657	1 749 095	-26 438	31,9	17,1	2,8	10,6	1,5	1303221
2005	1 624 398	945 874	3 285 601	1	1 014 587	4 922 640	1 883 790	1 828 565	5 165	29,8	17,1	1,9	11,7	1	1380188
2006	1 726 279	1 004 313	3 530 881	1	1 087 207	4 988 977	2 091 052	2 025 091	1 800	28,3	17,4	2,5	13,0	1,5	1452772
2007	1 843 345	1 155 283	3 859 533	1	1 177 342	5 093 143	2 314 157	2 260 805	-21 241	27,8	17,3	2,8	12,3	2,5	1550421
2008	1 968 584	1 182 472	4 042 860	1	1 270 824	5 204 079	2 279 850	2 246 952	-44 332	24,9	17,6	6,3	11,8	1,25	1635279
2009	1 984 949	1 091 978	3 954 320	1	1 243 519	5 110 100	2 033 354	1 938 006	31 067	26,4	17,9	1	13,5	0,25	1737233
2010	2 020 039	1 084 017	3 992 870	1	1 259 651	5 057 241	2 334 842	2 273 929	-20 579	25,3	17,9	1,5	12,8	0,25	1724241
2011	2 064 120	1 086 869	4 062 323	1	1 287 765	5 043 438	2 570 941	2 473 042	11 977	24,6	17,7	1,9	11,6	0,25	1735916
2012	2 084 709	1 069 470	4 088 912	1	1 323 813	5 064 623	2 725 844	2 575 371	64 412	25,1	17,6	3,3	11,9	0,05	1805836
2013	2 113 039	1 050 612	4 142 811	1	1 333 775	5 080 930	2 786 229	2 588 423	106 518	26,0	17,4	1,4	11,5	0,05	1745908
2014	2 153 076	1 103 982	4 345 766	1	1 385 845	5 108 967	3 149 196	2 899 972	146 008	27,5	17,2	0,4	12,5	0,05	1830514
2015	2 234 243	1 227 485	4 625 378	1	1 454 707	5 181 913	3 262 971	3 017 011	130 977	27,3	17,2	0,3	12,2	0,05	1916390
2016	2 325 144	1 196 467	4 796 873	1	1 538 101	5 264 301	3 299 106	3 022 500	163 654	27,0	17,6	0,7	11,5	0,05	1906780
2017	2 470 737	1 273 407	5 110 743	1	1 680 239	5 345 814	3 512 897	3 224 232	163 466	26,3	17,8	2,5	11,8	0,05	1992330
2018	2 608 904	1 423 024	5 408 766	1	1 842 269	5 417 110	3 616 240	3 380 453	98 466	25,6	17,9	2,1	12,2	0,75	2195861
2019	2 759 825	1 506 914	5 748 668	1	1 964 207	5 430 633	3 691 763	3 401 218	145 695	25,7	18,2	2,8	12,5	1	2365855

Zdroj: ČSÚ, ČNB

Odhad parametrů první rovnice:

Model 1: TSLS, za použití pozorování 1996-2019 (T = 24)

Závisle proměnná: y_1

Instrumentováno: y_2

Instrumentální proměnné: const x_2 x_3 x_4 x_5 x_6 x_8 x_{10} x_{11} x_{12} y_3 y_1

	koeficient	směr. chyba	p-hodnota
const	-175950	115817	0,1461
y_2	0,132395	0,0649641	0,0565 *
x_2	0,891840	0,0484160	3,97e-013 ***
x_5	0,152083	0,0172574	6,02e-08 ***
x_8	31569,5	6255,21	8,39e-05 ***
x_{10}	1851,50	4485,33	0,6846
Střední hodnota závisle proměnné			1799433
Sm. odchylka závisle proměnné			514414,0
Součet čtverců reziduí			3,60e+09
Sm. chyba regrese			14141,88
Koeficient determinace			0,999409
Adjustovaný koeficient determinace			0,999244
F(5, 18)			6083,498
P-hodnota(F)			2,18e-28
rho (koeficient autokorelace)			0,141221
Durbin-Watsonova statistika			1,616823

LM test pro autokorelaci až do řádu 1 -

Nulová hypotéza: žádná autokorelace

Testovací statistika: LMF = 0,360606

s p-hodnotou = $P(F(1, 17) > 0,360606) = 0,556581$

Pesaran-Taylorův test heteroskedasticity -

Nulová hypotéza: není zde heteroskedasticita

Asymptotická testovací statistika: $z = 2,33292$

s p-hodnotou = 0,0196524

Test normality reziduí -

Nulová hypotéza: chyby jsou normálně rozdělené

Testovací statistika: $\text{Chí-kvadrát}(2) = 2,65091$

s p-hodnotou = 0,265681

Sarganův test pro nadbytečnou identifikaci -

Nulová hypotéza: všechny instrumentální proměnné jsou platné

Testovací statistika: LM = 11,3058

s p-hodnotou = $P(\text{Chí-kvadrát}(6) > 11,3058) = 0,0793734$

Test slabých instrumentálních proměnných -

F-statistika první úrovně (7, 12) = 4,85243

Odhad parametrů druhé rovnice:

Model 2: TSLS, za použití pozorování 1996-2019 (T = 24)

Závisle proměnná: y2

Instrumentováno: y1

Instrumentální proměnné: const x2_1 x3 x3_1 x4 x5 x6 x8
x10_1 x11_1 x12 y3_1

	koeficient	směr. chyba	p-hodnota
const	-583205	695599	0,4134
y1	1,71891	0,527511	0,0046 ***
y3_1	-0,387366	0,217598	0,0929 *
x3	0,831618	0,190132	0,0004 ***
x3_1	-0,747922	0,225742	0,0041 ***
x4	-0,278819	0,0764264	0,0020 ***
x11_1	-3966,31	8961,77	0,6636
Střední hodnota závisle proměnné			1003514
Sm. odchylka závisle proměnné			243775,7
Součet čtverců reziduí			3,00e+10
Sm. chyba regrese			42000,31
Koeficient determinace			0,978078
Adjustovaný koeficient determinace			0,970340
F(6, 17)			127,0249
P-hodnota(F)			3,64e-13
rho (koeficient autokorelace)			0,158370
Durbin-Watsonova statistika			1,676271

LM test pro autokorelaci až do řádu 1 -

Nulová hypotéza: žádná autokorelace

Testovací statistika: LMF = 0,620079

s p-hodnotou = P(F(1, 16) > 0,620079) = 0,443284

Pesaran-Taylorův test heteroskedasticity -

Nulová hypotéza: není zde heteroskedasticita

Asymptotická testovací statistika: z = 1,02689

s p-hodnotou = 0,304473

Test normality reziduí -

Nulová hypotéza: chyby jsou normálně rozdělené

Testovací statistika: Chí-kvadrát(2) = 3,73956

s p-hodnotou = 0,154158

Sarganův test pro nadbytečnou identifikaci -

Nulová hypotéza: všechny instrumentální proměnné jsou platné

Testovací statistika: LM = 4,49655

s p-hodnotou = P(Chí-kvadrát(5) > 4,49655) = 0,480345

Test slabých instrumentálních proměnných -

F-statistika první úrovně (6, 12) = 9,57269

Zápis výsledného modelu:

$$y1 = -1,76e+05 + 0,132*y2 + 0,892*x2_1 + 0,152*x5 + 3,16e+04*x8 + 1,85e+03*x10_1$$

(1,16e+05) (0,0650) (0,0484) (0,0173) (6,26e+03) (4,49e+03)

$$y2 = -5,83e+05 + 1,72*y1 - 0,387*y3_1 + 0,832*x3 - 0,748*x3_1 - 0,279*x4 - 3,97e+03*x11_1$$

(6,96e+05) (0,528) (0,218) (0,190) (0,226) (0,0764) (8,96e+03)

$$y3 = y1 + y2 + x6 + x12$$

- 3) Předpokládejte schopnost koncepce národohospodářské politiky a určete, která z proměnných by mohla přinést největší pozitivní změnu ve výdajích domácností na konečnou spotřebu a v tvorbě hrubého fixního kapitálu? Jak by daná informace mohla být teoreticky použita např. v současné situaci pandemické krize?

- 4) Simulujte v počátečním modelu následující scénáře:
- a. Rok 2009 byl obdobím ve kterém kulminovaly dopady celosvětové hospodářské krize. Simulujte vývoj výdajů domácností na konečnou spotřebu při různých mzdových scénářích – kvantifikujte průměrné tempo růstu mezd za sledované období a simulujte dopady o 10 % nižšího a o 10 % vyššího průměrného tempa růstu na výdaje domácností na konečnou spotřebu od roku 2009.
 - b. Simulujte vliv nezaměstnanosti na tvorbu hrubého fixního kapitálu, a to v následujících scénářích:
 - i. pokles nezaměstnanosti na další 3 období, v průměru o 0,5 % za rok,
 - ii. nárůst nezaměstnanosti na další 3 období v průměru o 0,5 % za rok.

Úkoly k samostatnému procvičení:

Na základě výsledků Farrar-Glauber testu analyzujte intenzitu multikolinearity a navrhněte vhodné/nutné úpravy modelu včetně vyhodnocení jejich vlivu na model.

Korelační koeficienty, 5% kritická hodnota (oboustranná) = 0,4044 pro $n = 24$:

y3_1	x2_1	x3	x3_1	x4	
1,0000	0,9971	0,7460	0,6432	0,9782	y3_1
	1,0000	0,7680	0,6777	0,9761	x2_1
		1,0000	0,9310	0,7336	x3
			1,0000	0,5940	x3_1
				1,0000	x4
x5	x6	x8	x10_1	x11_1	
0,9780	0,9079	0,8576	0,0427	-0,8107	y3_1
0,9753	0,9095	0,8359	0,0520	-0,7817	x2_1
0,7302	0,6560	0,3706	0,3190	-0,2903	x3
0,5868	0,5522	0,2942	0,3785	-0,1259	x3_1
0,9992	0,9417	0,7987	0,0075	-0,8084	x4
1,0000	0,9280	0,8018	0,0136	-0,8148	x5
	1,0000	0,7363	-0,1095	-0,7369	x6
		1,0000	-0,1090	-0,8359	x8
			1,0000	0,2099	x10_1
				1,0000	x11_1
				x12	
				0,9925	y3_1
				0,9913	x2_1
				0,7087	x3
				0,6058	x3_1
				0,9712	x4
				0,9723	x5
				0,8966	x6
				0,8605	x8
				0,0391	x10_1
				-0,8319	x11_1
				1,0000	x12

Vhodné úpravy: