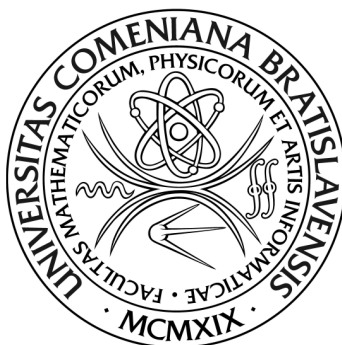


UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

KATEDRA APLIKOVANEJ MATEMATIKY A ŠTATISTIKY



Krátkodobé efekty dôchodkových šokov
domácností

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Bratislava 2011

Bc. Monika Vaneková

Krátkodobé efekty dôchodkových šokov domácností

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Bc. Monika Vaneková



UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY
KATEDRA APLIKOVANEJ MATEMATIKY A ŠTATISTIKY

Ekonomická a finančná matematika

Vedúci diplomovej práce:
doc. RNDr. Viliam Páleník, PhD.

Bratislava 2011

e8e88c63-3a5c-4fc4-bc1f-8fadaa8b94e2



ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Bc. Monika Vaneková
Študijný program: ekonomická a finančná matematika (Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)
Študijný odbor: 9.1.9. aplikovaná matematika
Typ záverečnej práce: diplomová
Jazyk záverečnej práce: slovenský

Názov : Krátkodobé efekty dôchodkových šokov domácností

Cieľ : Skúmanie krátkodobých dôsledkov dôchodkových šokov domácností na výstup a zložky jeho užitia v malej otvorenej ekonomike na príklade Slovenskej republiky pomocou modifikovaného IS -LM až IS - LM - BP modelu.

Vedúci : doc. RNDr. Viliam Páleník, PhD.

Dátum zadania: 11.02.2010

Dátum schválenia: 17.04.2011

.....
prof. RNDr. Daniel Ševčovič, CSc.
garant študijného programu

.....
študent

.....
vedúci práce

Dátum potvrdenia finálnej verzie práce, súhlas s jej odovzdaním (vrátane spôsobu sprístupnenia)

.....
vedúci práce

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som diplomovú prácu vypracovala samostatne s využitím uvedenej literatúry a nadobudnutých teoretických poznatkov.

V Bratislave, apríl 2011

.....

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu diplomovej práce doc. RNDr. Viliamovi Páleníkovi, PhD. za usmernenie, konzultácie, cenné rady a čas, ktorý mi venoval pri vypracovávaní tejto diplomovej práce.

Abstrakt

VANEKOVÁ, Monika: Krátkodobé efekty důchodkových šoků domácností [Diplomová práce], Univerzita Komenského v Bratislavě; Fakulta matematiky, fyziky a informatiky; Katedra aplikované matematiky a statistiky, Vedúci diplomovej práce: doc. RNDr. Viliam Páleník, PhD., 2011, 59s.

Cieľom tejto diplomovej práce bolo na základe teoretických poznatkov z ekonometrie, ekonometrického modelovania a poznatkov z ekonomickej teórie analyzovať krátkodobé dôsledky dôchodkových šoků domácností na výstup ekonomiky a zložky jeho užitia v malej otvorenej ekonomike. Analýzy sme robili na príklade Slovenskej republiky pomocou modifikovaného IS-LM modelu. Na základe ekonomickej a ekonometrickej teórie sme vytvorili model, spravili sme jeho aplikáciu na reálne dáta, testovali výsledky pomocou ekonometrických metód, odhadovali koeficienty pri jednotlivých vysvetľujúcich premenných a následne sme vyhodnotili skúmané dopady dôchodkových šoků domácností.

Kľúčové slová: ekonometria, ekonometrický model, IS-LM model, dôchodkový dopytový šok, metóda najmenších štvorcov, dvojstupňová metóda najmenších štvorcov

Abstract

VANEKOVÁ, Monika: Short-term income shocks of households [Master's thesis], Comenius University in Bratislava; Faculty of mathematics, physics and informatics; Department of applied mathematics and statistics, Supervisor: doc. RNDr. Viliam Páleník, PhD., 2011, 59pages.

The aim of this thesis was based on theoretical knowledge of econometrics, econometric modeling, and knowledge of economic theory to analyze the effects of short-term income shocks on household economy and output components of its use in a small open economy. We did analysis for the Slovak Republic by use of a modified IS-LM model. Based on economic theory and econometric model we created, we did its application to real data, we tested results using econometric methods, we estimated coefficients of explanatory variables and then we evaluated the impact of income shocks households.

Keywords: econometrics, econometric model, IS-LM model, income shock, ordinary least squares method, two-stage least squares method

Obsah

Úvod	1
1 Teoretický základ	2
1.1 Ekonometrická teória	2
1.1.1 Ekonometria	2
1.1.2 Ekonometria a jej vývoj na Slovensku	2
1.1.3 Ekonometrické modely	3
1.1.4 Ekonometrické modelovanie	5
1.1.5 Lineárny regresný model	6
1.1.6 Nelineárne modely	9
1.1.7 Simultánny tvar ekonometrického modelu	9
1.1.8 Metódy odhadu simultánnych modelov	10
1.1.8.1 Odhad metódou najmenších štvorcov	11
1.1.8.2 Dvojstupňová metóda najmenších štvorcov	11
1.1.9 Testovanie modelu	12
1.1.10 Problémy pri testovaní časových radov	13
1.1.10.1 Heteroskedasticita	13
1.1.10.2 Autokorelácia rezíduí	14
1.1.10.3 Multikolinearita	14
1.1.10.4 Stacionarita a kointegrácia	14
1.1.11 Model s členom korigujúcim chyby	15
1.2 Ekonomická teória	16
1.2.1 Prehľad modelov	16
1.2.2 IS-LM model	17
1.2.2.1 Posuny IS krivky	20
1.2.2.2 Posuny LM krivky	22
1.2.3 Rozšírený IS-LM model	23
1.3 Špecifikácia rovníc modelu	24
1.3.1 Konečná spotreba domácností	24
1.3.2 Konečná spotreba verejnej správy	25
1.3.3 Tvorba fixného kapitálu	25
1.3.4 Vývoz tovarov a služieb	26
1.3.5 Dovoz tovarov a služieb	27
1.3.6 Dopyt po peniazoch	28
1.3.7 Príjmy verejnej správy	28
2 Aplikácia modelu na reálne dáta	31
2.1 Charakteristika dát	31
2.2 Postup pri odhade modelu	33

2.2.1	Odhad pomocou MNŠ	34
2.2.2	Odhad dvojstupňovou MNŠ	38
3	Analýza dopadov dopytového šoku	38
	Záver	42
	Zoznam použitej literatúry	43
	Prílohy	44

Úvod

K najsledovanejším a najpoužívanejším ukazovateľom stavu ekonomiky v krajine, tiež najviac skúmaným v ekonomike patria nepochybne ukazovatele vývoja HDP, zahraničného obchodu, vzťahy medzi spotrebou domácností, spotrebou vlády a tvorbou hrubého kapitálu, teda investíciami. Vhodne zvolenou špecifikáciou sa tieto vzťahy dajú popísať rozšírenou formou IS-LM modelu a následne s pomocou ekonometrických metód aj odhadnúť. Takýto model obsahuje viaceré rovnice, ktoré popisujú závislosti jednotlivých premenných, či už vysvetľovaných alebo vysvetľujúcich.

V tejto práci sme sa venovali špecifikácii IS-LM modelu, odhadovali ho dvoma metódami, jedna z nich je metóda na systém simultánnych rovníc a následne sme odhadnuté dáta použili na vyčíslenie efektov dôchodkových šokov na jednotlivé zložky HDP, teda na konečnú spotrebu domácností, investície, vládnú spotrebu a v neposlednom rade na vzťahy v zahraničnom obchode.

V prvej časti sa venujeme teoretickému podkladu z ekonometrie, priblížime si pojem ekonometrie ako takej, procesov ekonometrického modelovania, rozdelenie modelov na lineárne a nelineárne, takisto popíšeme základné metódy na odhadovanie a popis rôznych testovacích štatistík na overenie kvality modelov. V časti o ekonomickej teórii popisujeme IS-LM model, základné vzťahy, ktoré obsahuje a bližšie špecifikujeme závislosti, ktoré budeme využívať.

V ďalšej časti pomocou programu EViews robíme odhady jednotlivých parametrov v modeli. Na základe ekonometrických štatistík a testov sme sa snažili dostať čo najvernejší model, ktorý by vhodne popisoval reálne vzťahy v ekonomike.

V poslednej časti sa venujeme analýze dopadu dôchodkového šoku na jednotlivé zložky HDP.

1 Teoretický základ

1.1 Ekonometrická teória

1.1.1 Ekonometria

Ekonometria sa ako samostatný vedný odbor začala používať v roku 1930. Už vtedy bolo potrebné zaviesť matematické metódy do ekonomickej praxe. Najprv sa zaoberala riešeniami rovnovážnych vzťahov na trhu, hlavne produkčnou a nákladovou funkciou. Aplikácia matematických a štatistických metód na analýzu ekonomických problémov sa pomenúva pojmom ekonometria od roku 1933, kedy Ragnar Frish v prvom vydaní časopisu *Econometrica* berie ekonometriu ako *interdisciplinárnu vedu, ktorá vznikla spojením ekonomickej teórie, matematiky a štatistiky, resp. matematickej ekonómie, ekonomickej štatistiky a matematickej štatistiky, a ktorá opisuje, kvantifikuje a analyzuje ekonomické javy a vzťahy* [1]. Ekonometria na základe poznatkov o ekonomickej teórii má za úlohu formulovať ekonomické hypotézy, odhadovať vzťahy medzi premennými, ktoré skúma a vedieť predpovedať s určitou pravdepodobnosťou, ako sa vzťahy a premenné budú ďalej vyvíjať.

1.1.2 Ekonometria a jej vývoj na Slovensku

V Slovenskej republike, resp. v bývalom Československu, ako aj v iných socialistických krajinách bol vývoj ekonometrie ako takej a tiež prognózovania značne oneskorený. Bolo to hlavne kvôli plánovanému hospodárstvu. Až keď nastali určité problémy, realita sa nezhodovala s plánom, tak do plánovaného hospodárstva začali zasahovať aj ekonometrické odhady a prognózy. Ekonomický výskum, takisto aj prognostický, sa začal vyvíjať na Slovenskej akadémii vied, konkrétne na Ekonomickom ústave SAV.

Prvý model slovenskej ekonomiky vytvoril Anton Klas, pôsobiaci na Ekonomickej univerzite, stal sa tak zakladateľom výskumu ekonometrických modelov INFOSTATu a neskôr aj jeho riaditeľom. Ekonometrickými modelmi slovenskej ekonomiky sa tiež zaoberala Katedra operačného výskumu a ekonometrie na Ekonomickej univerzite.

Viac modelov začalo vznikať až po roku 1989. Spomeňme niektoré z nich:

- 1994 – reálno-peňažný experimentálny model – EÚ SAV
- ISWE97q3 – ÚSSE ¹ SAV
- ročný model s dezagregovaným zahraničným obchodom býv. ČSFR – INFOSTAT
- 1994 – ročný model s dezagregovaným zahraničným obchodom SR – INFOSTAT
- 1996 – EMSE 1.0
- 1997 – EMSE 2.0 – modely slov. ekonomiky pre tranzitívne obdobie
- NBS1.0 a jeho rozšírenia – modely Národnej banky Slovenska
- 2000 – ISWE00q4 – ÚSSE SAV
- 2002 – QEM-ECM-1.0 – INFOSTAT

1.1.3 Ekonometrické modely

V rôznych vedných odboroch, či už prírodných, spoločenských a aj v ekonomických sa používajú modelové prístupy. Pomocou modelov vieme zjednodušene vyjadriť skutočné javy ako napr. zmeny cien na trhu, správanie spotrebiteľa, pohyby častíc a ľahšie ich tak analyzovať.

Dôležitou súčasťou všetkých ekonometrických teórií sú modely. Ekonomické procesy a javy sa skúmajú práve ekonometrickými modelmi. Tie sú zjednodušenými obrazmi reálnych procesov. Pri každej analýze ekonomického javu, je východiskom poznať ekonomickú teóriu a z nej vyplývajúci ekonomický model. Nakoľko sa procesy v danom ekonomickom modeli nedajú určiť presne, ale iba s určitou pravdepodobnosťou, prevedieme model na ekonometrický. Ten má v sebe zahrnuté aj náhodné premenné – poruchy s danou pravdepodobnostnou štruktúrou, ktorá sa počas tvorby modelu testuje. Okrem nich sú v modeli obsiahnuté premenné, ktoré sú súčasťou skúmaného javu. Číselné hodnoty koeficientov k jednotlivým premenným získame konfrontáciou nášho modelu s reálnymi dátami. Hodnoty koeficientov sa ďalej používajú na rôzne analýzy. Poslednou súčasťou ekonometrického modelu je práve metóda, resp. metódy, pomocou ktorých sa koeficienty na základe

¹Ústav slovenskej a svetovej ekonomiky

reálnych dát odhadujú. Takýto model má daný jav dokázať, vysvetliť a predpovedať ďalší vývoj. Pri tvorbe modelu musíme hľadať vhodný kompromis medzi ovládateľnosťou a čo najlepším popisom daného javu. Čím viac premenných je v modeli zahrnutých, tým ním vieme popísať daný jav vernejšie, je to však na úkor zložitosti práce s modelom. Preto pri tvorbe modelu postupujeme tak, že vytvoríme čo najjednoduchší, ľahko ovládateľný model. Potom ho prepracovávame, aby nám zachytával hlavné závislosti premenných až pokiaľ nemáme model, ktorý nám vie popísať aj reakcie na nejaké dodatočné javy, ktoré s ním súvisia [2].

Poznáme modely:

- *verbálne/logické* – na opis javu používajú slovné analógie (napr. „zákon neviditeľnej ruky“ – samočinné mechanizmy trhu, ktoré vedú k rovnováhe)
- *geometrické* – používajú grafy a diagramy na určenie vzťahov (napr. pomocou kriviek AS a AD, teda ponuky a dopytu určiť rovnovážnu cenu na trhu, nevýhoda je dimenzionálne obmedzenie)
- *fyzikálne* – na opis ekonomického javu používajú nejaký fyzikálny jav (venuje sa im ekonofyzika a je to napr. analýza a opis správania sa finančných trhov pomocou turbulencií alebo porovnávanie trhov a seizmických systémov)
- *algebraické* – na vysvetľovanie viacerých premenných používame algebraické modely, ktoré sú tvorené jednou rovnicou alebo systémom viacerých rovníc. Tie obsahujú endo- a exogénne premenné. Endogénne premenné sú premenné závislé od modelu, exogénne premenné sú nezávislé, dané zvonka, model ich neovplyvňuje, ale závisia od nich endogénne premenné. K exogénnym premenným zaraďujeme aj legované² endogénne premenné. V ekonomickej teórii je väčšina premenných endogénnych a exogénnych je málo, preto určiť, či je premenná exogénna alebo endogénna musíme podľa toho, na čo chceme daný model ďalej používať.

²posunuté v čase o jednu alebo viac jednotiek dozadu

Všeobecne patria k algebraickým modelom aj ekonometrické modely. Tie obsahujú navyše aj náhodné premenné, inak povedané sú stochastické, n rozdiel od deterministických algebraických modelov, ktoré neobsahujú náhodnú zložku. Jedným z takýchto modelov je aj spomínaný IS-LM model. Náhodné premenné sú zložkou, ktorá vysvetľuje nesprávnu špecifikáciu modelu alebo chyby, ktoré vznikli pri meraní reálnych hodnôt.

Všeobecne sa dá ekonometrický algebraický model napísať v tvare:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n, u), \quad (1)$$

kde

y – vysvetľovaná premenná,

f – všeobecne vyjadrená funkčná závislosť,

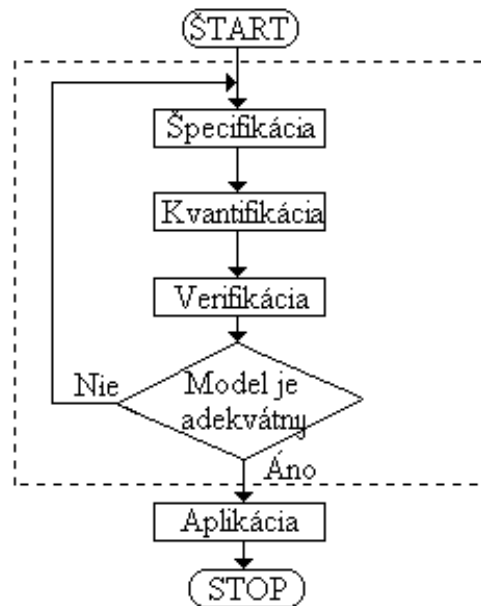
x_1, \dots, x_n – vysvetľujúce premenné,

u – náhodná časť modelu.

1.1.4 Ekonometrické modelovanie

Ekonometrické modelovanie je proces, ktorý sa skladá z viacerých fáz:

- **špecifikácia** – pomocou modelu môžeme popísať teoretické predpoklady a poznatky. Následne vhodnou špecifikáciou dostaneme deterministický model popisujúci základné hypotézy pri maximálnom únosnom zjednodušení. Ekonometrický model z neho dostaneme po špecifikácii náhodných premenných. Ekonomickú hypotézu popisuje jednou alebo viacerými rovnicami, ktoré sú väčšinou od seba závislé.
- **kvantifikácia** – ak vieme závislosti jednotlivých premenných v modeli naformulovať matematicky, vieme tak kvantifikovať model pomocou konfrontácie s reálnymi dátami. Jednotlivé koeficienty pri jednotlivých premenných nám hovoria o smere a intenzite pôsobenia týchto premenných.
- **verifikácia** – následne treba model verifikovať, teda overiť či nám odhadnuté parametre spĺňajú požadované podmienky – overenie ekonomickej interpretovateľnosti a štatistickej významnosti pomocou rôznych testovacích štatistík.
- **aplikácia** – je poslednou fázou je modelovania. Je to vlastne analýza skúmaného problému využitím odhadnutého modelu za obdobie z ktorého pochádzajú dáta, poprípade je to prognózovanie vývoja v budúcnosti.



Obr. 1: Schéma ekonometrického modelovania

Kvalitu výsledkov analýz nám určujú najmä špecifikácia a verifikácia modelu, preto sú dôležité aj príslušné teoretické poznatky a skúsenosti ohľadom fungovania daného systému [2].

Ekonometrické modely sa delia na lineárne a nelineárne. Najmä lineárne modely majú dôležitú úlohu ekonometrii. Vďaka predpokladu linearity v parametroch pri vysvetľujúcich premenných modelu sa dá dokázať veľa matematických a štatistických teórií súvisiacich s ekonometriou, tiež je tento predpoklad výhodou pri odhadovaní a aplikácii modelov.

1.1.5 Lineárny regresný model

IS-LM model patrí k lineárnym modelom, ktoré na rozdiel od nelineárnych vieme ekonomicky interpretovať a robiť testy s použitím jednoduchších ekonometrických postupov, keďže vzťahy a závislosti medzi premennými sú lineárne.

Lineárny regresný model má tvar:

$$y_t = b_0 + b_1 x_{t1} + \dots + b_k x_{tk} + u_t \text{ pre } t \in (1, 2, \dots, n), \quad (2)$$

kde

y_t – vysvetľovaná premenná,

b_0 – absolútny člen regresie,

b_1, \dots, b_k – parametre modelu,

x_{t1}, \dots, x_{tk} – vysvetľujúce premenné,

u_t – náhodná premenná,

n – počet pozorovaní.

Z nej pri n počte pozorovaní dostaneme n rovníc s počtom neznámych n . Z tejto sústavy vieme vypočítať odhady parametrov $\hat{b}_0, \hat{b}_1, \dots, \hat{b}_k$.

Tiež môžeme lineárny model zapísať ako

$$y = Xb + u,$$

kde

$$y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nk} \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_k \end{pmatrix}, u = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \vdots \\ u_n \end{pmatrix}.$$

Keď si označíme $\hat{b}_0, \hat{b}_1, \dots, \hat{b}_k$ štatistické odhady parametrov, \hat{y} odhadnutú teoretickú hodnotu vysvetľovanej premennej, tak potom

$$\hat{y}_t = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 x_{t1} + \dots + \hat{b}_k x_{tk} \text{ pre } t \in (1, 2, \dots, n). \quad (3)$$

Hodnota y je daná vzťahom

$$y = \hat{b}_0 + \hat{b}_1 x_{t1} + \dots + \hat{b}_k x_{tk} + e_t \text{ pre } t \in (1, 2, \dots, n). \quad (4)$$

Z uvedeného vidíme, že

$$\hat{y}_t = y + e_t \text{ pre } t \in (1, 2, \dots, n), \quad (5)$$

keďže zložka u_t nadobúda v rovnici (4) konkrétnu hodnotu reziduálnej odchýlky e_t

$$e_t = y_t - \hat{y}_t \text{ pre } t \in (1, 2, \dots, n). \quad (6)$$

Z lineárneho modelu môžeme nejaké štatistické vyhodnotenia a závery vysloviť len vtedy, ak sú splnené určité predpoklady premenných v modeli. Tie vieme zhrnúť do tzv. **klasických predpokladov lineárneho modelu**.

Sú to nasledovné:

1. Stredná hodnota náhodnej premennej musí byť pri každom z n pozorovaní rovná nule

$$E(u_t) = 0 \text{ pre } t = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

2. Rozptyl náhodných premenných je konštantný pre všetky pozorovania – predpoklad *homoskedasticity*

$$E(u_t^2) = \sigma^2 = \text{konšt} \text{ pre } t = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

3. Náhodné premenné sú nekorelované, majú nulovú kovarianciu

$$E(u_t u_{t+j}) = 0 \text{ pre } t = 1, 2, \dots, n, j \neq 0 \quad (9)$$

4. Vysvetľujúce premenné x_t nie sú náhodnými premennými, nie sú stochastické, sú nezávislé od náhodných premenných

5. Náhodné premenné sú z normálneho rozdelenia

$$u_t \sim N(0, \sigma^2) \text{ pre } t = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

Ak platia predpoklady 1. – 4., tak pomocou metódy najmenších štvorcov³, vieme zistiť optimálne vlastnosti odhadu. Táto veta sa volá Gauss-Markova, a preto sa predpoklady 1. – 4. volajú niekedy aj Gauss-Markove podmienky.

³OLS – ordinary least squares

Ak sa navyše ukáže aj platnosť 5. podmienky, tak odhad \hat{b} je najlepší možný nevychýlený odhad. Ak neplatí, ale platí podmienka 2., teda máme preukázanú homoskedasticitu, v tom prípade sa berie do úvahy poznatok o asymptotickosti odhadov⁴ metódy najmenších štvorcov a používame testovanie ako keby platila.

Množstvo modelov v ekonometrii je lineárnych. Je to hlavne z toho dôvodu, že ekonomické závislosti sú prirodzene lineárne.

1.1.6 Nelineárne modely

Ak je model nelineárny, vieme ho napr. pomocou logaritmov pretransformovať na lineárny. Tiež každú spojitú krivku vieme na nejakom intervale aproximovať lineárnou funkciou. Nelineárne modely môžu byť :

- *nelineárne v premenných*
- *nelineárne v parametroch*
- *nelineárne aj v premenných, aj v parametroch*

1.1.7 Simultánny tvar ekonometrického modelu

Keď odhadujeme parametre ekonometrického modelu, je dôležité si uvedomiť, ktoré premenné, ktorým smerom a ako sa navzájom ovplyvňujú.

Môžeme mať dve možnosti:

- *jednosmerná kauzalita* – premenné na pravej strane, teda vysvetľujúce premenné, ovplyvňujú premennú na ľavej strane, teda vysvetľovanú premennú, ale nie sú ňou spätne ovplyvňované
- *obojsmerná kauzalita* – model so spätnými väzbami, vysvetľujúce premenné sú ovplyvňované vysvetľovanou, je tvorený simultánnou sústavou rovníc, teda je to **simultánny model**

Najvšeobecnejšie sa dá simultánny model zapísať v nasledujúcom tvare:

$$\begin{aligned}
 y_{1t} &= a_{11}y_{1t} + \dots + a_{1k}y_{kt} + b_{10}x_{0t} + \dots + b_{1m}x_{mt} + u_{1t} \\
 y_{2t} &= a_{21}y_{2t} + \dots + a_{2k}y_{kt} + b_{20}x_{0t} + \dots + b_{2m}x_{mt} + u_{2t} \\
 &\vdots \\
 y_{kt} &= a_{k1}y_{kt} + \dots + a_{kk}y_{kt} + b_{k0}x_{0t} + \dots + b_{km}x_{mt} + u_{kt}
 \end{aligned}$$

⁴dá sa použiť ak máme dostatočné množstvo dát

Kde a_{11}, \dots, a_{kk} a b_{10}, \dots, b_{km} sú parametre jednotlivých premenných. Môžu byť aj nulové ak sa v danej rovnici premenná nenachádza, toto je najvšeobecnejší zápis.

Najväčšie ťažkosti pri odhade parametrov modelu simultánných rovníc spôsobuje skutočnosť výskytu endogénnych premenných tak vo funkcii vysvetľovaných premenných ako aj vysvetľujúci premenných.

Môžeme si to ukázať na príklade z nášho modelu:

$$\begin{aligned} Y &= C + G + I + NX \\ C &= c_1 + c_2Y + t_1T \\ G &= t_2T \\ I &= i_1 + i_2Y - i_3r + i_3T \end{aligned}$$

V prvej rovnici vystupuje C ako vysvetľujúca premenná pre agregátny dopyt, resp. HDP a v druhej rovnici je už vysvetľovanou premennou.

Pri jednosmernej kauzalite sa dá bez problémov odhadnúť každá rovnica zvlášť, napríklad metódou najmenších štvorcov, pri obojsmernom ovplyvňovaní však nie je splnená podmienka o tom že náhodné premenné a vysvetľovaná premenná majú byť nezávislé (4. Gauss-Markova podmienka). Všetky modely národného hospodárstva, takisto aj náš model, je tvorený simultánnym systémom rovníc.

Endogénne premenné sú determinované sústavou rovníc. Hodnoty exogénnych sú určené zvonka, nezávisle od systému. Endogénne premenné, ktoré sú legované (s časovým posunom) berieme ako exogénne premenné. Spolu sa tiež volajú predeterminované premenné [3].

1.1.8 Metódy odhadu simultánných modelov

Keď na odhad štruktúry parametrov lineárneho simultánného systému použijeme metódu najmenších štvorcov, výsledkom je v dôsledku závislosti náhodných premenných a vysvetľujúcich premenných vychýlený a nekonzistentný odhad. Konzistentný odhad simultánného modelu môžeme získať napr. dvojstupňovou alebo trojstupňovou metódou najmenších štvorcov. Najprv si ale ozrejmime jednoduchú metódu najmenších štvorcov, potom dvojstupňovú, ktorú v našom prípade budeme používať.

1.1.8.1 Odhad metódou najmenších štvorcov Ak sú splnené Gauss-Markove predpoklady (v podkapitole 1.1.5) môžeme na odhad parametrov modelu použiť metódu OLS (ordinary least squares) – metódu najmenších štvorcov (MNŠ). Ak \hat{c} je odhad parametra c , potom vektor rezíduí bude $e = y - X\hat{c}$. MNŠ spočíva v minimalizácii súčtu druhých mocnín rezíduí:

$$RSS = \sum_{t=1}^n e_t^2 = e^T e = (y - X\hat{b})^T (y - X\hat{b}) \rightarrow \min.$$

Po úpravách vzťahu a zjednodušení dostávame

$$X^T X \hat{b} = X^T y$$

z čoho môžeme vyjadrením dostať odhady parametrov

$$\hat{b} = (X^T X)^{-1} X^T y.$$

Hessova matica

$$\frac{\partial^2 e^T e}{\partial \hat{c} \partial \hat{c}^T} = 2X^T X$$

druhých derivácií musí byť kladne definitná, aby sme si boli istí, že sme dosiahli minimum.

Nech $q = a^T X^T X a$, $v = Xa$, a je ľubovoľný nenulový vektor. Potom

$$q = v^T v = \sum_{i=1}^n v_i^2.$$

Vynímajúc prípad, že všetky v budú nulové, je q kladné vždy, z toho vyplýva že aj Hessova matica druhých derivácií je kladne definitná.

1.1.8.2 Dvojstupňová metóda najmenších štvorcov Ako prezrádza názov, ide o dvojnásobnú aplikáciu metódy najmenších štvorcov na každú rovnicu simultánneho systému.

V prvom stupni sa nahradia napozorované hodnoty vysvetľujúcej endogénnej premennej jej vyrovnanými hodnotami v príslušnej štruktúrálnej rovnici. Ich vyrovnané hodnoty sa vypočítajú z ich regresie na všetkých prede-terminovaných premenných modelu.

V druhom stupni sa empirické hodnoty vysvetľujúcej endogénnej premennej nahradia jej teoretickými hodnotami, ktoré boli vypočítané v prvom stupni. Na takto upravenú štruktúrálnu rovnicu sa aplikuje MNŠ a odhadnú sa jej konečné hodnoty parametrov.

Výsledkom bude konzistentný odhad parametrov modelov, teda táto metóda nám poskytne lepší odhad ako jednoduchá MNŠ.

1.1.9 Testovanie modelu

Okrem odhadov parametrov sú súčasťou modelu v ekonometrii aj nástroje na overenie kvality modelu, teda nakoľko verne zobrazuje daný model reálne fungovanie daného javu. Popisujeme to koeficientom determinácie:

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{ESS}{TSS} = \frac{\hat{c}^T X^T X \hat{c}}{(y - \hat{y})^T (y - \hat{y})} = \frac{\hat{c}^T X^T y}{(y - \hat{y})^T (y - \hat{y})} = \\ &= 1 - \frac{RSS}{TSS} = 1 - \frac{e^T e}{(y - \hat{y})^T (y - \hat{y})}, \end{aligned}$$

kde

$$\hat{y} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n y_t, \quad \frac{ESS}{TSS} = 1 - \frac{RSS}{TSS},$$

pričom

TSS – celková suma štvorcov,

ESS – vysvetlená suma švorov,

RSS – suma štvorcov rezíduí.

Koeficient determinácie R^2 patrí do intervalu $(0, 1)$, kde 1 znamená dokonalý popis javu pomocou daného modelu. Pridaním každej novej premennej do modelu však R^2 nikdy neklesne, preto sa ako lepší koeficient ukazuje upravený koeficient determinácie \bar{R}^2 . Ten obsahuje navyše korekciu na počet vysvetľujúcich premenných – k

$$\bar{R}^2 = 1 - \frac{n-1}{n-k} (1 - R^2).$$

Maximálne nadobúda hodnotu 1, ale môže mať aj zápornú hodnotu. Ak je veľký rozdiel medzi R^2 a \bar{R}^2 , znamená to že sme do modelu zahrnuli príliš veľa vysvetľujúcich premenných.

Medzi ďalšie koeficienty, ktoré nám hovoria o kvalite modelu patria Akaikeho a Schwarzovo informačné kritérium, čím majú nižšie hodnoty, tým lepší je model.

Štatistickú významnosť regresie, teda signifikantnosť celého odhadu môžeme testovať, ak platí predpoklad 5. z Gauss-Markovych podmienok, teda ak sú náhodné premenné z normálneho rozdelenia. Budeme testovať hypotézu, že všetky parametre sú rovné nule.

$$F = \frac{\frac{R^2}{k}}{\frac{(1 - R^2)}{n - (k + 1)}}.$$

Hypotézu prijímame, čiže regresia nie je nesignifikantná (štatisticky nevýznamná, nepreukazná) ak nám vyjde p – hodnota väčšia ako 0,05 (ak berieme hladinu významnosti 5 percent).

Pri určovaní štatistickej významnosti jednotlivých parametrov sa testuje hypotéza, že i -ty parameter sa rovná nule. Túto hypotézu testujeme štatistikou

$$t_i = \frac{\hat{c}_i - c_i}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n - (k + 1)} (X^T X)^{-1}_{ii}}}.$$

Hypotézu prijímame a parameter nie je signifikantný ak p – hodnota štatistiky je väčšia ako 0,05 (pri 5 percentnej hladine významnosti).

Pri zistení nedostatočnej preukázateľnosti jednotlivých parametrov môžeme spraviť nasledovné opatrenia:

- vynechanie nesignifikantných premenných, resp. ich nahradenie nejakými inými premennými
- zmena funkčného tvaru rovnice
- zmeny časových posunov legovaných premenných

Nedostatočnú významnosť koeficienta determinácie, alebo upraveného koeficienta determinácie môžeme zvýšiť nasledovnými úpravami:

- zmenou funkčného tvaru rovnice
- navýšením počtu pozorovaní
- zvýšením počtu vysvetľujúcich premenných

1.1.10 Problémy pri testovaní časových radov

1.1.10.1 Heteroskedasticita Pri testovaní časových radov je pri metóde najmenších štvorcov dôležitou podmienkou konštantný rozptyl náhodných premenných – homoskedasticita. Ak nie je splnená, hovoríme že je tu heteroskedasticita. V makroekonomických časových radoch sa heteroskedasticita nenachádza často, overujeme ju pomocou Whiteovho testu.

1.1.10.2 Autokorelácia rezíduí Podmienkou pre testovanie regresie je tiež, že rezíduá, ktoré dostaneme odhadom, nesmú byť navzájom korelované. Autokorelácia znamená, že pri náhodných premenných z rôznych pozorovaní existuje závislosť. Testujeme ju pomocou Durbin-Watsonovej štatistiky.

1.1.10.3 Multikolinearita Ďalším problémom pri hľadaní vzťahov medzi ekonomickými veličinami je multikolinearita. Je to vzájomná závislosť vysvetľujúcich premenných, inými slovami medzi premennými existuje relatívne vysoká vzájomná korelácia. Ak máme na pravej strane rovnice vzájomne závislé premenné, nemôžeme ich použiť, lebo sa tým skresľuje odhad rovnice aj ich interpretovateľnosť.

1.1.10.4 Stacionarita a kointegrácia Ekonomické časové rady sú väčšinou nestacionárnym časovými radmi. Nestacionarita je predovšetkým výsledkom stochastického, náhodného trendu. Pre vnútornú stabilitu regresných modelov je však nutnou podmienkou stacionarita časových radov. Stacionaritu modelu testuje pomocou Unit root testu – testu na prítomnosť jednotkového koreňa. Práve tá spôsobuje nestacionárnosť časového radu. Základný test na zistenie jednotkového koreňa je Dickey-Fullerov test. So stacionaritou súvisí aj stupeň integrácie časového radu. Podľa násobnosti jednotkového koreňa poznáme:

- integrované procesy nultého rádu $I(0)$ – stacionárny je pôvodný nedi-ferencovaný časový rad
- integrované procesy prvého rádu $I(1)$ – stacionárne sú prvé diferencie
- integrované modely druhého rádu $I(2)$ – stacionárny je rad druhých diferencí
- atď. (pre potreby tejto práce nám stačí informácia do druhého rádu)

Ak nám vyjde nestacionárny rad, máme dve možnosti

- pracovať s diferenciami tohto radu, resp. druhými diferenciami
- dokázať kointegráciu

V praxi možno pracovať aj s nestacionárnymi radmi. Treba však dokázať prítomnosť kointegrácie medzi nimi. Ak máme dva nestacionárne časové rady, ale preukážeme ich kointegráciu, znamená to, že ich kombinácia môže byť stacionárna. Ak sú dva rady kointegrované, interpretuje sa to ako rovnovážny vzťah dvoch premenných z dlhodobého hľadiska. Takýto vzťah je základom modelov s členmi korigujúcimi chyby [4].

1.1.11 Model s členom korigujúcim chyby

V predchádzajúcej časti sme popísali teoretický základ ku klasickej ekonometrickej metóde – metóde najmenších štvorcov. Je to statická metóda, na zohľadnenie dynamického vývoja musíme použiť inú metódu. Ja to napr. model s členom korigujúcim chyby – Error correction model (ECM). Túto metódu prvýkrát použili a tak sa aj berú za jej tvorcov C. Granger a R. Engle. Rovnice v tejto metóde umožňujú vyjadriť v modeli vplyv teoretického časového oneskorenia, ktoré ovplyvňuje vývoj v celom modeli. Takisto vie rozlíšiť dlhodobý trend od krátkodobých odchýlok od neho. Tento model opíšeme len v krátkosti, v práci tento typ modelu využívať nebudeme.

Východiskom pre tvorbu modelu ECM je model ADL (Autoregressive Distributed Lags) – model s autoregresne rozdelenými oneskoreniami. Model ADL (1,1), teda model s jednou vysvetľujúcou premennou, jedným stupňom oneskorenia závislej a jedným stupňom oneskorenia vysvetľujúcej premennej je najjednoduchšia forma tohto modelu, ktorú zapisujeme v tvare

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + b_0 x_t + b_1 x_{t-1} + u_t,$$

kde u_t je biely šum – stochastický proces, ktorý pre $\forall t \in T$ spĺňa nasledujúce podmienky:

1. $E[u_t] = 0$,
2. $E[u_t, u_{t-k}] = \begin{cases} \sigma^2 & \text{ak } k = 0, \\ 0 & \text{ak } k \neq 0. \end{cases}$

Z dlhodobého hľadiska sa predpokladá, že budú platiť rovnosti:

$$y_t = y_{t-1}, x_t = x_{t-1}.$$

Dlhodobé riešenie tak bude vyzeráť:

$$y_t = \frac{a_0}{1 - a_1} + \frac{b_0 + b_1}{1 - a_1} x_t + \frac{u_t}{1 - a_1}.$$

Koeficient pri x_t sa nazýva *dlhodobý multiplikátor*

$$\lambda = \frac{b_0 + b_1}{1 - a_1}.$$

Udáva dlhodobú elasticitu závislej premennej vzhľadom na nezávislé premenné v modeloch, kde sú premenné vyjadrené ako logaritmy. *Dlhodobé riešenie je rovnováha, ku ktorej smerujú časové rady zahrnuté v modeli. Rovnováha je trajektória dlhodobého rastu, po ktorej sa analyzovaná premenná*

pohybuje v každom časovom okamihu. Rovnováha sa dosahuje po určitom čase za predpokladu, že rovnováha je stabilná a nie je pod vplyvom žiadneho vonkajšieho šoku [5].

Ďalšími úpravami dostaneme:

$$\Delta y = a_0 + (a_1 - 1)y_{t-1} + b_0x_t + b_1x_{t-1} + u_t.$$

Odpočítaním a pripočítaním člena b_0x_{t-1} dostaneme rovnicu v tvare:

$$\Delta y = a_0 + (a_1 - 1)(y_{t-1} - \lambda x_{t-1}) + b_0\Delta x_t + u_t.$$

Takýto tvar má rovnica prezentujúca Error correction model, pričom člen $(a_1 - 1)(y_{t-1} - \lambda x_{t-1})$ je práve členom korigujúcim chyby, z toho rozdiel $(y_{t-1} - \lambda x_{t-1})$ nám udáva odklon od dlhodobej rovnováhy vo vzťahu y_t a x_t . Parameter a_1 sa volá *parameter zotrvačnosti*. Čím je väčší, tým menší vplyv majú nerovnováhy na závislú premennú. Dlhodobé riešenie s predpokladmi platí len ak je parameter zotrvačnosti $a_1 \neq 1$. Dlhodobá stabilita modelu ADL(1,1) sa udržuje v prípade, že $|a_1| \neq 1$. Model ECM je krátkodobý vzťah. *Krátkodobý multiplikátor* b_0 popisuje krátkodobú závislosť závislej a nezávislej premennej.

1.2 Ekonomická teória

1.2.1 Prehľad modelov

V histórii ekonomiky bolo vyvinutých viacero modelov, od prvotných ne-exaktných prístupov postupne prešla k AS-AD a IS-LM modelom. Väčšinou sa využívajú IS-LM modely. Na skúmanie vplyvu krátko- a strednodobých dôsledkov dôchodkových šokov domácností na vybrané sektory ekonomiky sa dajú využiť viaceré modely. Sú to napríklad:

- **SVAR model** (štruktúrálna vektorová autoregresia):
 - pomocou autoregresných rovníc popisuje exogénne šoky
 - vychádza z konštrukcie VAR modelu v redukovanom tvare:

$$x_t = \mu + A(L)e_t$$

- **IS-LM model**

- lineárne závislosti
- popisuje rovnováhu na trhu peňazí a tovarov
- vyčíslenie reakcií jednotlivých premenných na marginálne zmeny v ekonomike

- **IS-LM-BP model**

- rozšírený IS-LM model
- vstupuje nová premenná, výmenný kurz, a tiež aj nová rovnica BP (platobná bilancia)

Za dôchodkový šok domácnosti sa dá považovať napr. vyplatenie určitých finančných prostriedkov, ktoré nie sú zahrnuté v pravidelných príjmoch tejto domácnosti, napr. 13. plat, alebo vyplatenie nejakej nasporenej sumy, alebo zvýšenie transferov domácnostiam od štátu. Tento šok je dopytovým ekonomickým šokom. Zvýšenie príjmu domácností bude mať za následok zvýšenie agregátneho dopytu, potom rast dovozu a nárast HDP. Súčasne bude zaznamenaný aj cenový nárast. Tento má vláda možnosť znížiť pomocou menovej alebo fiškálnej politiky, resp. ich kombináciou.

Na modelovanie takýchto politík v malej otvorenej ekonomike akou je aj slovenská je najvhodnejšie použiť IS-LM, resp. IS-LM-BP model, ktorý musíme podľa ekonometrickej teórie najprv teoreticky odhadnúť a následne aplikovať reálne dáta za účelom analýz reakcií ekonomiky na dopytové šoky.

1.2.2 IS-LM model

Východiskom nášho modelu je štandardný IS-LM model, ktorý sa taktiež nazýva aj Hicksov model. Bol vytvorený v roku 1939 J. R. Hicksom. Hicks ako prvý prezentoval tento úplný makromodel všeobecnej rovnováhy s agregovanými trhmi pre rôzne druhy tovarov, pre výrobné faktory, úver a peniaze. Je to makroekonomický model, ktorý predpokladá existenciu dvoch rozhodujúcich čiastkových trhov – trhu peňazí a trhu tovarov, a popisuje rovnováhu na týchto trhoch, za predpokladu uzavretej ekonomiky. Tento model je schopný posúdiť ako na seba vplývajú monetárna a fiškálna politika. Model IS-LM analyzuje vzťah medzi domácou úrokovou mierou a HDP v uzavretom hospodárstve.

Skladá sa z dvoch kriviek:

- *IS krivka* (investments-savings) opisuje závislosť úrokových sadzieb a agregátneho výstupu, v našom prípade HDP, pri rovnováhe dopytu a ponuky na trhu tovarov a služieb. Väčšinou je v tvare

$$Y = C + I + G,$$

čiže hrubý domáci produkt (Y), je daný ako súčet spotreby domácností (C), investícií (I) a spotreby vlády (G). Tieto sú závislé od samotného domáceho produktu. Rôzne ekonomické školy k týmto závislostiam pristupujú rôzne. Spotreba domácností závisí niekde od čistého príjmu, inde zasa od čistého disponibilného príjmu, a niekde zahŕňa aj očakávaný celoživotný príjem. Výška investícií závisí od domáceho produktu kladne, od úrokovej miery záporne. Krivka IS má klesajúci charakter, teda keď klesne úroková miera, stúpne dopyt po investíciách a HDP tiež rastie. Z dôvodu veľkého kolísania a premenlivosti v oblasti investícií, sú tieto niekedy považované aj za exogénnu premennú.

- *LM krivka* (liquidity-money) popisuje závislosti úrokových sadzieb a HDP pri rovnováhe dopytu a ponuky na trhu peňazí. Množstvo peňazí v obehu, teda ponuka peňazí ($\frac{M}{P}$), je určovaná centrálnou bankou a dopyt po peniazoch, teda preferencia likvidity, je určovaná domácnosťami a podnikmi. Dopyt po peniazoch vysvetľuje teória preferencie likvidity, ktorú rozpracoval J.M. Keynes. Podľa Keynesovej teórie je dopyt po peniazoch spojený s tromi motívmi:

1. motív obehu (transakčný) – vychádza z toho, že domácnosti svoje príjmy dostávajú v inom čase ako ich mŕňajú na uspokojovanie svojich potrieb, preto si vytvárajú peňažnú zásobu; je priamo úmerný HDP, čím viac domácnosť dostane, tým si môže nechať viac príjmu na transakcie).
2. motív opatrnosti – vychádza z toho, že hospodárske subjekty sa snažia vyhnúť riziku, držia finančné prostriedky pre prípad nepredvídaných výdavkov. Tie sú často brané ako súčasť celkových výdavkov, preto sa tento motív na LM krivke neprejaví.
3. špekulačný motív – hospodárske subjekty sa snažia udržať čo najviac peňazí v likvidnej forme a na základe špekulácií dosiahnuť zisk.

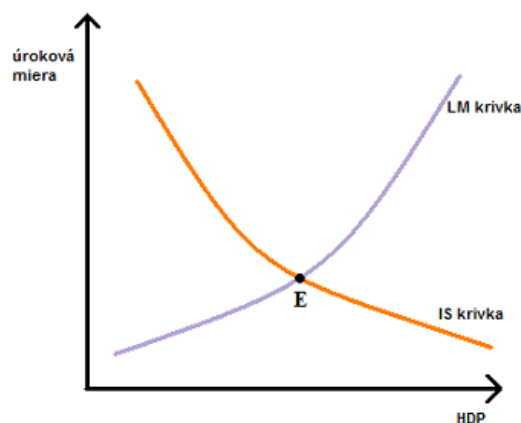
Prvé dva motívy závisia od HDP. Špekulačný motív je nepriamo úmerný úrokovej miere: čím je úroková miera vyššia, tým je väčší záujem investovať do aktív, ktoré prinesú zisk a menší záujem držať peniaze v podobe peňažnej zásoby. Dopyt po peniazoch teda závisí od výšky HDP a úrokovej miery. S držbou peňazí sú spojené aj náklady obetovanej príležitosti. Ak ekonomický subjekt drží peniaze, potom prichádza o úrok, ktorý by mohol získať v prípade použitia peňazí na alternatívne aktíva.

Z kriviek IS a LM v jednom grafe vieme vyvodiť všeobecnú krátkodobú rovnováhu, pri ktorej sú trh tovarov a trh peňazí súčasne v rovnováhe. Všeobecnú krátkodobú rovnováhu modelu IS-LM môžeme označiť tiež termínom krátkodobá makroekonomická rovnováha v uzavretom hospodárstve.

Model IS-LM zapisujeme systémom dvoch rovníc:

$$IS: Y = C(Y) + I(Y) + G,$$

$$LM: \frac{M}{P} = L(Y, r).$$

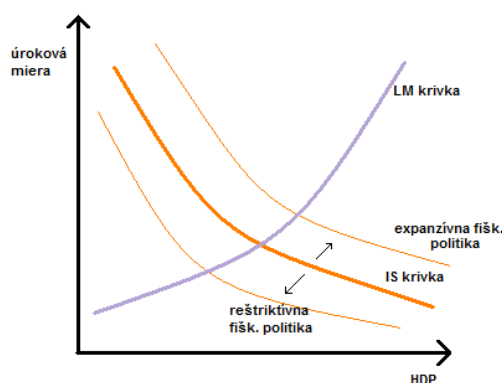


Obr. 2: IS-LM model znázornený na grafe

Bod **E** je bodom rovnováhy, v ktorej je produkcia tovarov na takej úrovni, aby nedochádzalo k hromadeniu alebo vyčerpaniu zásob a ekonomické subjekty majú také aktíva, po akých mali dopyt. Statický charakter IS-LM modelu je jeho nevýhodou, ale napriek tomu má pre účely makroekonomickej analýzy problémov rovnováhy hospodárstva svoj význam.

Napriek tomu, že je teda v niektorých kruhoch medzi modernými makroekonómami sporný a považovaný za nedokonalý je široko používaný a užitočný pre pochopenie makroekonomickej teórie a vzťahov.

1.2.2.1 Posuny IS krivky Vplyv na pohyb IS krivky má hlavne fiškálna politika. Expanzívna fiškálna politika – teda zmeny, ktoré zvyšujú dopyt po tovaroch a službách a krátkodobo zvyšujú HDP má za následok posun IS krivky vpravo, naopak reštriktívna fiškálna politika – zmeny, ktoré znižujú dopytu po tovaroch a službách a znižujú HDP spôsobuje posun IS krivky doľava.



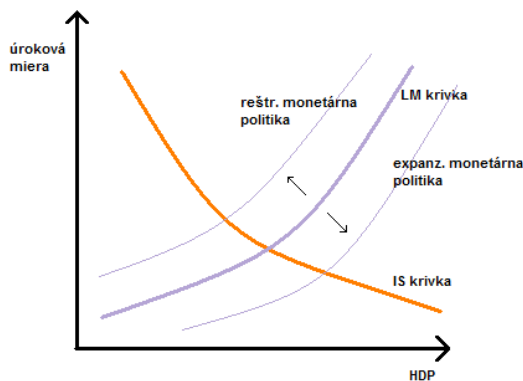
Obr. 3: Zmeny IS krivky vplyvom fiškálnej politiky

Typ fiškálnej politiky	G	T	HDP	I	Smer posunu IS
expanzívna	↑	↓	↑	↑	doprava
reštriktívna	↓	↑	↓	↓	doľava

Tabuľka 1: Zmeny IS krivky vplyvom fiškálnej politiky

Nástrojmi fiškálnej politiky môžu byť buď *zabudované stabilizátory*, alebo *zámerné (diskrétné) opatrenia vlády*. Prvé fungujú ako regulátory, ktoré po zavedení už netreba ovplyvňovať nijakými zásahmi vlády. Sú nimi napríklad progresívna dôchodková daň alebo poistenie v nezamestnanosti. Pri diskrétnych opatreniach sú potrebné jednorázové rozhodnutia vlády, sú to napríklad štruktúrne zmeny vo výdavkoch vlády, zmeny v daňových kvótach alebo celkové zmeny vo výške vládnych výdavkov.

1.2.2.2 Posuny LM krivky Na zmeny polohy LM krivky má vplyv monetárna (menová) politika. Expanzívna menová politika je charakterizovaná zvýšením ponuky peňazí a znížením úrokovej miery. Nastáva tak posun LM krivky doprava. Reštriktívna menová politika je naopak spojená so znížením ponuky peňazí a rastom úrokovej miery a spôsobí posun LM krivky doľava.



Obr. 4: Zmeny LM krivky vplyvom monetárnej politiky

Typ monetárnej politiky	M	HDP	r	Smer posunu LM
expanzívna	↑	↑	↓	doprava
reštriktívna	↓	↓	↑	doľava

Tabuľka 2: Zmeny LM krivky vplyvom monetárnej politiky

Monetárna politika sa zameriava na určovanie a regulovanie úrokových mier, čo má za následok zmeny množstva peňažných prostriedkov v obehu. Tým sa mení nielen objem peňazí, ale aj zamestnanosť, investície, produkcia a ceny. Nástroje monetárnej politiky môžu byť buď *priame* alebo *nepriame*. K priamym patrí:

- regulovanie investícií (kontrolované schvaľovanie investičných úverov)
- regulovanie spotreby (podmienky schválenia spotrebných úverov).

Nepriamymi sú:

- regulovanie minimálnej hladiny povinných rezerv obchodných bánk (centrálne banka (CB) môže regulovať minimálne rezervy ale iba v určitom rozsahu, a túto možnosť nevyužívajú často)
- operácie na voľnom trhu (CB predáva a kupuje vládne štátne obligácie)
- diskontná sadzba (úrok za aký centrálna banka požičiava komerčným bankám).

Takýto IS-LM model platí pre uzavreté hospodárstvo, v prípade slovenskej vysoko otvorenej ekonomiky musíme model rozšíriť o exogénnu premennú výmenného kurzu a zahrnúť vzťahy v medzinárodnom obchode.

1.2.3 Rozšírený IS-LM model

Vychádza z klasického IS-LM modelu popísaného v práci *Luptáčík a kol. (2006)*, ktorý sme modifikovali pre potrebu skúmania krátkodobých dôsledkov dôchodkových šokov domácností na výstup v malej otvorenej ekonomike akou je aj slovenská a zložky jeho použitia. Do tohto modelu nám kvôli otvorenosti ekonomiky vstupuje aj rovnica, ktorá zahŕňa vzťahy v medzinárodnom obchode. Rovnováha na trhu tovarov popisuje IS krivka pre otvorenú ekonomiku. Aby sme ju dosiahli, musíme pozmeniť existujúcu IS krivku. Rovnicu krivky IS, ktorá opisuje všetky kombinácie úrokovej miery a HDP pri rovnováhe na trhu tovarov a služieb teda rozšírime o rovnicu čistého exportu (NX). Ten popisuje obchodné vzťahy so zahraničnými krajinami. Je daný ako rozdiel vývozu (EX) a dovozu (IM).

Hodnotu agregovaného dopytu, v našom prípade HDP, určíme ako súčet vnútorného dopytu a čistého exportu

$$Y = DD + NX,$$

kde

$$\begin{aligned} DD &= C + G + I, \\ NX &= EX - IM. \end{aligned}$$

Krivka IS teda bude vyzeráť nasledovne:

$$Y = C + G + I + (EX - IM).$$

Čistý export je premenná závislá od výmenného kurzu, takisto od domáceho a aj zahraničného dopytu. Zmena výmenného kurzu spôsobí zmeny cien tovarov vo vývoze aj v dovoze, tým pádom rozhoduje aj o dopyte po danom tovare. Zníženie dopytu v danej krajine po danom tovare, resp. službe zníži dovoz tohto tovaru, a naopak zvýšenie dopytu v zahraničnej krajine po danom tovare zvýši vývoz z krajiny, ktorej ekonomiku skúmame.

Krivka LM ostane nezmenená, tak ako v modeli IS-LM pre uzavretú ekonomiku.

Máme teda dve rovnice pre otvorenú ekonomiku:

$$\begin{aligned} IS: 0 &= C + G + I + (EX - IM) - Y, \\ LM: 0 &= L - \frac{M}{P}. \end{aligned}$$

1.3 Špecifikácia rovníc modelu

Ako sme už spomenuli pri opise postupu pri ekonometrickom modelovaní, prvé musíme na základe ekonomickej teórie sformulovať hypotézu o vzťahoch v systéme a následne na základe nej odhadovať koeficienty.

1.3.1 Konečná spotreba domácností

Funkčná závislosť pre *konečnú spotrebu domácností* zahŕňa vzťahy medzi spotrebou a príjmom, resp. výšky HDP, takisto vzťah medzi spotrebou a výškou daňových príjmov, resp časťou z nich, ktorá je poskytovaná domácnostiam vo forme transferov domácnostiam od vlády (sociálne dávky, sociálne štipendiá, podpory v nezamestnanosti, nemocenské dávky atď.)

Konečná spotreba domácností C je teda daná rovnicou

$$C(Y, T) = c_1 + c_2 Y + t_1 T$$

obsahujúcou vysvetľujúce premenné Y (HDP) a T , a premenné

c_1 – autonómna spotreba (čo spotrebuje domácnosť bez ohľadu na výšku jej príjmu, resp. HDP),

c_2 – sklon k spotrebe (koľko spotrebuje domácnosť dodatočne za každú jednotku príjmu navyše),

t_1 – sklon k spotrebe (koľko spotrebuje domácnosť dodatočne nad autonómnou spotrebu za každú jednotku transferov tejto domácnosti navyše).

1.3.2 Konečná spotreba verejnej správy

V literatúre (*Luptáčik (2006)*) sa uvádza, že počas transformačného obdobia sa príjmy a výdavky štátneho rozpočtu nesprávali podľa zákonitostí, ktoré bývajú uvažované v štandardných ekonomických teóriách trhovej ekonomiky. Často sa preto konečná spotreba verejnej správy berie ako exogénna premenná, v našom modeli sme ju vyjadrili ako

$$G(T) = t_2 T,$$

závislú od daňových príjmov T , teda príjmov verejnej správy⁵ a premennej t_2 – vyjadruje nám aká časť daňových príjmov sa minie na spotrebu verejnej správy.

1.3.3 Tvorba fixného kapitálu

Pri funkcii *investícií* sme vychádzali zo závislostí výšky investícií od HDP, úrokovou mierou a tiež výšky daňových príjmov. Predpokladom bola kladná závislosť od HDP, teda s rastom HDP investície takisto rastú. Od úrokovej miery sme predpokladali zápornú závislosť. Čím sú väčšie úrokové miery, tým je menší záujem o úvery a následné investovanie. Závislosť od príjmov z daní sme predpokladali tiež kladnú. Takisto sme v modeli riešili časový posun závislosti od daňových príjmov, ale neukázal sa nijako štatisticky významný (bližšie opísané v nasledujúcej kapitole).

V rovnici tvorby fixného kapitálu I :

$$I(Y, T, r) = i_1 + i_2 Y - i_3 r + t_3 T$$

sú využité závislosti I od Y (HDP), T a r a tiež obsahuje premenné

i_1 – autonómna výška investícií bez ohľadu na ostatné premenné,

i_2 – sklon k investíciám (aké ďalšie množstvo investícií je vyvolané dodatočnou jednotkou HDP),

i_3 – sklon k investíciám súvisiaci s úrokovou mierou (ako sa zmenia investície pri zmene úrokovej miery o jednotku),

t_3 – aká časť daňových príjmov sa investuje (napríklad investície štátu do výstavby diaľnic).

Pre slovenskú ekonomiku je dôležitý vývoj v zahraničnom obchode, nakoľko je to veľmi otvorená ekonomika. Preto sú v modeli zahrnuté aj vysvetľujúce premenné vývozu a dovozu tovarov a služieb, ktorých rozdiel nám dá informáciu o čistom exporte.

⁵ v tomto modeli: konečná spotreba verejnej správy sa rovná vládnej spotrebe

1.3.4 Vývoz tovarov a služieb

Na vývoz tovarov a služieb významne vplýva najmä výmenný kurz, cenové hladiny a celkový vývoj zahraničnej ekonomiky. Dôležitým ukazovateľom vývoja v svetovej ekonomike je vývoj ekonomiky rozvinutých krajín. Pre slovenský export je podstatným faktorom hlavne dovoz v krajinách Európskej únie. Keď v týchto stúpne dovoz, signalizuje to zvyšovanie výroby a celkové priaznivé podmienky v svetovej ekonomike. Keď naopak dovoz klesne, značí to spomalenie rastu. Rast dovozu v krajinách Európskej únie, spôsobí rast vývozu u nás, nakoľko náš vývoz je vo veľkej miere orientovaný práve na krajiny Európskej únie.

Výmenný kurz je definovaný ako počet jednotiek zahraničnej meny, ktorý dostaneme za jednotku domácej meny. Ak sa domáca mena zhodnocuje, teda výmenný kurz rastie, tak vývoz do iných krajín sa stáva pre tieto krajiny drahším, oni znížia svoj dovoz a následne sa zníži náš vývoz do tejto krajiny. V modeli sme používali reálne efektívne výmenné kurzy, ktoré zahŕňajú nielen výmenné kurzy ale aj cenové hladiny v daných štátoch, takže rátajú aj s rôznym rastom cenových hladín (výpočet v nasledujúcej kapitole).

Funkcia vývozu teda obsahovala premenné zahraničného dopytu FD , reálneho efektívneho výmenného kurzu $REER$. Pri modelovaní však s výmenným kurzom nastal problém, koeficient pri $REER$ nebol signifikantný, takže ako vhodná premenná sa ukázal pomer cenových hladín na Slovensku k cenovým hladinám v skúmanej krajine, resp. váženému priemeru cenových hladín vo viacerých krajinách podľa úrovne vývozu a dovozu z daných krajín. Funkcia vývozu má teda tvar

$$EX(FD, pomer) = e_1 + e_2FD - e_3pomer,$$

kde

e_1 – autonómny vývoz (objem vyvezených tovarov a služieb bez ohľadu na zahraničný dopyt, alebo výmenné kurzy; je krátkodobo stála aj napriek zmenám v ostatných dvoch premenných),

e_2 – predstavuje elasticitu domáceho vývozu na dovoz v zahraničí, popisuje reakcie vývozu na zmeny v zahraničnej ekonomike,

e_3 – citlivosť na pomer cenových hladín, opisuje ako zmeny v pomere cenových hladín vplývajú na domáci vývoz.

1.3.5 Dovoz tovarov a služieb

Rovnica *dovozu tovarov a služieb* v našom modeli je ovplyvňovaný dopytom po zahraničnom tovare, takisto reálnymi efektívnymi výmennými kurzami a cenovými hladinami ako v prípade vývozu. Žiadna krajina nie je schopná uspokojiť dopyt po všetkých investičných a spotrebných statkoch sama. V prípade že rastie HDP, rastie spotreba domácností a štátu a to je hlavne v malej ekonomike podmienené nárastom dovozu. Ak chce štát zvýšiť export, musí si na tovary, ktoré chce vyvážať priviezt' suroviny, teda dováža sa aj na vlastný vývoz (môže to spôsobiť vyššie hodnoty koeficientov pri výstupoch z modelu, viď nasledujúca kapitola).

Závislosť od reálneho efektívneho výmenného kurzu by mala byť kladná, pri raste výmenného kurzu a zhodnocovaní domácej meny sa stáva zahraničný tovar lacnejším a dovoz rastie, naopak pri poklese výmenného kurzu je dovoz drahší a klesá. Takisto sa túto premennú nepodarilo do modelu implementovať, preto bola použitá premenná pomer, ktorá reprezentuje pomer cenových hladín domácich a zahraničných. Pri zvýšení domácich je výhodnejšie dovážať viac zo zahraničia a naopak, pri zvýšení zahraničných cien za predpokladu, že domáce ostanú rovnaké, je dovoz menej výhodný, takže import klesne.

Rovnica dovozu

$$IM(Y, pomer) = d_1 + d_2Y + d_3pomer$$

obsahuje premenné Y (HDP) a $pomer$. Pri obidvoch premenných je to kladná závislosť. Ďalej obsahuje parametre: d_1 – množstvo autonómneho dovozu (koľko krajina dovezie bez ohľadu na výšku HDP, alebo výmenný kurz), d_2 – dovozná náročnosť ekonomiky (koľko tovarov a služieb musí krajina doviesť aby domáci produkt stúpol o jednotku), d_3 – elasticita úrovne dovozu vzhľadom na hodnotu pomeru domácich a zahraničných cenových hladín.

Hodnotu agregovaného dopytu, v našom prípade HDP, určíme ako súčet vnútorného dopytu a čistého exportu a teda

$$Y = C(Y, T) + G(T) + I(Y, T, r) + NX(pomer, Y, FD).$$

1.3.6 Dopyt po peniazoch

Ako druhá rovnica sa uvažuje *dopyt po peniazoch*. Tento je všeobecne závislý od HDP a úrokovej miery, keďže charakteristikou ceny peňazí je práve úroková miera z vkladov. Pri náraste zaznamená dopyt po peniazoch pokles, viac sa oplatí nedržať peniaze v hotovosti, ale niekam ich vložiť, pri poklese úrokovej miery dopyt po peniazoch naopak stúpa. Peniaze sú obslužným prostriedkom pre ekonomiku, do akej miery, to určuje práve závislosť dopytu po peniazoch od výšky domáceho produktu.

Rovnica dopytu po peniazoch

$$L(Y, r) = l_1 + l_2Y + l_3r$$

je daná závislosťami od Y (HDP) – priamo úmerne a od r – nepriamo úmerne, popritom obsahuje premenné

l_1 – určuje autonómny dopyt po peniazoch (koľko peňazí je v obehu bez ohľadu na vplyvy Y a r),

l_2 – koľko peňazí sa dostane do obehu navyše pri náraste domáceho produktu o jednotku (peňažná obsluha HDP),

l_3 – dáva nám informáciu o tom, ako ekonomika reaguje počtom peňazí v obehu na momentálne úrokové miery z vkladov, so záporným znamienkom kvôli predpokladu nepriamej úmernosti.

1.3.7 Príjmy verejnej správy

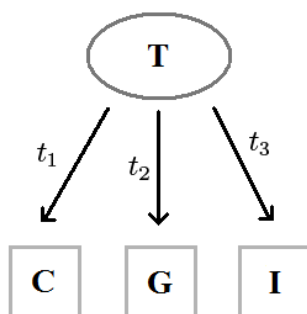
Hlavným zdrojom príjmov štátneho rozpočtu, v našom modeli príjmov verejnej správy – T , sú daňové príjmy, tie môžu byť priame (ich výška je závislá na výške príjmu alebo majetku) alebo nepriame (napr. spotrebná daň). Sú závislé priamo úmerne od hrubého domáceho produktu – Y , s koeficientom t_0 :

$$T(Y) = t_0Y.$$

Príjmy verejnej správy sú v určitých pomeroch rozdelené medzi:

- domácnosti – tieto financie určené domácnostiam na ich spotrebu sa nazývajú vládne transfery domácnostiam. Transferom sa rozumejú výdavky štátneho rozpočtu, za ktoré štátne orgány nedostanú od príjemcu žiadnu protihodnotu. Sú to napr. podpory v nezamestnanosti, výplaty starobných a invalidných dôchodkov, sociálne štipendiá a podobne. Táto časť príjmov je v našom modeli obsiahnutá v rovnici konečnej spotreby domácností, konkrétne je to člen t_1T .

- spotreba verejnej správy – sektor verejnej správy zahŕňa množstvo inštitúcií ako sú ministerstvá, územné samosprávne celky (obce a vyššie územné celky), štátne fondy, verejné vysoké školy, a iné. Jej spotrebu tvoria najmä výdavky na *medzispotrebu* (predstavuje ju hlavne spotreba materiálu a energie, spotreba služieb ako sú, napríklad výdavky na dopravu, cestovné náhrady, rutinná štandardná údržba, nájomné a pod.) a *odmeny zamestnancov* (mzdy a platy, sociálne príspevky zamestnávateľov). V modeli ju máme ako samostatnú rovnicu, má hodnotu t_2T .
- vládne investície – investovanie vlády do verejného sektora, napr. investície do výstavby nových bytov, na podporu infraštruktúry, investície na výstavbu diaľnic a pod. V modeli sú zahrnuté v rovnici pre tvorbu fixného kapitálu ako člen t_3T .



Obr. 5: Rozdelenie príjmov verejnej správy medzi zložky domáceho produktu

Logicky aj z obrázka nám teda vyplýva, že hodnoty jednotlivých parametrov pri T by teoreticky mali dávať dohromady hodnotu rovnú 1

$$t_1 + t_2 + t_3 = 1.$$

Aký je tento súčet pri aplikácii modelu na reálne dáta a či sú všetky parametre v daných rovniciach preukázateľné budeme analyzovať v ďalšej kapitole tejto práce.

Objem peňazí vyplatených domácnostiam navyše (hodnota k) zvýši ich disponibilný dôchodok a na základe sklonu k spotrebe bude použitý na spotrebu a tvorbu individuálnych úspor

$$Y^N = Y + k. \quad (11)$$

Všetky funkcie jednotlivých premenných nám dokopy dávajú IS-LM model pre malú otvorenú ekonomiku akou je aj slovenská ekonomika.

$$IS: Y = C(Y, T) + G(T) + I(Y, T, r) + \\ + (EX(FD, pomer) - IM(Y, pomer)), \\ LM: \frac{M}{P} = L(Y, r).$$

Použité funkcie:

$$Y = C + G + I + NX, \\ C = c_1 + c_2 Y^N + t_1 T, \\ Y^N = Y + k, \\ I = i_1 + i_2 Y - i_3 r + t_3 T, \\ G = t_2 T, \\ NX = EX - IM, \\ EX = e_1 + e_2 FD - e_3 pomer, \\ IM = d_1 + d_2 Y + d_3 pomer, \\ 1 = t_1 + t_2 + t_3, \\ T = t_0 Y, \\ L = l_1 + l_2 Y + l_3 r.$$

Použité premenné:

Y – HDP,

C – konečná spotreba domácností,

G – spotreba verejnej správy,

I – investície,

NX – čistý export (export – import),

FD – zahraničný dopyt (dovoz v krajinách európskej únie),

$pomer$ – pomer domácich a zahraničných cenových hladín (vážený priemer top 15-tich krajín v slovenskom importe a exporte),

T – príjmy verejnej správy,

L – dopyt po peniazoch,

r – úroková miera nových vkladov,

Y^N – navýšený disponibilný dôchodok domácností,

k – objem peňazí vyplatených domácnostiam.

Tento model je iba zjednodušenou verziou reálneho fungovania ekonomiky – týka sa tvorby HDP, konečnej spotreby, vládnej spotreby, investícií, vzťahov v dovoze a vývoze do zahraničia a dopytu po peniazoch. V ďalšej kapitole sa venujeme ekonometrickej analýze daného modelu, na základe reálnych dát.

2 Aplikácia modelu na reálne dáta

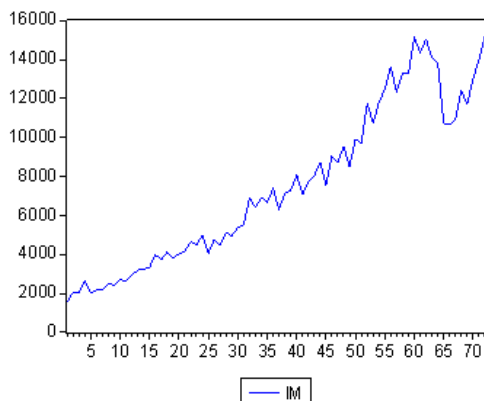
V tejto časti sme na model opisovaný v predchádzajúcej kapitole skúšali aplikovať reálne dáta a odhadnúť aj numericky koeficienty pri jednotlivých premenných, určiť tak vzťahy a závislosti medzi nimi, aby sme s nimi vedeli ďalej pracovať. Použili sme dve metódy, ktoré sme opísali, metódu najmenších štvorcov a dvojstupňovú metódu najmenších štvorcov.

2.1 Charakteristika dát

Dáta, ktoré v tomto modeli budeme používať sú z voľne dostupných zdrojov, vo veľkej miere zo stránky Štatistického úradu Slovenskej republiky, SLOVSTATU, takisto niektoré dáta pochádzajú zo štatistických tabuliek Národnej banky Slovenska, ďalším zdrojom dát je európska štatistická databáza EUROSTAT, tiež aj OECD⁶.

Pri odhade väčšiny parametrov premenných rovníc boli použité štvrťročné dáta, pri dvoch ročné a pre nedostatok údajov je možné, že to má vplyv na odhadnuté hodnoty a sú viac skreslené, ako pri štvrťročných. Hústejšie dáta však neboli dostupné na žiadnom zo zdrojov.

niektorých prípadoch sme odhadovali iba z dát do konca roka 2008, nakoľko sa v niektorých zložkách HDP prejavil vplyv finančnej krízy, napr. import



Obr. 6: Príklad zobrazenia vplyvu krízy od začiatku roka 2009

⁶Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD z angl. Organisation for Economic Co-operation and Development)

V niektorých odhadoch boli použité logaritmy daných dát, v niektorých priamo dáta.

Po testovaní stacionarity daných časových radov sme sa ukázalo, že niektoré rady sú nestacionárne a integrované prvého rádu, teda boli použité nie priamo rady ale ich prvé diferencie.

Pri všetkých odhadoch nám vyšla homoskedasticita čo je jednou z podmienok použitej MNS. Rezíduá boli z normálneho rozdelenia.

Použili sme nasledovné dáta:

Y – hrubý domáci produkt v bežných cenách,

C – konečná spotreba domácností,

I – tvorba hrubého kapitálu = tvorba hrubého fixného kapitálu + zmena stavu zásob,

G – konečná spotreba verejnej správy (obsiahnutá je v nej aj konečná spotreba neziskových organizácií prevažne slúžiacim domácnostiam, napr. odbory, cirkev, neziskové organizácie,...),

T – príjmy verejnej správy (konsolidované daňové príjmy, odvody, takisto zahrňame aj schodok verejných financií),

EX – celkový vývoz tovarov a služieb,

IM – celkový dovoz tovarov a služieb,

FD – zahraničný dopyt = dovoz v krajinách, ktoré sú najvýznamnejšie pre náš zahraničný obchod pomer – pomer cenových hladín v zahraničí (vážený priemer najvýznamnejších zahraničných partnerov) a domácich cenových hladín,

L – dopyt po peniazoch = výška peňažného agregátu M2 (peniaze, bankové vklady vyplatené na požiadanie, termínované vklady vrátane úspor, vkladových certifikátov, stavebného sporenia),

r – úroková miera vkladov.

Okrem týchto boli zavedené sezónne premenné na sezónny filter pre každý kvartál (napr. pre prvý kvartál je to rad dát $(1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, \dots)$, pre druhý kvartál rad $(0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, \dots)$, atď.). Pomocou nich vieme odhadnúť nejakú sezónnosť, ak niektorá premenná dosahuje pravidelne vyššie hodnoty v niektorom kvartáli (napr. T v našom prípade v 4. kvartáli).

Umelé premenné boli ešte zavedené, v prípade, že sme vysvetľovanú premennú nevedeli nijako odhadnúť dostupnými premennými.

2.2 Postup pri odhade modelu

Jednotlivé funkcie sme odhadovali postupne v programe Eviewse, aby sme následne mohli náš model analyzovať aj numericky, pomocou koeficientov podložených reálnymi dátami. Odhadovali sme pomocou jednoduchej lineárnej regresie, použitá metóda bola metóda najmenších štvorcov v časti 1.1.8.1 a dvojstupňová metóda najmenších štvorcov v časti 1.1.8.2. V niektorých odhadoch funkcií sme použili kvartálne, v niektorých ročné dáta, podľa dostupnosti.

Odhadovali sme rovnice, ktoré tvoria zložky HDP. Je to rovnica konečnej spotreby domácností, spotreby verejnej správy, tvorby hrubého fixného kapitálu, celkového exportu a importu najprv jednoduchou metódou najmenších štvorcov.

Náš cieľ bol dosiahnuť v modeli upravený koeficient determinácie aspoň 80 percent teda 0,8 a súčasne boli splnené podmienky z podkapitoly 1.1.5, takisto aby boli parametre signifikantné aspoň na 10 percentnej hladine významnosti, tiež neprítomnosť autokorelácie rezíduí, multikolinearity, a aby boli použité stacionárne časové rady (ak pôvodné neboli, tak použitie diferencií). Exogénne premenné, ktorých logaritmus budeme potrebovať, budú vystupovať v logaritmickom tvare, to znamená vysvetľujúcou premennou nebude samotná premenná, ale jej logaritmus.

2.2.1 Odhad pomocou MNŠ

Konečná spotreba domácností:

$$C = -528,86 + 0,516HDP + 0,21T + 460,97S1$$
$$\bar{R}^2 = 0,99$$

C – konečná spotreba domácností,
 HDP – hrubý domáci produkt,
 T – príjmy verejnej správy,
 $S1$ – sezónna premenná pre 1.kvartál.

Spotreba domácností je najviac ovplyvnená hrubým domácim produktom. Elasticita spotreby domácností v závislosti od zmeny HDP je 0,516. Potom je v našej rovnici zahrnutá závislosť od príjmov verejnej správy. Elasticita je v tomto prípade 0,21 čo znamená, že ak stúpnu transfery domácností od vlády o jednotku, tak spotreba domácností stúpne o 0,21 jednotky. Posledný parameter je sezónna premenná pre 1. kvartál, je kladná, čo sa dá vysvetliť napr. hypotézou, že nárast príjmov bol menší ako nárast spotreby,

aj keď v prvom štvrtroku nie je spotreba vyššia ako v ďalších. Ostatné štvrtroky sa ukázali ako štatisticky nevýznamné.

Spotreba verejnej správy:

$$G = -385,56 + 0,59T - 377,2D1$$
$$\bar{R}^2 = 0,95$$

G – spotreba verejnej správy,

T – príjmy verejnej správy,

$D1$ – umelá premenná.

Model nám odhadol elasticitu vzhľadom k príjmom verejnej správy 0,59, čiže ak stúpnu príjmy verejnej správy o jednotku, tak G stúpne o 0,59 jednotky. Je to dosť vysoká hodnota, môže to byť spôsobené tým, že do tejto spotreby zahrňame aj spotrebu neziskových organizácií slúžiacich domácnostiam. $D1$ je umelá premenná, ktorú sme implementovali do modelu z dôvodu lepšej determinácie modelu, na prelome rokov 1999 a 2000 narástli príjmy verejnej správy viac ako spotreba verejnej správy. Koeficient pri $D1$ je záporný, takže nám vyrovnáva tento rozdiel.

Tvorba hrubého kapitálu:

$$I = -943,6 + 0,22HDP + 0,34T(-3) + 325,99S2$$
$$\bar{R}^2 = 0,93$$

I – tvorba hrubého kapitálu,

HDP – hrubý domáci produkt,

T – príjmy verejnej správy,

$S2$ – sezónna premenná pre 2. kvartál,

$T(-3)$ – premenná príjmov verejnej správy s časovým posunom.

Tvorba hrubého kapitálu v našom modeli je závislá od hrubého domáceho produktu ak HDP stúpne o jednotku, investície stúpnu o 0,8 jednotky. Tiež je závislá od príjmov verejnej správy, teda obsahuje aj premennú štátnych investícií. Je však posunutá v čase. Takže závisí od príjmov verejnej správy v minulosti, čo je predpokladateľné (vláda sa rozhodne investovať, až keď vie, že na to bude mať prostriedky). Preukázateľná sa ukázala sezónna premenná pre 2. štvrtrok, teda vtedy má tvorba hrubého kapitálu o niečo vyššie hodnoty. Ukázalo sa že závislosť od úrokovej miery nie je preukázateľná, teda je štatisticky nevýznamná.

Dovoz tovarov a služieb:

$$IM = -604,56 + 0,99(DC + G + I + EX) + 4248D(pomer) - 297S3$$
$$\bar{R}^2 = 0,99$$

IM – celkový dovoz tovarov a služieb,
 $pomer$ – pomer domácich a zahraničných cenových hladín,
 $S3$ – sezónna premenná pre 3. kvartál,
 $IM = IM$,
 $DC = C - C(-1)$,
 $D(pomer) = pomer - pomer(-1)$.

Import tovarov a služieb je ovplyvňovaný súčet domáceho a zahraničného dopytu s elasticitou 0,69. S kladným znamienkom závisí vývoz od pomeru domácich a zahraničných cenových hladín, čo korešponduje s teóriou (domáce ceny narastú, viac sa oplatí dovážať, import stúpne). Do modelu sme zahrnuli sezónnu premennú pre 3. štvrtrok, ktorá ukazuje, že v tomto kvartáli je vývoz o niečo menší ako v iných. Závislosť od reálneho výmenného kurzu sa ukázala nesignifikantná.

Vývoz tovarov a služieb:

$$EX = -5868,26 + 0,04FD - 50219D(pomer)$$
$$\bar{R}^2 = 0,89$$

EX – celkový vývoz tovarov a služieb,
 FD – dopyt zahraničných krajín (ich celkový import),
 $D(pomer) = pomer - pomer(-1)$.

Závislosť od dopytu zo zahraničia sa potvrdila aj testom signifikantnosti, naopak závislosť od reálneho výmenného kurzu sa tak ako v prípade dovozu nepreukázala. Je tu však závislosť od pomeru cenových hladín, a to so záporným znamienkom ako sme predpokladali. Keď cenové hladiny doma klesnú, náš vývoz sa stane pre zahraničie atraktívnejší a zvýši sa.

Príjmy verejnej správy:

$$T = 0,35HDP + 809S4 + 786D2$$
$$\bar{R}^2 = 0,82$$

T – daňové príjmy a odvody + schodok verejných financií,
 $S4$ – sezónny index pre 4.kvartál,

$D2$ – umelá premenná.

Ukázalo sa, že príjmy verejnej správy majú hodnotu 35% z hrubého domáceho produktu. V porovnaní s priemernou daňovou kvótou OECD (34,8%) alebo daňovou kvótou EÚ (39,3%) je to blízka hodnota. Najviac využívaným ukazovateľom daňovej kvóty je tzv. zložená daňová kvóta vyjadrujúca daňové a odvodové zaťaženie subjektov. V roku 2008 bola miera celkového daňového zaťaženia, t.j. súčtu daní a príspevkov na sociálne zabezpečenie vyjadrená v percentách HDP 27 členských štátoch EÚ vyčíslená na 39,3%. Teda náš model sa od tejto kvóty príliš neodlišuje. Preukazná je ďalej premenná pre 4. štvrtrok, to môže byť spôsobené tým, že v príjmoch VS sú zahrnuté napr. dane zo mzdy, odvody sú na konci roka kvôli odmenám a navýšeným mzdám vyššie. Premenná $D2$ je umelá a zavedená je kvôli rokom 1999 až 2000 kedy boli príjmy VS preukázateľne vyššie ako vo zvyšku modelu.

Pri nižšom daňovom zaťažení je ekonomika trhovejšia, je nízka miera prerozdelenia, nevýhodou je však neschopnosť financovania verejných sektorov napr. zdravotníctva, školstva, atď. Pri vyšších daňových kvótach však ekonomika nedokáže trhovo fungovať, preto treba nájsť vhodný kompromis. Medzi štáty s najväčším daňovým zaťažením patria napr. Dánsko a Švédsko, kde je daňová kvóta takmer 50%. Medzi krajiny s najnižšou patria napr. Rumunsko, Lotyšsko alebo Írsko, tie ju majú úroveň daňového zaťaženia pod 30 percent. V štatistikách aj v našom modeli sa používa súčet daňovej kvóty I. a daňovej kvóty II., to znamená súčet miery daňového a tiež odvodového zaťaženia.

Dopyt po peniazoch:

$$L = 1,3HDP - 1581r$$
$$\bar{R}^2 = 0,87$$

L – dopyt po peniazoch,

r – úroková miera vkladov.

Vidíme že zvýšenie hrubého domáceho produktu výrazne vplýva na zvýšenie množstva peňazí v ekonomike. Takisto úroková miera vkladov. Tá má ale záporné znamienko, čo zodpovedá ekonomickej teórii. Keď sa úroková miera navýši, je väčší záujem peniaze niekam uložiť ako ich držať na ruke, takže množstvo peňazí v obehu klesá.

Overíme podmienku, ktorú sme si stanovili na prerozdelenie príjmov verejnej správy, že súčet transferov domácností t_1 , t_2 a t_3 je rovný 1.

$$t_1 + t_2 + t_3 = 0,21 + 0,59 + 0,34 = 1,14$$

Toto je celkom vhodný výsledok, keďže žiaden model nekopíruje realitu úplne presne a je len zjednodušením reálnych vzťahov a závislostí. Lepší odhad by sme mali dostať dvojstupňovým odhadom MNŠ. Vyššia hodnota môže byť spôsobená dátami zo štatistík o daňových príjmoch, ak neboli úplne konsolidované (obsahovali aj transakcie medzi sektormi verejného sektora). V poslednej kapitole budeme uvažovať so súčtom 1, podľa teoretickej rovnosti.

Výsledky všetkých odhadov sú obsiahnuté v prílohe práce, tu iba spíšeme všetky odhadnuté rovnice.

Odhad všetkých rovníc

$$C = -528,86 + 0,516HDP + 0,213T + 460,97S1$$

$$G = -385,56 + 0,59T - 377,2D1$$

$$I = -943,6 + 0,22HDP + 0,34T(-3) + 326S2$$

$$IM = -604,56 + 0,99(DC + G + I + EX) + 4248D(pomer) - 297S3$$

$$EX = -5868,26 + 0,04FD - 50219D(pomer)$$

$$L = 1,3HDP - 1,581r$$

$$T = 0,35HDP + 809S4 + 786D2$$

2.2.2 Odhad dvojstupňovou MNŠ

Tieto isté rovnice, s použitím rovnakých parametrov použijeme aj v dvojstupňovej metóde najmenších štvorcov. Ako sme už spomenuli, tento odhad by mal byť konzistentný narozdiel od odhadu jednoduchou MNŠ. Ako vidíme, zmenili sa iba niektoré koeficienty, aj to nepatrne. Výsledné koeficienty tohto modelu použijeme v ďalšej kapitole na analýzu dopadov dôchodkového šokov domácností na HDP a jeho zložky.

$$C = -514 + 0,514HDP + 0,213T + 495S1$$

$$G = -363 + 0,589T - 450D1$$

$$I = -943,6 + 0,22HDP + 0,34T(-3) + 326S2$$

$$IM = -390,73 + 0,98(DC + G + I + EX) + 2961D(pomer) - 414S3$$

$$EX = -6371 + 0,04FD - 51379D(pomer)$$

$$L = 1,3HDP - 1,581r$$

$$T = 0,35HDP + 798S4 + 818D2$$

$$t_1 + t_2 + t_3 = 1,142$$

Zmeny boli iba nepatrné tak v parametroch ako aj v koeficientoch determinácie modelu, tie nám vyšli o niečo nižšie ako pri obyčajnej MNŠ, avšak stále spĺňali podmienku $> 80\%$. Problémom bolo aj nižšia preukázateľnosť premennej $D(pomer)$ v rovnici importu (p -value 0,23).

3 Analýza dopadov dopytového šoku

Z daného modelu sme odvodili rovnovážny stav pre HDP, z ktorého sme následne vypočítali a vyjadrili všeobecný multiplikátor s ktorým budeme ďalej pracovať.

$$Y = c_1 + c_2 Y^N + t_1 t_0 Y + t_2 t_0 Y + i_1 + i_2 Y + t_3 t_0 Y + e_1 + e_2 FD + e_3 pomer - d_1 - d_2 Y - d_3 pomer, \quad (12)$$

kde $Y^N = Y + k$.

Vyjadrením Y z (12) dostaneme:

$$Y = \frac{c_1 + c_2 k + i_1 + e_1 + e_2 FD + pomer(e_3 - d_3) - d_1}{1 - c_2 - t_1 t_0 - t_2 t_0 - i_2 - t_3 t_0 + d + 2}.$$

Po úpravách

$$Y = \frac{c_1 + c_2 k + i_1 + e_1 + e_2 FD + pomer(e_3 - d_3) - d_1}{1 - c_2 - i_2 + d_2 + t_0 \underbrace{(t_1 + t_2 + t_3)}_{=1}}.$$

Keďže rátame s predpokladom, že jednotlivé zložky verejnej správy dávajú súčet 1, tento vzorec vieme upraviť, na nasledujúcu formu

$$Y = \frac{c_1 + c_2 k + i_1 + e_1 + e_2 FD + pomer(e_3 - d_3) - d_1}{1 - c_2 - i_2 + d_2 + t_0}.$$

Je to vlastne rovnovážny stav pre hodnotu HDP. Na základe tohto rovnovážneho stavu a multiplikátora, ktorý nám vyšiel, sme vypočítali hraničné zmeny jednotlivých zložiek HDP v závislosti od dopytového šoku.

Tieto zmeny sme vyrátali ako parciálne derivácie podľa parametra k , nakoľko uvažujeme dôchodkový šok domácností, pri ktorom sa navýši disponibilný dôchodok domácností (neuvažujeme odkiaľ peniaze „prišli“).

Prvý multiplikátor nám hovorí o percentuálnej zmene HDP zmene autonómnej spotreby o jednotku

$$\frac{\partial Y}{\partial k} = \frac{c_2}{1 - c_2 - i_2 + d_2 - t_0}$$

Po dosadení koeficientov z časti 1.1.8.2

$$\frac{\partial Y}{\partial k} = \frac{0,514}{1 - 0,514 - 0,22 + 0,98 - 0,35} = 0,57.$$

Táto hodnota znamená, že ak stúpne hodnota autonómnej spotreby o jednotku, tak sa to na hrubom domácom produkte prejaví nárastom o 57% prostriedkov, o ktoré sa disponibilný dôchodok domácností navýšil sa spotreba navýšila.

Rovnako bol tento multiplikátor vyrátaný aj pre peňažnú zásobu a ostatné zložky HDP. Prvý všeobecný multiplikátor je kladný, takisto koeficient l_1 teda aj tento multiplikátor bude kladný a nárast autonómnej spotreby vyvolá nárast dopytu po peniazoch.

$$\frac{\partial L}{\partial k} = l_1 \frac{\partial Y}{\partial k} = \frac{l_1 c_2}{1 - c_2 - i_2 + d_2 - t_0}$$

Dosadením hodnôt

$$\frac{\partial L}{\partial k} = \frac{1,3 \cdot 0,514}{1 - 0,514 - 0,22 + 0,98 - 0,35} = 0,74.$$

Po navýšení autonómnej spotreby o jednotku, dopyt po peniazoch stúpne o 74 percent prostriedkov vyplatených domácnostiam.

Analogicky boli vyrátané aj ostatné multiplikátory pre konečnú spotrebu domácností, mieru investícií, importnú a exportnú funkciu.

Časť prostriedkov vyplatená domácnostiam bude použitá na investície, teda tieto zaznamenajú nárast

$$\frac{\partial I}{\partial k} = i_2 \frac{\partial Y}{\partial k} + t_2 t_0 \frac{\partial Y}{\partial k} = \frac{c_2(i_2 + t_2 t_0)}{1 - c_2 - i_2 + d_2 - t_0},$$

$$\frac{\partial I}{\partial k} = \frac{0,514(0,22 + 0,35 \cdot 0,59)}{1 - 0,94 - 0,8 + 1,16 - 0,35}$$

Vzťah k investíciám je teda kladný podľa predpokladov. Nárast sa rovná 25% z prostriedkov dodaných domácnostiam.

Najväčší vplyv dôchodkového šoku domácností očakávame práve na konečnú spotrebu domácností. Vypočítame deriváciu a dosadíme odhadnuté koeficienty.

$$\frac{\partial C}{\partial k} = c_2 \frac{\partial Y}{\partial k} + c_2 + t_1 t_0 \frac{\partial Y}{\partial k} = c_2 + (c_2 + t_1 t_0) \frac{\partial Y}{\partial k},$$

$$\frac{\partial C}{\partial k} = 0,514 + (0,514 + 0,213 \cdot 0,35) \cdot 0,57 = 0,85.$$

Elasticita konečnej spotreby vzhľadom na nárast autonómnej spotreby je kladná, tak ako sme očakávali, konečná spotreba bude mať nárast o 85 percent z vyplatených prostriedkov. Teda 85% prostriedkov vyplatených domácnostiam bude použitých na ďalšiu spotrebu. Ostatné si domácnosti odložia na úspory.

Keďže Slovensko je vysoko otvorená ekonomika, takisto musíme zistiť vplyvy nárastu príjmov domácností na zahraničný obchod, hlavne na dovoz tovarov a služieb zo zahraničia. Podľa ekonomickej teórie bude nárast kladný, nakoľko slovenská ekonomika nebude schopná úplne pokryť zvýšený dopyt po výrobkoch, ktorý zvýšenie disponibilného dôchodku domácností spôsobí.

$$\frac{\partial IM}{\partial k} = \frac{d_2}{1 - c_2 - i_2 + d_2 - t_0},$$

$$\frac{\partial IM}{\partial k} = 0,68 \cdot 0,57 = 0,39.$$

Vidíme, že pri náraste disponibilného dôchodku o jednotku, stúpne import o 39% prostriedkov vyplatených domácnostiam. Hodnota multiplikátora značí, že až 39 percent vyplatených prostriedkov bude použitých na nákup tovarov a služieb zo zahraničia, nie je to však viac ako multiplikátor pri HDP, teda na nákup domácich tovarov a služieb bude použitých viac vyplatených prostriedkov, každopádne to čiastočne zníži nárast HDP u nás.

Zoberme si príklad, kedy domácnostiam budú vyplatené jednorázovo 2 milióny EUR.

Podľa jednotlivých multiplikátorov vidíme, že konečná spotreba domácností stúpne o 1,7 mil. EUR. Na tvorbu úspor bude teda použitých len 0,3 mil. EUR. Keďže slovenská ekonomika je veľmi otvorenou ekonomikou a významnou zložkou HDP je aj dovoz tovarov a služieb. Na základe multiplikátora dovozu tovarov a služieb zo zahraničia vidíme, že na zahraničné tovary a služby bude použitých 0,78 mil. EUR. Viac ako tretinou prostriedkov vyplatených domácnostiam tak zvýšený dopyt domácností pomôže k nárastu zahraničného HDP. Prírastok domáceho HDP bude 1,14 mil. EUR. V našom príklade výrazne stúpne dopyt po peniazoch a to až o 1,48 mil. EUR.

Problémom pri tomto scenári je, že nám stúpnu cenové hladiny, podľa teórie je totiž závislosť rastu cenových hladín od rastu HDP kladná. Ak multiplikátor pri HDP je kladný, tak pri náraste HDP spôsobenom vyplatením

prostriedkov obyvateľstvu narastú aj domáce cenové hladiny. To je všeobecne považované za negatívny jav. Keď budeme predpokladať stabilitu v menovej politike, tak zabrániť prílišnému rastu cien vie vláda jedine zmenou fiškálnej politiky, ktorá sa bude týkať vládnych výdavkov. Takisto prostriedky, ktoré sa vyplatia domácnostiam treba odniekaľ zobrať, znížime úroveň vládnych výdavkov práve o sumu ktorú sme vyplatili domácnostiam

$$G^N = G - c_2k,$$

kde G^N je nová hodnota vládnych výdavkov c_2 a k sú parametre z (11).

Efekt je teda presne opačný ako na konečnú spotrebu domácností, teda aby sme eliminovali rast cenovej hladiny, pri zvýšení disponibilného príjmu domácností o jednotku by bolo potrebné znížiť vládne výdavky o 0,85 tejto jednotky. V príklade na vyplatenie 2 mil. EUR domácnostiam by sa vládne výdavky museli znížiť o 1,7 mil. EUR, aby nenastal rast cenových hladín. Takúto sumu by vláda musela ušetriť, poprípade získať inak, napr. zvýšením existujúceho daňového zaťaženia alebo nariadením novej dane. Z toho by vyplýval ďalší rad efektov, krátkodobých aj dlhodobých.

Záver

V tejto práci sme sa snažili popísať a namodelovať IS-LM model, ktorý by zachytával základné vzťahy a závislosti medzi jednotlivými zložkami HDP v slovenskej ekonomike. Následne sme sa pokúsili odhadnúť koeficienty jednotlivých parametrov, teda ako veľmi a ktorým smerom sa vysvetľujúce a vysvetľované premenné navzájom ovplyvňujú. Na základe vyčíslených koeficientov sme sa pokúsili odhadnúť percentuálne zmeny jednotlivých zložiek HDP ako reakciu na dôchodkový šok domácností. V práci bolo týmto šokom zvýšenie disponibilného dôchodku domácností. Pri modelovaní boli použité dve metódy, jednoduchá metóda najmenších štvorcov a dvojstupňová metóda najmenších štvorcov, ktorá nám kvalitnejšie odhaduje modely v tvare simultánnych rovníc, keďže tak ako väčšina ekonomických modelov aj náš bol v takomto tvare.

Z analýzy vieme vyčítať, že 85 percent prostriedkov, ktoré by boli vyplatené domácnostiam, by bolo použité na vlastnú spotrebu, zvyšok by si domácnosti nechali na tvorbu úspor. Z každého eura vyplateného obyvateľstvu by bol prírastok domáceho HDP len 57 centov. Na dovoz zahraničných tovarov a služieb by bolo minutých 39 percent z vyplatených prostriedkov, čím by sa prispelo k rastu zahraničného HDP. Dopyt po peniazoch by vzrástol za každé euro domácnostiam navyše o 0,74 centov.

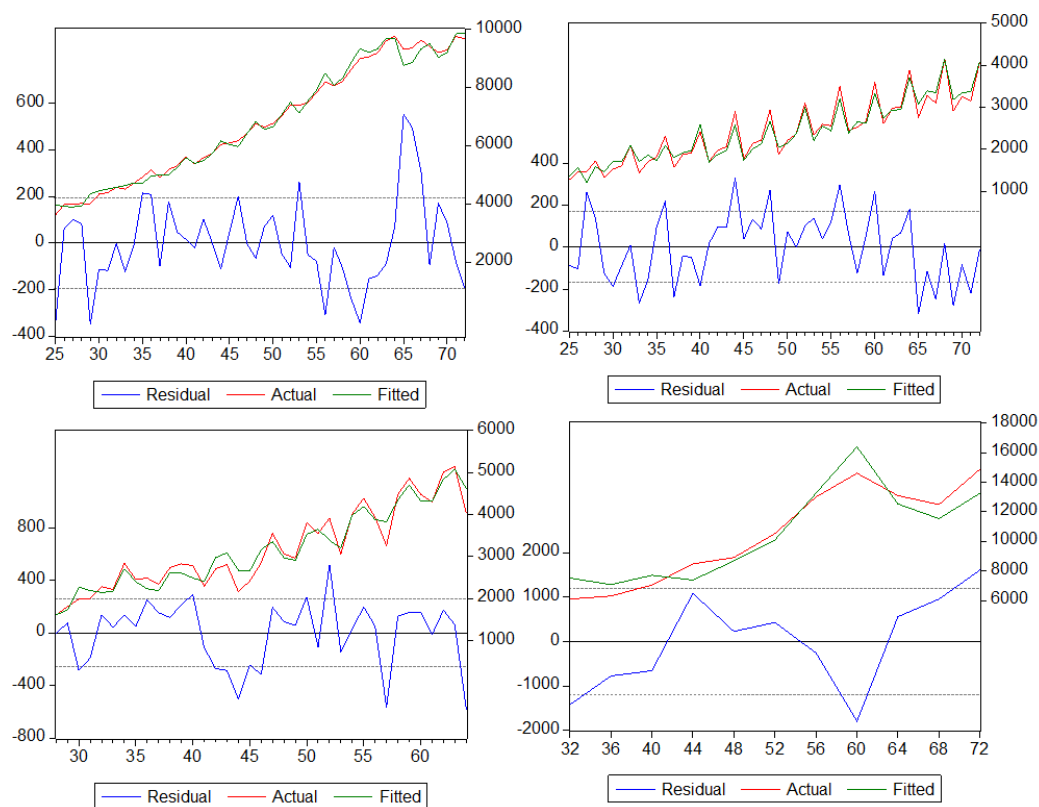
Vplyvy budú aj na cenové hladiny, pri náraste HDP spôsobenom vyplatením prostriedkov obyvateľstvu domáce cenové hladiny narastú, zvýši sa inflácia. Ak by vláda chcela tomuto zabrániť, musela by pomocou rozpočtovej politiky stiahnuť prostriedky, ktoré sa vyplatia domácnostiam. Možné by to bolo buď znížením spotreby verejnej správy, teda znížením aj vládnych výdavkov, alebo navýšením niektorej z daní, poprípade zavedením novej dane. Tieto stratégie by však mali ďalekosiahlejšie dopady na jednotlivé zložky HDP ako vie náš model analyzovať.

Možné by bolo použiť napr. model s členom korigujúcim chyby, ktorý sme v práci aj stručne opísali ale nepoužívali. Tie modelujú dlhodobé správanie endogénnych premenných, ktoré konvergujú ku kointegračným vzťahom a zároveň dovoľuje korekcie chýb v krátkodobej dynamike,

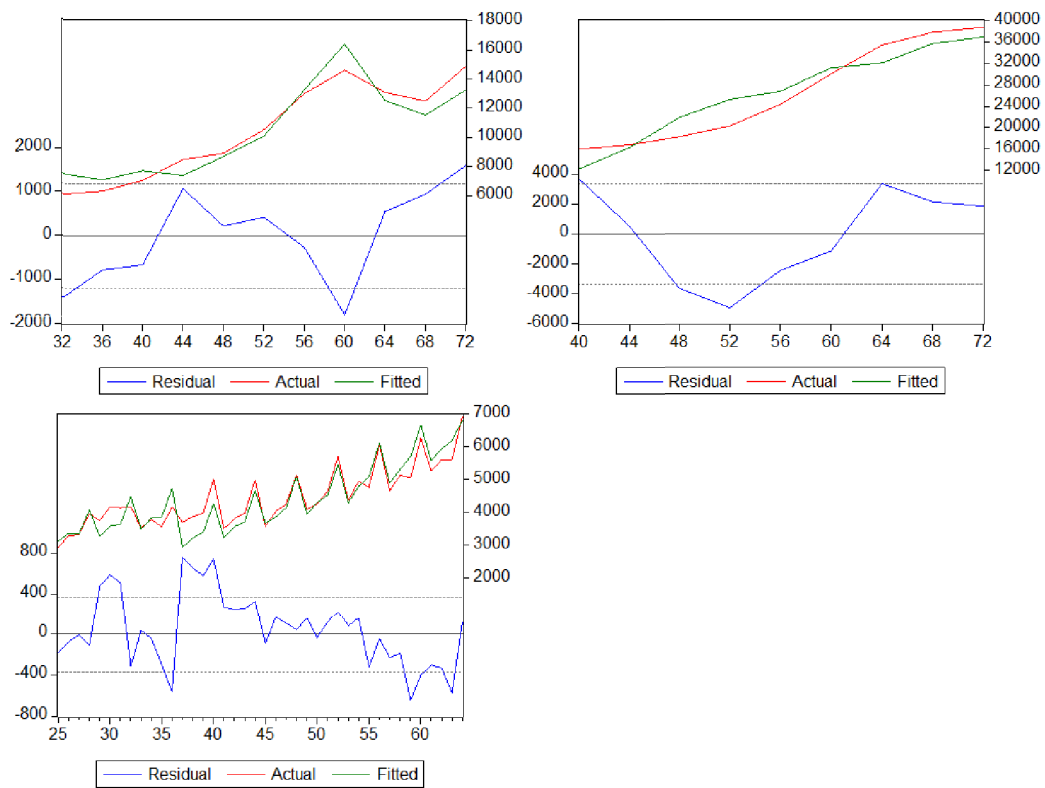
Zoznam použitej literatúry

- [1] Hatrák, M. *Ekonometria*. Bratislava, Iura Edition, 2007.
- [2] Griliches, Z., Intriligator, M. D. *Handbook of Econometrics*. North-Holland, 1983.
- [3] Drnáková, L. *Ekonometrické model agregátneho dopytu*. Diplomová práca, 2003.
- [4] Kľúčik, M. *Základy programovacieho jazyka EViews a ich aplikácia na analýzy, prognózy a rýchle odhady vývoja makroekonomických ukazovateľov*. Infostat – Dokumenty, 2010.
- [5] Haluška, J., Olexa, M., Orságová, J. *Štvrtročný ekonometrický model slovenskej ekonomiky*. Aktá, Bratislava, 2001.
- [6] Garaj, V., Šujan, I. *Ekonometria*. Bratislava, 1980.
- [7] Páleník, M. *Komparatívno statická analýza Mundell-Fleming modelu*. Diplomová práca, 2004.
- [8] Páleník, V. a kol. *Makroekonomické dopady novely zákona o sociálnom poistení, tretia etapa*. Bratislava, 2007.
- [9] Felderer, B., Homburg, S. *Makroekonomika a nová makroekonomika*. Elita, 1995.
- [10] Vaneková, M. *Ekonometrické modelovanie závislosti nerovnosti príjmov od výšky hrubého domáceho produktu - Kuznetsova krivka*. Bakalárska práca, 2009.
- [11] Luptáčik, M., Páleník, V., Kvetan, V., Ďuraš, J., Hrivnáková, J., Ondko, P. *Formalizovaný model tranzitívnej ekonomiky - prípad SR*. Politická ekonomie, 2006.
- [12] *Eviews, User Guide 4.0*.
- [13] *Eviews 5 Help System*.

Príloha 1: Grafy reálnych, odhadovaných hodnôt a rezíduí pri odhade jednoduchou metódou najmenších štvorcov

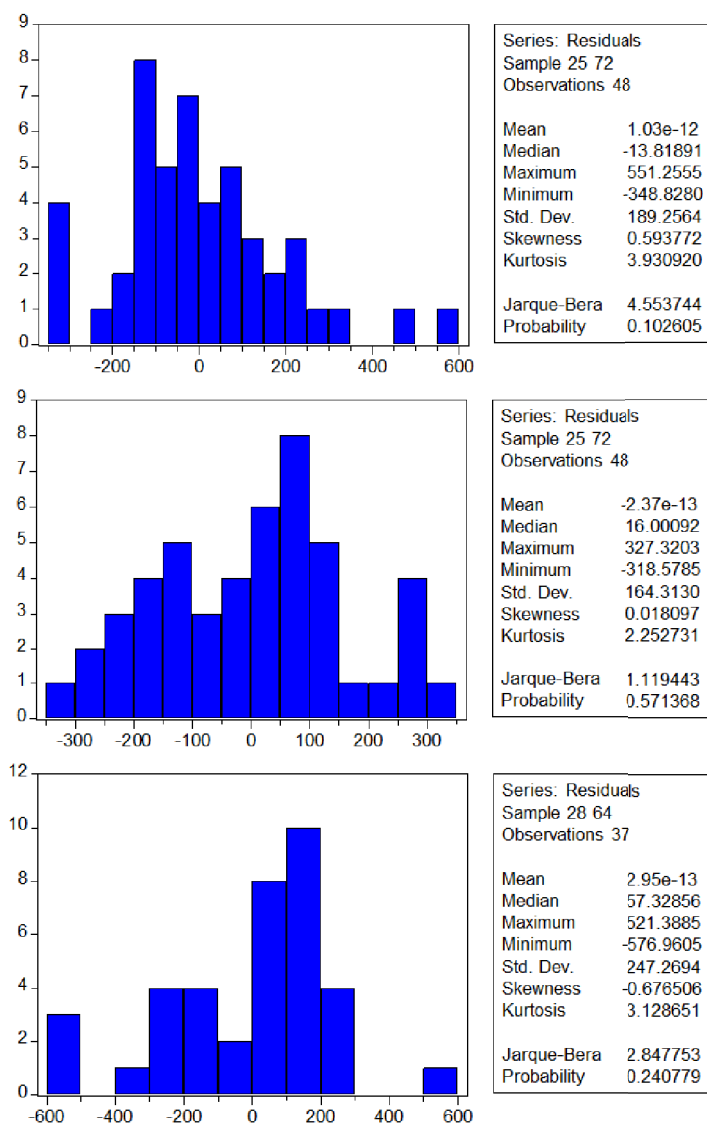


Obr. 7: Popis grafov zľava doprava, horný rad: Konečná spotreba domácností, Spotreba verejnej správy, dolný rad: Tvorba hrubého kapitálu, Vývoz tovarov a služieb

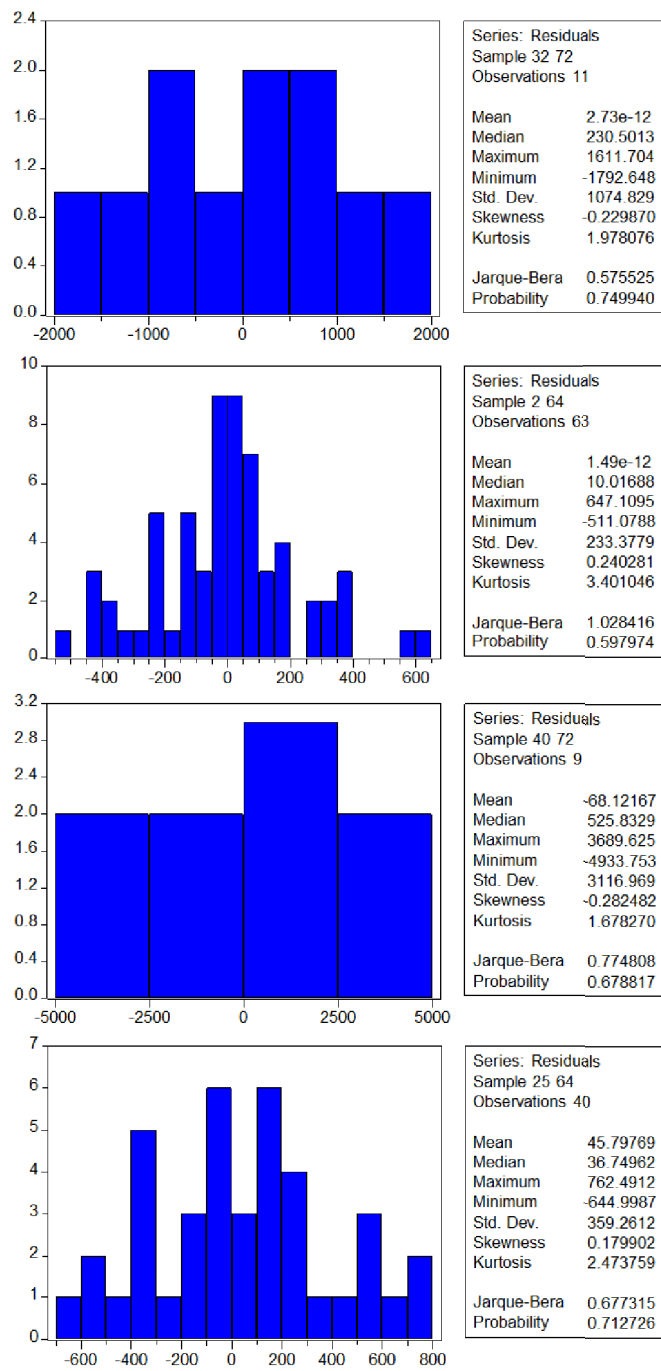


Obr. 8: Popis grafov zľava doprava, horný rad: Dovoz tovarov a služieb, Dopyt po peniazoch, dolný rad: Príjmy verejnej správy

Príloha 2: Grafy zobrazujúce normalitu rezíduí



Obr. 9: Popis grafov zhora dole: Konečná spotreba domácností, Spotreba verejnej správy, Tvorba hrubého kapitálu



Obr. 10: Popis grafov zhora dole: Vývoz tovarov a služieb, Dovoz tovarov a služieb, Dopyt po peniazoch, Príjmy verejnej správy

Príloha 3: Výstupy modelu s jednoduchou metódou najmenších štvorcov

Dependent Variable: IM
Method: Least Squares
Date: 04/25/11 Time: 18:26
Sample (adjusted): 2 64
Included observations: 63 after adjustments
IM=C(1)+C(2)*(DC+HG+EX)+C(3)*D(POMER)+C(4)*S3

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-604.5514	69.50530	-8.697918	0.0000
C(2)	0.987110	0.005370	127.9598	0.0000
C(3)	4247.981	1953.463	2.174590	0.0337
C(4)	-296.9547	69.28347	-4.286083	0.0001
R-squared	0.996415	Mean dependent var		6956.679
Adjusted R-squared	0.996233	S.D. dependent var		3897.800
S.E. of regression	239.2377	Akaike info criterion		13.85418
Sum squared resid	33768.46	Schwarz criterion		13.99025
Log likelihood	-432.4066	Durbin-Watson stat		1.676701

Dependent Variable: L
Method: Least Squares
Date: 04/25/11 Time: 18:38
Sample (adjusted): 40 72
Included observations: 9 after adjustments
L=C(2)*HDP-C(3)*R

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(2)	1.311274	0.152374	15.16838	0.0000
C(3)	158.1841	508.0075	3.113814	0.0170
R-squared	0.886729	Mean dependent var		26426.04
Adjusted R-squared	0.870548	S.D. dependent var		9283.820
S.E. of regression	3333.076	Akaike info criterion		19.25431
Sum squared resid	77785753	Schwarz criterion		19.29814
Log likelihood	-84.64439			

Dependent Variable: T
Method: Least Squares
Date: 04/25/11 Time: 18:08
Sample (adjusted): 25 64
Included observations: 40 after adjustments
T=C(1)*HDP+C(2)*S4+C(3)*D2

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.353989	0.006082	58.20213	0.0000
C(2)	809.1779	137.4032	5.889078	0.0000
C(3)	786.0529	116.0013	6.776243	0.0000
R-squared	0.835390	Mean dependent var		4454.822
Adjusted R-squared	0.826492	S.D. dependent var		892.8359
S.E. of regression	371.9043	Akaike info criterion		14.74719
Sum squared resid	5117573	Schwarz criterion		14.87385
Log likelihood	-291.9438	Durbin-Watson stat		0.956664

Dependent Variable: G
Method: Least Squares
Date: 04/25/11 Time: 18:48
Sample (adjusted): 25 72
Included observations: 48 after adjustments
 $G=C(1)+C(2)*T+C(3)*D1$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-385.5553	110.6914	-3.483156	0.0011
C(2)	0.592379	0.021924	27.01944	0.0000
C(3)	-377.2220	82.53667	-4.570356	0.0000
R-squared	0.951675	Mean dependent var	2420.850	
Adjusted R-squared	0.949527	S.D. dependent var	747.4535	
S.E. of regression	167.9248	Akaike info criterion	13.14537	
Sum squared resid	1268943.	Schwarz criterion	13.26232	
Log likelihood	-312.4889	Durbin-Watson stat	1.709794	

Dependent Variable: G
Method: Least Squares
Date: 04/25/11 Time: 18:48
Sample (adjusted): 25 72
Included observations: 48 after adjustments
 $G=C(1)+C(2)*T+C(3)*D1$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-385.5553	110.6914	-3.483156	0.0011
C(2)	0.592379	0.021924	27.01944	0.0000
C(3)	-377.2220	82.53667	-4.570356	0.0000
R-squared	0.951675	Mean dependent var	2420.850	
Adjusted R-squared	0.949527	S.D. dependent var	747.4535	
S.E. of regression	167.9248	Akaike info criterion	13.14537	
Sum squared resid	1268943.	Schwarz criterion	13.26232	
Log likelihood	-312.4889	Durbin-Watson stat	1.709794	

Dependent Variable: I
Method: Least Squares
Date: 04/25/11 Time: 18:17
Sample (adjusted): 28 64
Included observations: 37 after adjustments
 $I=C(1)+C(2)*HDP+C(3)*T(-3)+C(4)*S2$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-943.5985	256.0737	-3.684871	0.0008
C(2)	0.223127	0.023220	9.609413	0.0000
C(3)	0.338324	0.094153	3.593356	0.0010
C(4)	325.9884	100.4527	3.245194	0.0027
R-squared	0.934125	Mean dependent var	3177.870	
Adjusted R-squared	0.928136	S.D. dependent var	963.4060	
S.E. of regression	258.2845	Akaike info criterion	14.04765	
Sum squared resid	2201118.	Schwarz criterion	14.22180	
Log likelihood	-255.8816	Durbin-Watson stat	1.539044	

Dependent Variable: EX
Method: Least Squares
Date: 04/25/11 Time: 18:32
Sample (adjusted): 32 72
Included observations: 11 after adjustments
 $EX=C(1)+C(2)*FD+C(3)*D(POMER)$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-5868.264	2052.794	-2.858671	0.0212
C(2)	0.043301	0.005323	8.135095	0.0000
C(3)	-50219.61	18507.44	-2.713482	0.0265
R-squared	0.892841	Mean dependent var	10504.81	
Adjusted R-squared	0.866052	S.D. dependent var	3283.418	
S.E. of regression	1201.696	Akaike info criterion	17.24786	
Sum squared resid	11552584	Schwarz criterion	17.35637	
Log likelihood	-91.86321			

Príloha 4: Výstupy modelu s dvojestupňovou metódou najmenších štvorcov

Sample (adjusted): 28 64
 Included observations: 37 after adjustments
 $IM=C(1)+C(2)*(DC+H+G+EX)+C(3)*D(POMER)+C(4)*S3$
 Instrument list: HDP T D(POMER) T(-3) (DC+H+G+EX) S1 S2 S3 S4
 D1 D2 R

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-390.7334	151.5169	-2.578810	0.0146
C(2)	0.984116	0.009545	70.93742	0.0000
C(3)	2980.612	2458.648	1.204183	0.2371
C(4)	-414.1109	99.60742	-4.157430	0.0002
R-squared	0.993834	Mean dependent var		9477.435
Adjusted R-squared	0.993273	S.D. dependent var		3114.408
S.E. of regression	255.4371	Sum squared resid		2153188.
Durbin-Watson stat	2.125414			

Dependent Variable: L
 Method: Two-Stage Least Squares
 Date: 04/25/11 Time: 21:20
 Sample (adjusted): 40 72
 Included observations: 9 after adjustments
 $L=C(2)*HDP-C(3)*R$
 Instrument list: HDP T D(POMER) T(-3) (DC+H+G+EX) S1 S2 S3 S4
 D1 D2 R

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(2)	1.311274	0.152374	15.16838	0.0000
C(3)	1581.841	508.0075	3.113814	0.0170
R-squared	0.886729	Mean dependent var		26426.04
Adjusted R-squared	0.870548	S.D. dependent var		9263.820
S.E. of regression	3333.076	Sum squared resid		77765753

Dependent Variable: T
 Method: Two-Stage Least Squares
 Date: 04/25/11 Time: 21:23
 Sample (adjusted): 28 64
 Included observations: 37 after adjustments
 $T=C(1)*HDP+C(2)*S4+C(3)*D2$
 Instrument list: HDP T D(POMER) T(-3) (DC+H+G+EX) S1 S2 S3 S4
 D1 D2 R

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.354156	0.006328	55.97020	0.0000
C(2)	797.5184	144.8845	5.504511	0.0000
C(3)	818.3228	138.6528	5.901958	0.0000
R-squared	0.803314	Mean dependent var		4557.722
Adjusted R-squared	0.791744	S.D. dependent var		846.2356
S.E. of regression	386.1805	Sum squared resid		5070603.
Durbin-Watson stat	0.973979			

Dependent Variable: C01
Method: Two-Stage Least Squares
Date: 04/25/11 Time: 21:07
Sample (adjusted): 28 72
Included observations: 45 after adjustments
 $C01=C(1)+C(2)*HDP+C(3)*T+C(5)*S1$
Instrument list: HDP T D(POMER) T(-3) (DC+H+G+EX) S1 S2 S3 S4
D1 D2 R

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-514.4442	142.0854	-3.620870	0.0008
C(2)	0.514443	0.017180	29.94405	0.0000
C(3)	0.213231	0.052777	4.040238	0.0002
C(5)	494.8166	70.24683	7.043971	0.0000
R-squared	0.990495	Mean dependent var	7016.578	
Adjusted R-squared	0.989799	S.D. dependent var	1919.307	
S.E. of regression	193.8467	Sum squared resid	1540638.	
Durbin-Watson stat	1.108924			

Dependent Variable: G
Method: Two-Stage Least Squares
Date: 04/25/11 Time: 21:09
Sample (adjusted): 28 72
Included observations: 45 after adjustments
 $G=C(1)+C(2)*T+C(3)*D1$
Instrument list: HDP T D(POMER) T(-3) (DC+H+G+EX) S1 S2 S3 S4
D1 D2 R

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-363.3007	118.8796	-3.056041	0.0039
C(2)	0.588865	0.023203	25.37911	0.0000
C(3)	-450.6363	90.15142	-4.998660	0.0000
R-squared	0.949169	Mean dependent var	2488.987	
Adjusted R-squared	0.946748	S.D. dependent var	721.2982	
S.E. of regression	166.4496	Sum squared resid	1163629.	
Durbin-Watson stat	1.756606			

Dependent Variable: I
Method: Two-Stage Least Squares
Date: 04/25/11 Time: 21:14
Sample (adjusted): 28 64
Included observations: 37 after adjustments
 $I=C(1)+C(2)*HDP+C(3)*T(-3)+C(4)*S2$
Instrument list: HDP T D(POMER) T(-3) (DC+H+G+EX) S1 S2 S3 S4
D1 D2 R

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-943.5985	256.0737	-3.684871	0.0008
C(2)	0.223127	0.023220	9.609413	0.0000
C(3)	0.338324	0.094153	3.593356	0.0010
C(4)	325.9884	100.4527	3.245194	0.0027
R-squared	0.934125	Mean dependent var	3177.870	
Adjusted R-squared	0.928136	S.D. dependent var	963.4060	
S.E. of regression	258.2645	Sum squared resid	2201118.	
Durbin-Watson stat	1.538044			

Dependent Variable: EX
Method: Two-Stage Least Squares
Date: 04/25/11 Time: 21:18
Sample (adjusted): 32 72
Included observations: 11 after adjustments
 $EX=C(1)+C(2)*FD+C(3)*D(POMER)$
Instrument list: HDP T D(POMER) T(-3) (DC+H+G+EX) S1 S2 S3 S4
D1 D2 R

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-6371.353	2084.539	-3.056480	0.0157
C(2)	0.044627	0.005407	8.253426	0.0000
C(3)	-51379.24	18593.21	-2.763333	0.0245
R-squared	0.892010	Mean dependent var	10504.81	
Adjusted R-squared	0.865012	S.D. dependent var	3283.418	
S.E. of regression	1206.350	Sum squared resid	11642234	