

# Analýza ekonomiky na základe IS-LM modelu

Martin Lukáčik

Každý ekonometrický model je vytváraný s určitým cieľom, či už ide o analýzu štruktúry, prognózu budúceho vývoja, simuláciu rôznych skúmaných variantov alebo optimalizáciu použitia vybraných nástrojov pre dosiahnutie zadaných cieľov. Dôvod konštrukcie modelu pritom môže, ale aj nemusí, priamo determinovať spôsob jeho tvorby..

Pre vysvetlenie možností klasického postupu budeme postupne analyzovať rôznymi spôsobmi malé modely odvodené z IS-LM modelu. Tento model bol zvolený preto, lebo hrá kľúčovú úlohu v makroekonomickej teórii. Vo všetkých uvažovaných modeloch premenné označené veľkými písmenami reprezentujú pôvodné úrovne a premenné označené malými písmenami ich logaritmický tvar. Parametre sú označené písmenami gréckej abecedy. Pod hodnotou odhadnutého parametra je v hranatých zátvorkách vždy uvedená zodpovedajúca  $t$  štatistika. Ako sprievodný údaj je pri každej odhadnutej rovnici uvedený koeficient determinácie (pokiaľ má logický zmysel, lebo softvér ho vypočítava na základe vzťahu, ktorý môže generovať záporný výsledok) a Durbinova-Watsonova štatistika.

Základom realizovaného ekonometrického modelovania je množina časových radov štvrtročných makroekonomických ukazovateľov slovenskej ekonomiky za obdobie od prvého štvrťroku roku 1993 až po tretí štvrťrok roku 2004. Údaje boli prevzaté z publikácií Štatistického úradu Slovenskej republiky, Národnej banky Slovenska a Ministerstva financií Slovenskej republiky.

Analýzu slovenskej ekonomiky začneme klasickým IS-LM modelom v silne agregovanom tvare. Nebudeme rozlišovať výdavky podľa sektorov a rovnako neuvažujeme dane, teda nerozoznávame disponibilný príjem. Skúmaný model naformulujeme tak, aby endogénne premenné boli na ľavej strane (vyžaduje ekonometrický softvér). Teda explicitne predpokladáme rovnováhu na peňažnom trhu  $M_{st} = M_t$ . Potom má model tvar:

$$\begin{aligned}C_t &= \beta_{10} + \beta_{11}Y_t + u_{1t} \\I_t &= \beta_{20} + \beta_{21}R_t + u_{2t} \\Y_t &= C_t + I_t \\R_t &= \beta_{31}Y_t + \beta_{32} \frac{M_{st}}{P_t} + u_{3t}\end{aligned}\tag{1}$$

kde  $C_t$  – spotrebiteľský dopyt,  $I_t$  – investičný dopyt,  $Y_t$  – národný príjem,  $R_t$  – úroková miera  
 $M_t$  – dopyt po peniazoch,  $M_{st}$  – ponuka peňazí,  $P_t$  – cenová hladina.

Ak parametre modelu (1) odhadujeme pomocou metódy najmenších štvorcov, tak časť modelu vytvárajúca IS krivku je odhadovaná nezávisle od rovnice vyjadrujúcej rovnováhu medzi dopytom a ponukou peňazí a výsledkom je:

$$\begin{aligned}
 C_t &= 10,21193 + 0,658683*Y_t & R^2 &= 0,8093 & DW &= 0,6290 \\
 &[1,28068] & [13,8180] & & & \\
 I_t &= 69,87134 & - 1,790705*R_t & R^2 &= 0,3023 & DW = 0,6123 \\
 &[12,7068] & [-4,4160] & & & \\
 R_t &= & -0,102678*Y_t + 7,960206* M_{st} / P_t & & & DW = 0,2109 \\
 & & [-1,9385] & [3,37305] & & 
 \end{aligned}$$

Model generuje klesajúcu krivku IS v tvare  $Y_t = 234,63 - 5,25R_t$ . Za predpokladu, že reálna ponuka peňazí  $\bar{M}_s / P_t = 4,005$  (čo je priemerná hodnota za posledný uvažovaný rok, vypočítaná z dôvodu eliminácie sezónnych výkyvov), dostaneme klesajúcu LM krivku v tvare  $Y_t = 310,49 - 9,74R_t$ . Rovnováha je dosiahnutá pre  $Y_t = 164,04$  mld. Sk a  $R_t = 16,89$  %.

Odhad dvojstupňovou metódou najmenších štvorcov, v ktorom je matica inštrumentov tvorená reálnou ponukou peňazí a z dôvodu identifikovanosti aj výdavkami verejnej správy (a rovnaký záver potvrdzuje aj systémový odhad trojstupňovou metódou najmenších štvorcov), už potvrdzuje základný predpoklad teórie o rastúcej LM krivke, lebo

$$\begin{aligned}
 C_t &= 21,51131 + 0,590477*Y_t & R^2 &= 0,8006 & DW &= 0,6003 \\
 &[2,23699] & [10,2434] & & & \\
 I_t &= 88,96304 & - 3,243062*R_t & R^2 &= 0,1035 & DW = 0,5938 \\
 &[10,7145] & [-5,2238] & & & \\
 R_t &= & +0,975072*Y_t - 39,92580* M_{st} / P_t & & & DW = 0,4985 \\
 & & [0,51738] & [-0,4768] & & 
 \end{aligned}$$

Výsledkom je, že model generuje klesajúcu krivku IS v tvare  $Y_t = 269,76 - 7,92R_t$  a LM krivka je rastúca, pričom má tvar  $Y_t = 163,99 + 1,03R_t$ . A rovnako rovnovážne riešenie je dosiahnuté pre  $Y_t = 176,12$  mld. Sk a  $R_t = 11,83$  %. Ale odhad sa nedá použiť pre ďalšiu analýzu, kvôli nízkej hodnote  $t$  štatistík parametrov  $\beta_{31}$  a  $\beta_{32}$ , na základe ktorých nemôžeme zamietnuť hypotézu o nevýznamnosti týchto parametrov. A tým je zamietnutý uvažovaný tvar rovnice rovnováhy na peňažnom trhu.

Preto klasický IS-LM model upravíme. Zatiaľ stále nebudeme rozlišovať výdavky podľa sektorov a dane. Ale keďže teória nevyžaduje pre dopyt po peniazoch lineárny tvar, ale hovorí len o závislosti od príjmu a úrokovej miery, skúmaný model upravíme na tvar:

$$\begin{aligned}
C_t &= \beta_{10} + \beta_{11}Y_t + u_{1t} \\
I_t &= \beta_{20} + \beta_{21}R_t + u_{2t} \\
Y_t &= C_t + I_t \\
r_t &= \beta_{31}y_t + \beta_{32}(m_{st} - p_t) + u_{3t}
\end{aligned}
\tag{2}$$

Časť modelu vytvárajúca IS krivku je stále uvažovaná ako lineárny model úrovnových premenných na rozdiel od rovnice vyjadrujúcej rovnováhu na peňažnom trhu, pri ktorej je využitý logaritmický tvar. Parametre modelu (2) odhadneme dvojstupňovou metódou najmenších štvorcov

$$\begin{aligned}
C_t &= 22,64770 + 0,583617*Y_t & R^2 &= 0,7988 & DW &= 0,5953 \\
& [2,33999] & [10,0589] & & & \\
I_t &= 90,00193 & - 3,322093*R_t & R^2 &= 0,0812 & DW = 0,5877 \\
& [10,5771] & [-5,2193] & & & \\
r_t &= & 1,165395*y_t - 2,600748*(m_{st} - p_t) & R^2 &= 0,1119 & DW = 0,3573 \\
& & [11,5505] & [-6,6401] & &
\end{aligned}$$

Model generuje klesajúcu krivku IS v tvare  $Y_t = 270,54 - 7,98R_t$ . LM krivka je rastúca a má tvar  $Y_t = 22,1205 * R_t^{0,8581}$ . Rovnováha je  $Y_t = 179,19$  mld. Sk a  $R_t = 11,45$  %.

Odhad trojstupňovou metódou najmenších štvorcov potvrdzuje podobné výsledky. Model generuje klesajúcu krivku IS v tvare  $Y_t = 271,14 - 8,02R_t$ . LM krivka je rastúca a má tvar  $Y_t = 22,6194 * R_t^{0,8498}$ . Rovnováha je  $Y_t = 179,38$  mld. Sk a  $R_t = 11,44$  %. Aj keď zdanlivo sú splnené všetky ekonomické predpoklady teórie pri odhade, nesplnilo sa očakávanie o konvexnosti LM krivky (lebo exponent pri úrokovej miere je menší ako 1).

Preto ešte raz preformulujeme skúmaný model. V rovnici vyjadrujúcej dopyt na peňažnom trhu, pri ktorej je využitý logaritmický tvar, nebudeme uvažovať úrokovú mieru v logaritmoch, ale v pôvodných úrovniach. Dostávame teda model v tvare:

$$\begin{aligned}
C_t &= \beta_{10} + \beta_{11}Y_t + u_{1t} \\
I_t &= \beta_{20} + \beta_{21}R_t + u_{2t} \\
Y_t &= C_t + I_t \\
R_t &= \beta_{31}y_t + \beta_{32}(m_{st} - p_t) + u_{3t}
\end{aligned}
\tag{3}$$

Parametre modelu (3) odhadneme dvojstupňovou metódou najmenších štvorcov

$$\begin{aligned}
C_t &= 22,64770 + 0,583617*Y_t & R^2 &= 0,7988 & DW &= 0,5953 \\
& [2,33999] & [10,0589] & & & \\
I_t &= 90,00193 & - 3,322093*R_t & R^2 &= 0,0812 & DW = 0,5877
\end{aligned}$$

$$R_t = \begin{matrix} [10,5771] & & [-5,2193] \\ 9,914135*y_t - 28,60682*(m_{st} - p_t) & & R^2 = 0,3109 \quad DW = 0,4278 \\ [8,9243] & & [-6,6333] \end{matrix}$$

Model generuje klesajúcu krivku IS v tvare  $Y_t = 270,54 - 7,98R_t$ . LM krivka je rastúca a v tomto prípade zároveň aj konvexná a má tvar  $Y_t = 54,8005 * e^{0,1009*R_t}$ . Rovnovážne riešenie je dosiahnuté v bode  $Y_t = 177,56$  mld. Sk a  $R_t = 11,65$  %.

Obdobné výsledky ponúka aj trojstupňová metóda najmenších štvorcov, pričom IS krivka má tvar  $Y_t = 271,12 - 8,02R_t$ , LM krivka  $Y_t = 55,7154 * e^{0,0997*R_t}$  a rovnováha je v bode  $Y_t = 177,75$  mld. Sk a  $R_t = 11,64$  %.

Na základe predchádzajúcich výsledkov pre analýzu efektov fiskálnej a monetárnej politiky využijeme rozvinutý tvar modelu (3). Budeme odlišovať jednotlivé výdavky podľa sektorov a tiež budú uvažované daňové príjmy ako proporcionálna časť celkového príjmu, čím rozlíšime disponibilný príjem od celkového príjmu obyvateľstva. Vzťahy so zahraničím budú predpokladať exogénny vývoz a dovoz závislý od celkového príjmu. Teda analyzovaný model bude mať tvar:

$$\begin{aligned} C_t &= \beta_{10} + \beta_{11}(Y_t - T_t) + u_{1t} \\ T_t &= \beta_{21}Y_t + u_{2t} \\ I_t &= \beta_{30} + \beta_{31}R_t + u_{3t} \\ D_t &= \beta_{40} + \beta_{41}Y_t + u_{4t} \\ Y_t &= C_t + I_t + G_t + V_t - D_t \\ R_t &= \beta_{51}y_t + \beta_{52}(m_{st} - p_t) + u_{5t} \end{aligned} \quad (4)$$

kde  $C_t$  – výdavky obyvateľstva,  $T_t$  – daňové príjmy,  $G_t$  – výdavky verejnej správy,

$Y_t$  – hrubý domáci produkt,  $I_t$  – tvorba hrubého kapitálu,  $D_t$  – dovoz výrobkov a služieb,

$V_t$  – vývoz výrobkov a služieb,  $Y_t^D = (Y_t - T_t)$  – disponibilný príjem.

Parametre modelu (4) odhadneme trojstupňovou metódou najmenších štvorcov

$$\begin{aligned} C_t &= -2,46337 + 0,717986*Y_t - 0,717986*T_t & R^2 = 0,8101 \quad DW = 1,3258 \\ & [-0,4478] \quad [16,6366] \quad [16,6366] \\ T_t &= 0,233361*Y_t & R^2 = 0,6893 \quad DW = 0,7887 \\ & [51,7827] \\ I_t &= 86,89242 - 3,095725*R_t & R^2 = 0,1416 \quad DW = 0,6043 \\ & [15,4443] \quad [-7,4585] \\ D_t &= -144,682 + 1,618829*Y_t & R^2 = 0,8917 \quad DW = 1,6917 \\ & [-10,692] \quad [19,8967] \end{aligned}$$

$$R_t = 9,755403 * y_t - 28,03733 * (m_{st} - p_t) \quad R^2 = 0,3144 \quad DW = 0,4223$$

$$[12,0500] \quad [-8,9370]$$

Model generuje klesajúcu, ale relatívne plochú krivku IS v tvare  $Y_t = 228,38 - 1,50R_t$ . LM krivka je rastúca a konvexná a má tvar  $Y_t = 53,9384 * e^{0,1025 * R_t}$ . Rovnováha je pri výdavkoch vlády a vývoze uvažovanom v množstvách  $G = 39,7945$  a  $V = 201,5688$  (čo sú priemerné hodnoty za posledný rok) dosiahnutá v bode  $Y_t = 208,56$  mld. Sk a  $R_t = 13,19$  %.

Predpokladaný výsledok efektov fiskálnej, respektíve monetárnej politiky, teda dôsledkov vyvolaných zmenou výdavkov verejnej správy, respektíve ponuky peňazí je daný tvarom analyzovaných kriviek. Na základe toho sa očakáva slabší vplyv fiskálnej politiky v porovnaní s vplyvom monetárnej politiky. Pre analýzu sa nedajú použiť multiplikátory, lebo všetky rovnice a premenné nie sú v lineárnom tvare, ale je nevyhnutné použitie porovnania ovplyvneného a kontrolného riešenia.

Ak zvýšime výdavky verejnej správy o 1 mld. Sk v prvom štvrtroku 2004, tak

$$\frac{Y_t^o - Y_t^k}{G_t^o - G_t^k} = \frac{195,4921 - 195,0406}{31,886 - 30,886} = 0,4515 \quad \text{a} \quad \frac{R_t^o - R_t^k}{G_t^o - G_t^k} = \frac{13,5847 - 13,5622}{31,886 - 30,886} = 0,0225.$$

Ak zvýšime ponuku peňazí o 1 mld. Sk v prvom štvrtroku 2004, tak

$$\frac{Y_t^o - Y_t^k}{M_t^o - M_t^k} = \frac{195,0956 - 195,0406}{712,6 - 711,6} = 0,0550 \quad \text{a} \quad \frac{R_t^o - R_t^k}{M_t^o - M_t^k} = \frac{13,5255 - 13,5622}{712,6 - 711,6} = -0,0367.$$

Vzhľadom na to, že skúmaný model je statický, reakcie v ďalších obdobiach sú nulové. Porovnanie politík navzájom je možné, keď predelíme namiesto absolútnych zmien premenných ich relatívne zmeny. V takom prípade sa elasticita HDP vzhľadom na výdavky verejnej správy rovná 0,0715 a elasticita HDP vzhľadom na ponuku peňazí je 0,2007. Teda monetárna politika je podľa predpokladu účinnejšia. Vplyv na úrokovú mieru je rozdielny. Fiskálna expanzia ju mierne zvyšuje a monetárna výraznejšie znižuje.

Na základe nízkych hodnôt Durbinovej-Watsonovej štatistiky by mal byť model (4) z hľadiska klasickej ekonometrie upravený alebo by preň mala byť použitá metóda odhadu riešiaci problém autokorelácie. Pri použití metód odhadu riešiacich problém autokorelácie ( $\rho$  označuje odhadnutý koeficient autokorelácie) sú skorigované parametre kriviek IS a LM.

$$C_t = 54,58923 + 0,290539 * Y_t - 0,290539 * T_t \quad \rho_1 = 0,831 \quad R^2 = 0,9030 \quad DW = 2,4938$$

$$[4,2559] \quad [3,29054] \quad [3,29054] \quad [12,558]$$

$$T_t = 0,232502 * Y_t \quad \rho_1 = 0,626 \quad R^2 = 0,7902 \quad DW = 1,8737$$

$$[24,6511] \quad [5,4188]$$

$$\begin{aligned}
I_t &= 85,90183 && - 2,934638 * R_t && \rho_1 = 0,678 && R^2 = 0,5516 && DW = 1,9936 \\
& [7,1046] && [-3,2115] && [7,1177] && && \\
D_t &= -144,501 + 1,609094 * Y_t && && && R^2 = 0,8918 && DW = 1,6915 \\
& [-10,679] && [19,8796] && && && \\
R_t &= && 9,094093 * y_t - 25,43552 * (m_{st} - p_t) && && R^2 = 0,3236 && DW = 0,3946 \\
& && [8,59116] && [-6,1896] && && 
\end{aligned}$$

IS krivka nadobudne tvar  $Y_t = 220,59 - 1,23R_t$  a LM krivka tvar  $Y_t = 48,4658 * e^{0,10996 * R_t}$ .

Rovnováha je pri už uvedených  $G$  a  $V$  dosiahnutá v bode  $Y_t = 204,49$  mld. Sk a  $R_t = 13,09$  %.

V efektoch fiskálnej a monetárnej politiky nastanú nasledovné zmeny

$$\begin{aligned}
\frac{Y_t^o - Y_t^k}{G_t^o - G_t^k} &= \frac{193,2103 - 192,8142}{31,886 - 30,886} = 0,3961 \text{ a } \frac{R_t^o - R_t^k}{G_t^o - G_t^k} = \frac{13,5044 - 13,4857}{31,886 - 30,886} = 0,0187, \\
\frac{Y_t^o - Y_t^k}{M_t^o - M_t^k} &= \frac{192,7775 - 192,7360}{712,6 - 711,6} = 0,0415 \text{ a } \frac{R_t^o - R_t^k}{M_t^o - M_t^k} = \frac{13,4483 - 13,4820}{712,6 - 711,6} = -0,0337.
\end{aligned}$$

Elasticita HDP vzhľadom na výdavky verejnej správy je v tomto prípade 0,0634 a elasticita HDP vzhľadom na ponuku peňazí je 0,1532. Teda znížil sa vplyv oboch politík. Reakcie endogénnych premenných v ďalších obdobiach sú stále nulové. Až v prípade preskúmania dynamického modelu by bolo možné spočítať kumulované efekty politík.

Všetky uvedené výsledky potvrdzujú predpoklady teórie. Napríklad, že zvýšenie výdavkov verejnej správy posúva IS krivku takým smerom, že rovnovážne úrovne príjmu a úrokovej miery sa zvýšia. Tým je zreteľne viditeľné vytlačanie investícií (znižujú sa rastom úrokovej miery) výdavkami verejnej správy. Ale napriek zreteľným záverom nie je z danej analýzy zrejmy popis procesu prispôsobovania sa danej rovnováhe

### Zoznam literatúry:

- [1] HICKS, J.: IS-LM: An Explanation. *Journal of Post Keynesian Economics* 3, 1980/1981, str. 139-155.
- [2] HUSÁR, J.: *Aplikovaná makroekonómia*. SPRINT, Bratislava 2003.
- [3] MANKIWI, N. G.: *Macroeconomics*. 5th edition. Worth Publishers 2002.
- [4] MLYNAROVÍČ, V.: *Kvantitatívna makroekonómia*. Vyd. Ekonóm, Bratislava 1996.