



Študentská vedecká aktivita

O stabilite vývoja úrokovej miery a očakávanej inflácie v podmienkach slovenskej ekonomiky

Bc. Petra Cisková

Sekcia: Kvantitatívne metódy a informatika

Konzultant: Prof. RNDr. Rudolf Zimka, CSc.

Banská Bystrica

2017

OBSAH

OBSAH.....	1
ÚVOD.....	2
1. TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ MODELU OPISUJÚCEHO VÝVOJ ÚROKOVEJ MIERY A OČAKÁVANEJ INFLÁCIE.....	3
1.1. Zavedenie modelu	4
1.2. Charakteristika jednotlivých častí modelu	5
1.3. Analýza dynamického modelu	8
1.3.1. Existencia ekvilibria	9
1.3.2. Stabilita ekvilibria.....	9
2. APLIKÁCIA MODELU V PODMIENKACH SLOVENSKEJ EKONOMIKY	12
2.1. Odhad parametrov modelu	12
2.2. Ekvilibrium modelu	16
2.3. Stabilita ekvilibria	17
ZÁVER	20
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	21

ÚVOD

Cieľom každej ekonomiky je dosiahnutie stability, ktorá je základom pre ekonomický rozvoj danej krajiny. Stabilná ekonomika vytvára priaznivé podmienky pre podnikateľské subjekty ale aj domácnosti s cieľom stimulovať investície a spotrebu. Vytvára tiež predpoklady pre prílev zahraničných investícií, dokáže udržať mieru nezamestnanosti na jej prirodzenej miere a podporuje trvalo udržateľný rozvoj. Podľa Keynesa, Minského, Asada a iných predstaviteľov intervencionalizmu sú na dosiahnutie stability ekonomiky dôležité intervencie zo strany hospodárskej politiky. Jednou z oblastí hospodárskej politiky je práve menová politika, ktorá sa snaží docieľiť cenovú stabilitu. Vplyvom prebiehajúcich finančných kríz, ktoré vznikli v dôsledku hypotekárnej krízy v USA a najmä pod vplyvom hlbokéj dlhotrvajúcej deflačnej depresie v Japonsku zostavil Asada (2011) dvojdimenzionálny dynamický model opisujúci vývoj úrokovej miery a očakávanej inflácie, ktorý je modelom monetárnej politiky.

Cieľom tejto práce je preskúmanie prvkov dvojdimenzionálneho dynamického modelu opisujúceho vývoj úrokovej miery a očakávanej inflácie, nájdenie postačujúcich podmienok pre existenciu ekvilibria tohto modelu a jeho stability a v neposlednom rade aplikácia získaných výsledkov na reálne dáta slovenskej ekonomiky.

1. TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ MODELU OPISUJÚCEHO VÝVOJ ÚROKOVEJ MIERY A OČAKÁVANEJ INFLÁCIE

Súčasný trhový systém sa prejavuje prvkami kapitalizmu. Už J.M. Keynes tvrdil, že hybnou silou kapitalisticky orientovaného systému sú výkyvy v investíciách, ktoré ovplyvňujú ekonomický cyklus. Po Veľkej hospodárskej kríze v 30. rokoch vypracoval Keynes (1939) Všeobecnú teóriu zamestnanosti, úroku a peňazí, v ktorej poukázal na dopad hospodárskej krízy a na nestabilitu trhovej ekonomiky. Tvrdil, že prostredníctvom štátneho intervencionalizmu je možné dosiahnuť stabilitu ekonomiky.

Americký ekonóm Minsky (1982, 1986, 1992) rozpracoval hypotézu o finančnej nestabilite v ktorej sa zameriaval na interpretáciu diela J. M. Keynesa a doplnil ho o finančné vzťahy. Tvrdil, že ekonomika je vo svojej podstate nestabilná, preto nehľadal žiadnu odlišnosť vo faktoroch ktoré spôsobili Veľkú hospodársku krízu v 30. rokoch a faktoroch ktoré mali vplyv na situáciu po druhej svetovej vojne. Za hlavný dôvod nestability považuje investície, spôsoby financovania investícií a inštitucionálne usporiadanie.

Minsky bol presvedčený o tom, že finančné krízy sú neodmysliteľnou súčasťou kapitalizmu. V čase, keď ekonomika dosahuje stabilný ekonomický rast resp. nachádza sa v expanzii a blahobyte, ľudia upúšťajú od opatrnosti a tak vznikajú na finančnom trhu cenové bubliny, ktoré výrazne nadhodnocujú cenu určitého aktíva.

Minsky (1992) opisuje prechod od stabilného prostredia do nestabilného prostredia, t.j. finančnej krízy, prostredníctvom úverového trhu na ktorom pôsobia banky ako veritelia a požičiavajú voľné peňažné prostriedky subjektom, u ktorých môžu s vysokou pravdepodobnosťou očakávať ich splatenie spolu s úrokom. V období expanzie investori očakávajú vyššie zisky, preto sú ochotní investovať viac peňažných prostriedkov, ktoré síce nemajú ale môžu si ich vypožičať od veriteľov. Na strane druhej, veritelia sú ochotní v čase ekonomického rastu poskytovať úvery aj na riskantnejšie investičné projekty, ktoré by za iných podmienok neposkytli. Ak sa ekonomika dostane do stavu prehrievania a spomalí sa jej rast, investori a veritelia sa stávajú opatrnejšími, no pre veriteľov vzrastajú straty z poskytnutých úverov.

Podľa Minského (1992) závisí stabilita ekonomiky od typu financovania. Rozoznáva tri typy dlhových vzťahov ekonomických subjektov, ktorých striedanie nazývame „Minského cyklus“: Hedgeové financovanie → špekulatívne financovanie → Ponziho financovanie → Hedgeové financovanie atď.

Hedgeové financovanie sa považuje za opatrnú formu financovania, ekonomické jednotky sú schopné uhradiť svoje záväzky zo svojich príjmov. Špekulatívnym financovaním ekonomické jednotky túto schopnosť strácajú. Je pre nich preto nevyhnuté kryť svoje záväzky novými krátkodobými pôžičkami resp. je nutná potreba refinancovania. Ponziho financovanie sa považuje za najrizikovejšie a teda nestabilné, pretože ekonomické subjekty nedokážu pokryť zo svojich príjmov úrok ani istinu.

Čím vyšší je podiel tzv. opatrného investovania (hedgeového financovania), tým vyššiu stabilitu dosahuje ekonomika. Naopak, zvyšujúci podiel špekulatívnych investícií vedie ekonomiku k nestabilite. Minsky dospel k záveru, že rozsiahlosť štátneho sektoru v ekonomike vytvára priaznivé podmienky pre stabilizáciu. Stabilizovať ekonomiku možno aj prostredníctvom adekvátnej hospodárskej politiky. Vhodnou politikou máme možnosť regulovať a zmierňovať krízy, avšak k tomu potrebujeme nevyhnutne tieto procesy modelovať a získané modely analyzovať.

Minského hypotéza o finančnej nestabilite bola dlhé roky ignorovaná hlavným prúdom ekonómie. O prepojenie a dynamizáciu Keynesovskej teórie a Minského hypotézy o finančnej nestabilite sa zaslúžil japonský ekonóm T. Asada. Asada (2011) zostavil dvojdimenzionálny dynamický model opisujúci vývoj úrokovej miery a očakávanej inflácie, ktorý je modelom monetárnej politiky.

Cieľom tejto kapitoly je preskúmanie prvkov dvojdimenzionálneho dynamického modelu opisujúceho vývoj úrokovej miery a očakávanej inflácie, nájdenie postačujúcich podmienok pre existenciu ekvilibria tohto modelu a prostredníctvom matematických metód zistiť za akých podmienok dokáže byť toto ekvilibrium stabilné.

1.1. Zavedenie modelu

T. Asada reagoval svojou prácou na dlhotrvajúcu deflačnú depresiu v 90-tych rokoch 20.storočia, kedy japonská ekonomika upadla do série deflačných depresií, a tiež na hypotekárnu krízu v USA z roku 2008. V 80-tych rokoch bolo Japonsko považované za líderskú ekonomiku s vysokokvalitnými produktami a pokročilou technológiou. Neustále rastúce príjmy z exportu a vysoká miera úspor viedli k sérii znížení reálnych úrokových sadzieb a tým pádom aj k poskytovaniu výhodných úverov. Japoncov tieto úvery motivovali k nakupovaniu aktív od nehnuteľností, cez cenné papiere až po rôzne umelecké diela a začala sa vytvárať bublina, ktorá následne zasiahla niekoľko sektorov naraz. Podobná situácia sa opakovala o pár rokov neskôr v USA a postupne sa preniesla aj do Európy. Tak ako v Japonsku boli aj na americkom úverovom trhu poskytované výhodné úvery. Hospodársky rast sa neustále zvyšoval, ale zväčšovala sa aj úverová bublina. Úvery sa transformovali na

investičné cenné papiere, ktoré skupovali obchodníci po celom svete, najmä z Európy. Vplyvom zvýšenia úrokovej miery americkou centrálnou bankou (ďalej len FED) úverová bublina v roku 2008 praskla a finančný sektor sa od základov otriasol.

Vplyvom krízy sa začala dostávať do popredia Minského hypotéza o finančnej nestabilite. Minsky poukázal na možnosti regulácie a zmiernovania kríz. K tomu je ale nevyhnutné tieto procesy modelovať a získané modely analyzovať. Takéto modely majú štruktúru dynamických systémov, resp. sústav diferenciálnych rovníc.

Toichiro Asada (2011, 2014) zostavil jeden z modelov tohto typu - dvojdimenzionálny dynamický model opisujúci vývoj úrokovej miery a očakávanej inflácie v podmienkach deflačnej depresie a našiel postačujúce podmienky pre existenciu ekvilibria tohto systému. Asadov model zapísaný v systéme diferenciálnych rovníc môžeme vyjadriť nasledovne:

$$\dot{r} = \alpha(\pi - \bar{\pi}) + \beta(Y - \bar{Y}), \text{ if } r > 0 \quad (1)$$

$$\dot{\pi}^e = \gamma[\theta(\bar{\pi} - \pi^e) + (1 - \theta)(\pi - \pi^e)]; \gamma > 0, 0 \leq \theta \leq 1 \quad (2)$$

Kde: Y – reálny národný dôchodok (reálny produkt) > 0 , $\bar{Y}$ –potenciálny produkt- prirodzená miera produktu zodpovedajúca prirodzenej miere nezamestnanosti (fixný) > 0 , π = miera inflácie, π^e - očakávaná miera inflácie, $\bar{\pi}$ – cieľová miera inflácie, r – nominálna úroková miera ≥ 0 , $r - \pi^e$ - očakávaná skutočná úroková miera.

1.2. Charakteristika jednotlivých častí modelu

Dvojdimenzionálny dynamický model opisujúci vývoj úrokovej miery a očakávanej inflácie je vo všeobecnosti modelom monetárnej politiky centrálnej banky a vychádza z vývoja základných makroekonomických indikátorov. Podľa Jíleka (2013) sa menovou politikou považuje regulácia nominálnej úrokovej miery za účelom dosiahnutia cenovej stability v ekonomike. Podľa smeru nastavenia nominálnej úrokovej miery má centrálna banka možnosť uplatniť dva typy menových politík: expanzívnu a reštriktívnu. Expanzívnu menovou politikou sa snaží centrálna banka zvýšiť ponuku peňazí v obehu prostredníctvom klesajúcej úrokovej miery, rastu dopytu po peniazoch, rastu investícií, rastu HDP a poklesu nezamestnanosti. Reštriktívna politika sa naopak prejaví v znížení ponuky peňazí v obehu prostredníctvom rastúcej úrokovej miery, poklesu dopytu po peniazoch, poklesu investícií, poklesu HDP a rastu nezamestnanosti.

Reálny produkt

Na zostavenie dvojdimenzionálneho dynamického modelu použil Asada (2011, 2014) makroekonomické indikátory vyjadrené prostredníctvom všeobecne platných ekonomických teórií a zákonitostí. Reálny produkt Y je charakterizovaný vzťahom (3):

$$Y = Y(r - \pi^e, G, \tau); Y_{r-\pi^e} = \frac{\partial Y}{\partial (r-\pi^e)} < 0, Y_G = \frac{\partial Y}{\partial G} > 0, Y_\tau = \frac{\partial Y}{\partial \tau} < 0 \quad (3)$$

Kde G - skutočné vládne výdavky (fixné) > 0 , τ - hraničná daňová sadzba (fixná, $0 < \tau < 1$), $r - \pi^e$ - očakávaná reálna úroková miera

Funkciu reálneho produktu sme odvodili z výdavkovej metódy tvorby reálneho dôchodku (4), ktorá je daná súčtom spotrebných výdavkov domácností C , investícií I a vládnych výdavkov G .

$$Y = C + I + G \quad (4)$$

Ak predpokladáme, že funkcia spotreby je lineárnou funkciou jej tvar potom môžeme zapísať nasledovným spôsobom:

$$C(Y^D) = c_0 + c_1(Y - T), \quad T - \text{dane}, \quad 0 \leq c_1 \leq 1 \quad (5)$$

Spotrebné výdavky domácností sú funkciou disponibilného dôchodku. Disponibilný dôchodok predstavuje tú časť dôchodku, ktorá je očistená od daní a domácnosti ju môžu využiť podľa vlastného uváženia. Premenná c_1 vyjadruje hraničný sklon k spotrebe a c_0 autonómnou spotrebu, teda spotrebu domácností nezávislú na výške disponibilného dôchodku.

Funkciu daňového zaťaženia môžeme vyjadriť nasledovne:

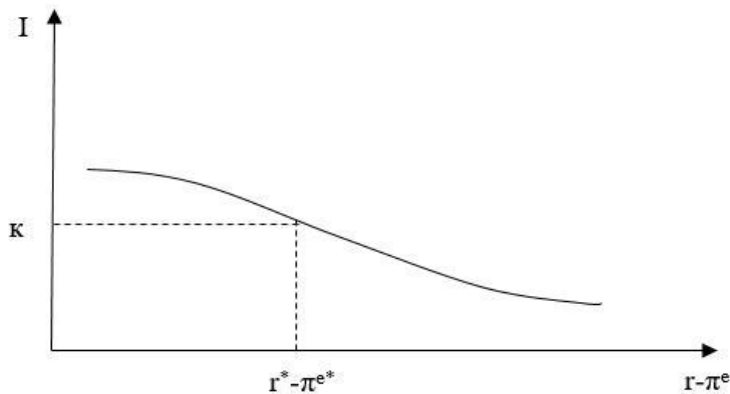
$$T = \tau Y - T_0, \quad T_0 - \text{autonómne dane} \quad 0 \leq \tau \leq 1 \quad (6)$$

Autonómna daň T_0 predstavuje typ dane, ktorá nezávisí od veľkosti dôchodku napr. majetková daň. τ - hraničná daňová sadzba.

Vládnymi výdavkami G považujeme výdavky na zabezpečenie základných funkcií vlády.

Investície I predstavujú výdavky vynaložené na získanie určitého druhu majetku. Mnoho autorov, ktorí sa vo svojich prácach venujú problematike investícií, predpokladajú lineárny tvar investičnej funkcie. Jedným z ich odporcov bol Kaldor (1939, 1940). Vo svojich príspevkoch tvrdil, že investičná funkcia by mala mať nelineárny tvar. Podľa rôznych ekonomických teórií je veľkosť investícií daná výškou reálnej úrokovej miery, kde reálna úroková miera predstavuje nominálnu úrokovú mieru očistenú o vplyv inflácie. V skutočnosti existuje medzi reálnou úrokovou mierou a investíciami inverzný vzťah. Znamená to, že ak klesne reálna úroková miera, ekonomické subjekty majú možnosť získať úverové produkty na rozvoj svojich investičných aktivít za výhodnejších a hlavne cenovo

dostupnejších podmienok. Investície tak dostávajú impulz na svoj rast, ak sa však reálna úroková miera zvýši, veľkosť investícií by mala klesnúť. Vzťah investícií a očakávanej reálnej úrokovej miery je znázornený na grafe 1. Ak by bola v ekonomike nominálna úroková miera a očakávaná inflácia v rovnovážnom stave, veľkosť investícií by odpovedala κ .



Graf 1 Investičná funkcia

Prameň: Vlastné spracovanie

Inflácia

Inflácia predstavuje stav kedy dochádza k všeobecnému rastu cien tovarov a služieb teda nárastu cenovej hladiny, následkom čoho sa znižuje kúpna sila peňazí. V skúmanom Asadovom modeli rozlišujeme tri typy miery inflácie: skutočnú infláciu π , očakávanú infláciu π^e a cieľovú infláciu $\bar{\pi}$. Skutočná miera inflácie odráža stav cenovej hladiny v ekonomike za určité obdobie spravidla jeden rok. Na meranie inflácie sa využívajú cenové indexy. Medzi najvýznamnejšie cenové indexy patrí index spotrebiteľských cien CPI, index cien výrobcov PPI a harmonizovaný index spotrebiteľských cien HICP.

Inflácia je výrazne ovplyvňovaná inflačnými očakávaniami ekonomických subjektov, ktorí ju premietajú do cien svojich vstupov a výstupov. Inflačné očakávania môžeme rozdeliť na adaptívne inflačné očakávania a racionálne inflačné očakávania. Pri adaptívnych inflačných očakávaniach ekonomické subjekty prispôsobujú svoje rozhodnutia na základe minulého cenového vývoja v ekonomike. Naproti tomu teória racionálnych očakávaní poukazuje na to, že ekonomické subjekty sa správajú racionálne pri získavaní a využívaní informácií. Vychádza nielen z údajov o historickom vývoji ale obsahuje aj informácie o pravdepodobnom budúcom cenovom vývoji. Teória racionálnych očakávaní je jednou z najvýznamnejších makroekonomických teórií, spolu s teóriou adaptívnych očakávaní

nachádzajú uplatnenie vo vysvetlení Phillipsovej krivky, prostredníctvom ktorej opísal Asada (2011, 2014) vývoj inflácie π (7).

$$\pi = \varepsilon(Y - \bar{Y}) + \pi^e; \bar{Y} > 0, \varepsilon > 0 \quad (7)$$

Vo všeobecnosti Phillipsova krivka poukazuje na vzájomný vzťah medzi mierou inflácie a mierou nezamestnanosti. Podľa viacerých ekonómov vrátane Asadu (2011) je vhodnejšie nahradiť mieru nezamestnanosti medzerou produktu, ktorá odráža mieru využitia výrobných faktorov. Medzerou produktu sa rozumie rozdiel medzi potenciálnym produktom $\bar{Y}$ a skutočným produktom Y . OECD (2014) definuje potenciálny produkt ako najvyššiu úroveň produktu (HDP), ktorú môže ekonomika vyprodukovať pri konštantnej úrovni inflácie. V prípade ak je skutočný produkt vyšší ako potenciálny hovoríme o kladnej produkčnej medzere, vplyvom ktorej dochádza v ekonomike k inflačným tlakom, preto je aj medzera produktu často označovaná ako inflačná medzera. Ak je však skutočný produkt nižší ako potenciálny vzniká záporná produkčná medzera a inflácia má tendenciu klesať.

Zo rovnice (7) plynie, že miera inflácie je výrazne ovplyvnená medzerou produktu a očakávanou mierou inflácie π^e . Parameter ε vyjadruje citlivosť medzery produktu na zmenu miery inflácie. Očakávanou mierou inflácie π^e rozumieme takú mieru inflácie, ktorá je v súlade s teóriou racionálnych očakávaní. Znamená to, že je prienikom adaptívnych očakávaní (t.j. očakávaní hodnotených na základe historického vývoja) a očakávaní o budúcom vývoji inflácie.

Menovú politiku určuje v ekonomike centrálna banka, ktorá stanovuje na určité obdobie inflačný cieľ $\bar{\pi}$. Tomuto cieľu podriadiť aj úrokovú mieru ovplyvňujúcu infláciu v ekonomike.

1.3. Analýza dynamického modelu

Prvou rovnicou dvojdimenzionálneho dynamického modelu je rovnica (1) opisujúca vývoj úrokovej miery. Asada (2011, 2014) zostavil túto rovnicu v zmysle Taylorovho pravidla, ktoré vo všeobecnosti opisuje správanie centrálnych bánk pri stanovení základnej úrokovej miery. Predpokladá, že úroková miera je ovplyvnená mierou inflácie a medzerou produktu v hospodárstve. Taylorovo pravidlo tiež možno interpretovať ako pravidlo inflačného cielenia, ktorého podstatou je stabilizácia cenovej hladiny v ekonomike.

Druhou rovnicou dvojdimenzionálneho dynamického modelu je rovnica (2) opisujúca vývoj očakávanej miery inflácie. Významným faktorom budúceho vývoja je parameter „stupeň dôveryhodnosti“ θ , ktorý meria dôveryhodnosť ekonomických subjektov voči

rozhodnutiam centrálnej banky. Stupeň dôveryhodnosti θ tak v sebe nesie informáciu o cieľoch menovej politiky. Môže dosahovať hodnoty $\langle 0;1 \rangle$.

Substitúciou rovnice reálneho produktu (3) a inflácie (7) do rovnice (1) a (2) dostávame:

$$f_1(r, \pi^e, \alpha, \beta, \varepsilon, G, \tau) = \alpha\{\varepsilon[Y(r - \pi^e, G, \tau) - \bar{Y}] + \pi^e - \bar{\pi}\} + \beta[Y(r - \pi^e, G, \tau) - \bar{Y}] \quad (8)$$

$$f_2(r, \pi^e, \gamma, \theta, \varepsilon, G, \tau) = \gamma\{\theta(\pi^e - \bar{\pi}) + (1 - \theta)\varepsilon[Y(r - \pi^e, G, \tau) - \bar{Y}]\} \quad (9)$$

Parametre $\alpha, \beta, \varepsilon, \gamma$ vyjadrujú mieru citlivosti jednotlivých zložiek modelu na vývoj úrokovej miery a očakávanej inflácie.

1.3.1. Existencia ekvilibria

Cieľom menovej politiky centrálnej banky je dosiahnutie cenovej stability. Pre centrálnu banku je preto veľmi dôležité aby ekonomické procesy podporujúce tento cieľ dosiahli taký vývoj, ktorý by sa v čase nemenil. V dynamickom modeli sa snažíme nájsť taký rovnovážny stav (ekvilíbrio), ktorý by bol v čase stabilný.

Ekvilíbrio $E[r^*, \pi^{e*}]$ dvojdimenzionálneho dynamického systému rovníc (8) a (9) je dané vzťahmi $\dot{r} = 0, \dot{\pi}^e = 0, Y = \bar{Y}$

$$Y(r^* - \bar{\pi}, G, \tau) = \bar{Y} \quad (10)$$

$$\pi^{e*} = \pi^* = \bar{\pi} \quad (11)$$

Rovnica (10) predstavuje situáciu v ktorej ak je reálny produkt realizovaný v bode ekvilibria odpovedá veľkosti potenciálneho produktu. Keďže sa centrálna banka snaží o dosiahnutie cenovej stability, je pre ňu veľmi dôležité usmerňovať nominálnu úrokovú mieru takým smerom aby prostredníctvom nej miera inflácie dosiahla cieľnú hodnotu. Rovnica (11) znamená, že v bode ekvilibria je očakávaná inflácia rovná skutočnej inflácii a skutočná inflácia je rovná cielenej inflácii.

1.3.2. Stabilita ekvilibria

Na stabilitu/nestabilitu ekvilibria majú vplyv vlastné čísla $\lambda_{1,2}$ matice lineárnej aproximácie $J(E)$.

$$J(E) = \begin{pmatrix} f_{11} & f_{12} \\ f_{21} & f_{22} \end{pmatrix}, \text{ kde}$$

$$f_{11} = \frac{\partial f_1(E)}{\partial r} = \alpha\varepsilon Y_{r-\pi^e} + \beta Y_{r-\pi^e} = (\alpha\varepsilon + \beta)Y_{r-\pi^e} < 0$$

$$f_{12} = \frac{\partial f_1(E)}{\partial \pi^e} = -\alpha\varepsilon Y_{r-\pi^e} + \alpha - \beta Y_{r-\pi^e} = -(\alpha\varepsilon + \beta)Y_{r-\pi^e} + \alpha > 0$$

$$f_{21} = \frac{\partial f_2(E)}{\partial r} = \gamma(1 - \theta)\varepsilon Y_{r-\pi^e} < 0$$

$$f_{22} = \frac{\partial f_2(E)}{\partial \pi^e} = \gamma[-\theta - (1 - \theta)\varepsilon Y_{r-\pi^e}] > 0$$

Korene charakteristickej rovnice získame z $|J(E) - \lambda I| = 0$, kde $\lambda I = \lambda \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{vmatrix}$ potom

$$|J(E) - \lambda I| = \begin{vmatrix} f_{11} - \lambda & f_{12} \\ f_{21} & f_{22} - \lambda \end{vmatrix}$$

Charakteristická rovnica polynómu 2. stupňa má tvar $\lambda^2 - \text{Tr} J(E) \lambda + \det J(E) = 0$

Korene charakteristickej rovnice $\lambda_{1,2} = \frac{\text{Tr} J(E) \pm \sqrt{(\text{Tr} J(E))^2 - 4 \det J(E)}}{2}$, kde

$$\text{Tr} J(E) = [\alpha\varepsilon + \beta - \gamma(1 - \theta)\varepsilon]Y_{r-\pi^e} - \gamma\theta, \quad \det J(E) = -\gamma(\theta\beta + \alpha\varepsilon)Y_{r-\pi^e} > 0$$

Pre skúmanie stability ekvilibria a súčasne pre budúce skúmanie kríz je dôležité aby boli korene charakteristickej rovnice čisto imaginárne, $\lambda_{1,2} = \phi \pm \omega i$ $i = \sqrt{-1}$, $\phi = 0$.

Preto musia byť splnené dve podmienky:

$$1. \text{Tr} J(E) = [\alpha\varepsilon + \beta - \gamma(1 - \theta)\varepsilon]Y_{r-\pi^e} - \gamma\theta = 0 \quad (12)$$

$$2. \det J(E) > 0$$

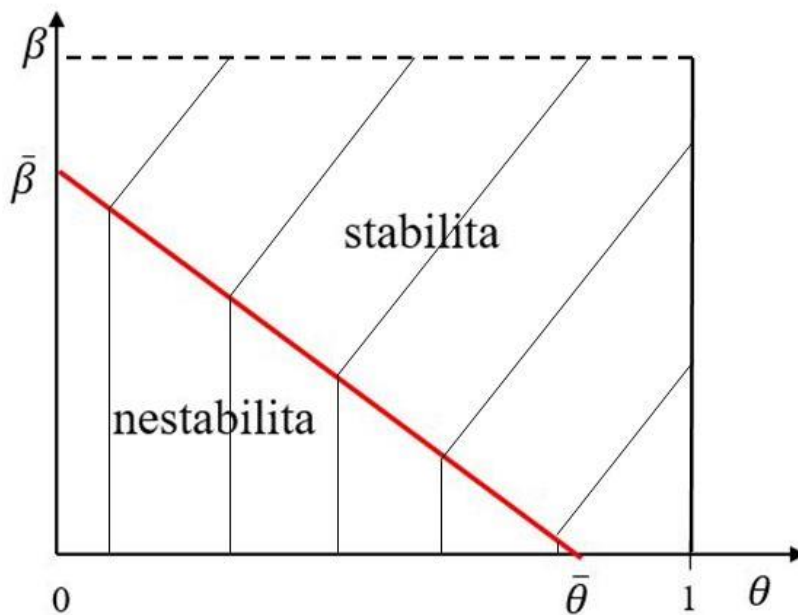
Po úprave (12) dostaneme:

$$\beta = \left(\frac{1}{Y_{r-\pi^e}} - \varepsilon \right) \gamma\theta + (\gamma - \alpha)\varepsilon \quad (13)$$

Rovnica (13) je rovnicou priamky kde nezávislou premennou je θ a závislou premennou β .

Priesečník s osou θ je $\bar{\theta}$ a priesečník s osou β je $\bar{\beta}$.

$$\bar{\theta} = \frac{(\gamma - \alpha)}{\gamma} \frac{-\varepsilon Y_{r-\pi^e}}{1 - \varepsilon Y_{r-\pi^e}} < 1 \quad \bar{\beta} = (\gamma - \alpha)\varepsilon$$



Graf 2 Stabilita riešenia

Prameň: Vlastné spracovanie

Predpokladajme, že parametre $\alpha, \beta, \gamma, \varepsilon$ sú kladné. V bodoch $[\theta, \beta]$, ktoré ležia na úsečke $[\bar{\theta}, \bar{\beta}]$, sú vlastné čísla matice lineárnej aproximácie $J(E)$ čisto imaginárne $\lambda_{1,2} = \pm i\omega$. Ak by sa parameter β zväčšil (zmenšil) za podmienky, že ostatné parametre ostanú nezmenené, porušila by sa podmienka 1. pre skúmanie stability ekvilibria $E[r^*, \pi^{e*}]$ $TrJ(E) \neq 0$, a korene charakteristickej rovnice $\lambda_{1,2}$ by tak obsahovali okrem imaginárnej časti aj reálnu časť. Ak by bola reálna časť komplexného čísla záporná parameter β by ležal nad úsečkou $[\bar{\theta}, \bar{\beta}]$, ak kladná, parameter β by ležal pod úsečkou $[\bar{\theta}, \bar{\beta}]$. Nasledujúce podmienky určujú za akých predpokladov je ekvilibrium $E[r^*, \pi^{e*}]$ stabilné.

1) Ak $0 < \alpha < \gamma$ a $0 < \theta < \bar{\theta}$ potom ekvilibrium $E[r^*, \pi^{e*}]$ je :

a) Asymptoticky stabilné pre $\beta > \left(\frac{1}{\gamma - \pi^e} - \varepsilon\right)\gamma\theta + (\gamma - \alpha)\varepsilon$

b) Nestabilné pre $\beta < \left(\frac{1}{\gamma - \pi^e} - \varepsilon\right)\gamma\theta + (\gamma - \alpha)\varepsilon$

2) Ak $0 < \alpha < \gamma$ a $\bar{\theta} \leq \theta \leq 1$, potom ekvilibrium $E[r^*, \pi^{e*}]$ je asymptoticky stabilné pre všetky hodnoty β a ε .

3) Ak $\gamma \leq \alpha$ potom ekvilibrium $E[r^*, \pi^{e*}]$ je asymptoticky stabilné pre všetky hodnoty β, ε a $0 < \theta < 1$.

2. APLIKÁCIA MODELU V PODMIENKACH SLOVENSKEJ EKONOMIKY

Druhá kapitola tejto práce sa venuje modelovaniu dynamických ekonomických procesov v podmienkach Slovenskej ekonomiky. Slovenská republika je malou otvorenou ekonomikou, ktorá vznikla 1.januára 1993 a od 1.mája 2004 je súčasťou spoločenstva Európskych krajín – Európskej Únie. Hlavným cieľom každej ekonomiky je dosiahnutie stability, ktorá je základom pre ekonomický rozvoj krajiny. Prostredníctvom dvojdimenzionálneho dynamického modelu opisujúceho vývoj úrokovej miery a očakávanej inflácie, ktorý je modelom monetárnej politiky sa pokúsime nájsť ekvilibrium tohto systému. Skúmaný model je systémom dvoch diferenciálnych rovníc, na ktorých odhadnutie sme použili štvrťročné makroekonomické údaje od roku 2005 po rok 2016. Na modelovanie dynamických procesov sme využili matematické a štatistické metódy. Pomocou regresnej analýzy a poznatkov z ekonometrie odhadneme v tejto kapitole jednotlivé parametre skúmaného modelu, ekvilibrium dvojdimenzionálneho dynamického modelu a poukážeme na stabilitu ekvilibria tohto systému.

2.1. Odhad parametrov modelu

Funkciu reálneho produktu $Y = Y(r - \pi^e, G, \tau)$; sme odvodili z výdavkovej metódy tvorby reálneho dôchodku, ktorý je daný súčtom konečnej spotreby domácností C , investícií I a vládnych výdavkov G . $Y = C + I + G$.

Konečná spotreba domácností C obsahuje:

- „výrobky a služby, ktoré sa používajú na priame uspokojenie individuálnych potrieb,
- bytové služby pre potrebu vlastníkov obydľí,
- naturálne dôchodky,
- materiály a práce spojené s malými opravami (malé opravy bytov, predmetov dlhodobej spotreby, ak sa nepovažujú za medzispotrebu),
- predmety dlhodobej spotreby, ktoré sa nepovažujú za tvorbu hrubého fixného kapitálu,
- priamo merané finančné služby a nepriamo merané finančné služby (FISIM)
- poplatky domácností za služby poisťovníctva a penzijných fondov,
- platby domácností za licencie a povolenia, ktoré sa považujú za nákup služieb,
- nákup produkcie za ekonomicky nevýznamné ceny.“ (Štatistický úrad SR, 2017)

Funkcia spotreby je funkciou disponibilného dôchodku $C(Y^D) = c_0 + c_1(Y - T)$

Priemerná spotreba domácností bola počas sledovaného obdobia v priemere 91% z disponibilných príjmov domácností. Zvyšnú časť si domácnosti odkladali vo forme úspor. Disponibilné príjmy domácností tvorili v priemere 60,61% HDP. Z čoho vyplýva, že celkové daňové zaťaženie bolo v priemere 39,39% z HDP.

Funkcia daňového zaťaženia má tvar: $T = \tau Y - T_0$,

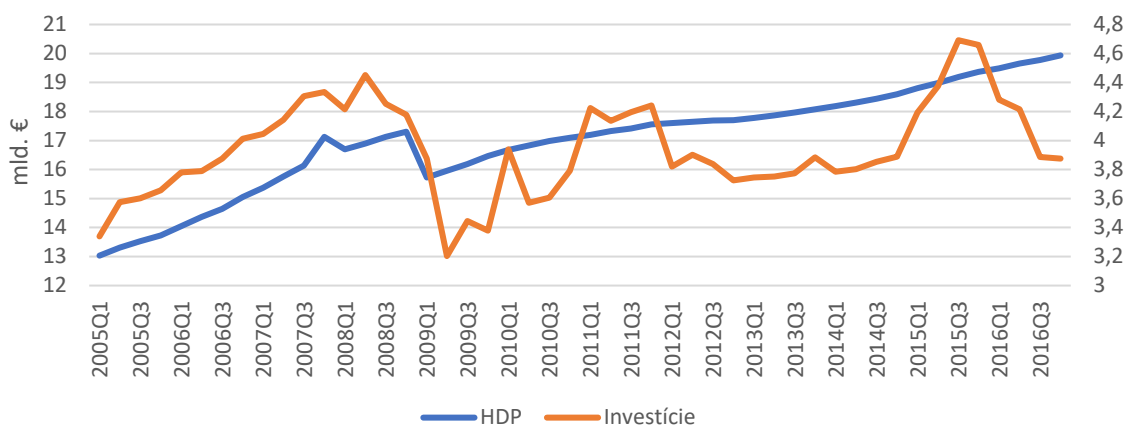
Výdavkami na konečnú spotrebu v sektore verejnej správy G rozumieme:

- „hodnotu výrobkov a služieb produkovaných verejnou správou (okrem tvorby kapitálu pre vlastné použitie),
- nákupy výrobkov a služieb realizované verejnou správou od trhových výrobcov, ktoré boli spotrebované domácnosťami,
- nepriamo merané finančné služby (FISIM).“ (Štatistický úrad SR, 2017)

Podľa Štatistického úradu SR pozostáva tvorba hrubého fixného kapitálu čiže investícií „z výdavkov na nový dlhodobý majetok, alebo z iných špecifických výdavkov, ktoré vynakladajú výrobcovia na výrobky a služby s cieľom zachovania, zvýšenia alebo rozšírenia svojej výrobnéj kapacity, alebo vytvorenia nových výrobných možností v budúcnosti.“ (2017).

V roku 2004 vstúpilo Slovensko do EÚ, ktorej úlohou je odstrániť ekonomické disparity medzi regiónmi. Na odstraňovanie týchto nerovností využíva fondy EÚ. Podpora prostredníctvom fondov EÚ, ktoré môžeme označiť ako nadnárodné intervencie, majú priamy vplyv najmä na investície ktoré sú zložkou HDP. Keynes, Minsky a ďalší predstavitelia intervencionalizmu zastávajú názor, že intervencie vhodnej hospodárskej politiky dokážu stabilizovať ekonomiku. Nestabilitu pripisujú výkyvom v investíciách a spôsobom ich financovania. Ak sú však zásahy hospodárskej politiky rozumne riadené, nemalo by dochádzať k rozsiahlym výkyvom. Nadmerné umelé zásahy vyvolávajú opačný efekt a narúšajú stabilitu ekonomického prostredia. Na grafe 3 je znázornený vývoj HDP a investícií od roku 2005 po rok 2016. Ako môžeme vidieť v roku 2008 bola ekonomika Slovenska ovplyvnená svetovou hospodárskou krízou, čo sa prejavilo v poklese investícií ale aj HDP. Následne v roku 2009 prijalo Slovensko za svoju národnú menu euro. Keďže sa euro považuje za silnú menu, jeho prijatie prispelo k vyššej stabilite ekonomiky. So stabilnou menou súvisí aj prílev priamych zahraničných investícií, ktoré ovplyvnili ďalší vývoj investícií a HDP na Slovensku. V rokoch 2007 až 2013 malo možnosť Slovensko čerpať finančné prostriedky z fondov EÚ resp. štrukturálnych fondov v rámci prvého riadneho programového obdobia 2007-2013 vo výške 11,4 mld.€ ktoré sa mali do ekonomiky

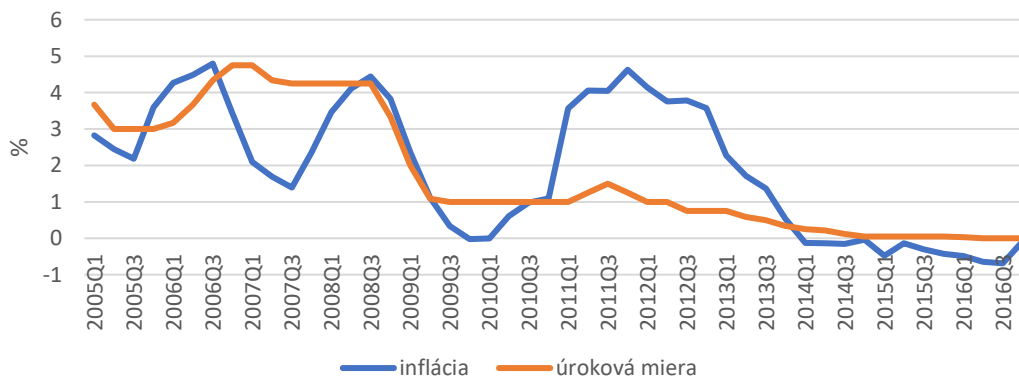
postupne uvoľňovať. Aj v dôsledku zdĺhavých administratívnych procesov a časovej nerovnomernosti rozloženia podpory projektov neboli tieto prostriedky ku koncu roka 2013 vyčerpané v plnej výške. V tomto prípade bolo možné nevyčerpané prostriedky dočerpať prostredníctvom predĺženého dvojročného obdobia, čo sa prejavilo v raste investícií počas roku 2015.



Graf 3 Vývoj investícií a HDP na Slovensku

Prameň: Vlastné spracovanie z údajov NBS a ŠÚSR

Na výšku investícií vplýva aj reálna úroková miera. Reálnou úrokovou mierou je nominálna úroková miera očistená o vplyv inflácie. Vplyvom krízy a následného nepriaznivého stavu ekonomík ostatných členských krajín EÚ Európska centrálna banka (ďalej len ECB) v snahe podporiť ekonomický rast krajín niekoľkokrát znížila nominálnu základnú úrokovú mieru. Inflácia je meraná v každej členskej krajine EÚ rovnakou metodikou harmonizovaným indexom spotrebiteľských cien (HICP), aby zabezpečila jej vzájomnú porovnateľnosť s ostatnými členskými krajinami. Graf 4 znázorňuje vývoj miery inflácie meranej HICP a základnej úrokovej miery.



Graf 4 Vývoj základnej úrokovej miery a inflácie

Prameň: Vlastné spracovanie z údajov NBS a ŠÚSR

Prostredníctvom regresnej analýzy sme odhadli parametre funkcie spotreby a daňového zaťaženia. Studentovým t-testom sme overili hypotézy o štatistickej významnosti jednotlivých parametrov modelu. Nulová hypotéza t-testu predpokladá štatistickú nevýznamnosť jednotlivých parametrov modelu. P-hodnotou testovacej štatistiky dokážeme overiť štatistickú významnosť/nevýznamnosť týchto parametrov na určitej hladine významnosti a vyhodnotiť tak stanovenú hypotézu. V celej práci uvažujeme s 5 % hladinou významnosti. T-testom sme zistili, že parametre spotreby a daňového zaťaženia sú na zvolenej 5% hladine významnosti štatisticky významné.

Tabuľka 1 Odhad parametrov regresnou analýzou

		koeficient	štand. odchýlka	t-štat	p-hod
Spotreba	C_0	1,647	0,2468	6,675	0,000
	C_1	0,749	0,0239	31,253	0,000
Daňové zaťaženie	τ	0,551	0,0237	25,421	0,000
	$-T_0$	-3,528	0,4061	-8,688	0,000

Prameň: Vlastné spracovanie, výstup z programu Eviews

C_0 -autonómna spotreba v mld.,€ C_1 -sklon k spotrebe, τ - hraničná daňová sadzba, T_0 -autonómne dane.

Pri odhade parametrov regresnou analýzou je potrebné vykonať resp. overiť niekoľko testov. Upravený koeficient determinácie R^2_{adj} poukazuje na to, koľkými percentami dokáže daný regresný model, v našom prípade regresná priamka, vyjadriť variabilitu vysvetľovanej premennej. Zvyšok predstavuje nevysvetlenú variabilitu.

F-testom sme testovali štatistickú významnosť modelu ako celku. P-hodnotou sme zamietli nulovú hypotézu o štatistickej nevýznamnosti modelu ako celku pri oboch modeloch.

Jarque-Bera testom sme testovali či náhodné chyby (reziduá) majú normálne rozdelenie. P-hodnotou sa potvrdila nulová hypotéza o normalite rozdelenia reziduí.

Prostredníctvom Durbin-Watsonovho testu sa testuje autokorelácia v zmysle autoregresnej schémy 1. rádu AR (1). Overujeme hypotézu vzájomnej nekorelovanosti náhodných chýb. V lineárnom regresnom modeli spotreby a daňového zaťaženia bola preukázaná pozitívna autokorelácia náhodných chýb.

Whiteovým testom testujeme heteroskedasticitu náhodných chýb. Heteroskedasticita predstavuje nekonštantnosť rozptylu náhodných chýb (reziduí). S heteroskedasticitou sa môžeme stretnúť ak dochádza k veľkým zmenám v hodnotách vysvetľovaných premenných. Alebo ak je vynechaná podstatná premenná modelu. Nulová hypotéza whiteovho testu

testuje homoskedasticitu (konštantnosť rozptylu) náhodných chýb. V oboch prípadoch sme p-hodnotou potvrdili homoskedasticitu náhodných chýb.

Tabuľka 2 Testovanie regresných modelov

	$R^2_{adj.}$	F-test		Test normality reziduí		Durbin-Watson	White test heteroskedasticity	
		F-štat.	p-hod	JB	p-hod		F-štat.	p-hod
Spotreba	0,954	976,742	0,000	2,442	0,295	0,731	0,733	0,486
Daňové zaťaženie	0,932	646,209	0,000	1,591	0,451	0,383	3,211	0,0506

Prameň: Vlastné spracovanie, výstup z programu Eviews

Ako sme už spomenuli, investície na Slovensku boli ovplyvnené mnohými umelými zásahmi, ktoré deformujú inverzný vzťah medzi reálnou úrokovou mierou a investíciami. Preto sme sa rozhodli, že parametre funkcie investícií nevyjadríme prostredníctvom regresnej analýzy. Funkcia investícií má tvar $I = \frac{\kappa}{1+r-\pi^e}$. Za parameter κ sme zvolili priemernú hodnotu investícií za celé sledované obdobie 3,980 mld. €.

Vládne výdavky sú v tomto modeli konštantné. Uvažujeme s ich priemernou hodnotou za sledované obdobie vo výške 3,198 mld.€.

Dosadením reálnych hodnôt do teoretických rovníc dostaneme :

$$C = 1,647 + 0,749(Y - T)$$

$$T = 0,551Y - 3,528$$

$$I = \frac{3,980}{1+r-\pi^e}$$

$$G = 3,198$$

Aplikáciou funkcie spotreby, daňového zaťaženia, investícií a vládnych výdavkov do rovnice reálneho dôchodku a po matematickej úprave, získavame všeobecný tvar:

$$Y(r - \pi^e, G, \tau) = \frac{1}{1-c_1(1-\tau)} \frac{\kappa}{1+r-\pi^e} + \frac{G+C_0+c_1T_0}{1-c_1(1-\tau)}, \text{ a po dosadení reálnych hodnôt:}$$

$$Y(r - \pi^e, G, \tau) = \frac{1}{1-0,749(1-0,551)} \frac{3,980}{1+r-\pi^e} + \frac{3,198+1,647+0,749*3,528}{1-0,749(1-0,551)} = \frac{5,997}{1+r-\pi^e} + 11,281$$

2.2. Ekvilibrium modelu

Dvojdimenziálny dynamický model opisujúci vývoj úrokovej miery a očakávanej inflácie je daný systémom dvoch rovníc:

$$f_1(r, \pi^e, \alpha, \beta, \varepsilon, G, \tau) = \alpha\{\varepsilon[Y(r - \pi^e, G, \tau) - \bar{Y}] + \pi^e - \bar{\pi}\} + \beta[Y(r - \pi^e, G, \tau) - \bar{Y}]$$

$$f_2(r, \pi^e, \gamma, \theta, \varepsilon, G, \tau) = \gamma\{\theta(\pi^e - \bar{\pi}) + (1 - \theta)\varepsilon[Y(r - \pi^e, G, \tau) - \bar{Y}]\}$$

Ako sme uviedli v teoretickej časti ekvilibrium tohto systému E $[r^*, \pi^{e*}]$ je určené vzťahmi:

$$\dot{r} = 0, \quad \dot{\pi}^e = 0, \quad Y = \bar{Y}$$

$$Y(r^* - \bar{\pi}, G, \tau) = \bar{Y}$$

$$\pi^{e*} = \pi^* = \bar{\pi}$$

Ak je reálny produkt Y realizovaný v bode ekvilibria, tak by sa veľkosť reálneho produktu Y mala rovnať veľkosti potenciálneho produktu $\bar{Y}$. V práci uvažujeme s potenciálnym produktom rovným jeho priemeru za celé sledované obdobie a to 17,104 mld.€.

Ďalšou podmienkou pre existenciu ekvilibria je rovnosť očakávanej, skutočnej a cieľovej miery inflácie. Cieľová miera inflácie vychádza z primárneho cieľa ECB, a tým je dosiahnutie cenovej stability. Kvantitatívnym vyjadrením tohto cieľa je podľa Rady guvernérov ECB „medziročný rast harmonizovaného indexu spotrebiteľských cien (HICP) v eurozóne pod 2 %“ (NBS).

Ak dáme do rovnosti reálny produkt Y a potenciálny produkt $\bar{Y}$, za podmienky, že očakávaná miera inflácie sa rovná 2%, tak :

$$\frac{5,997}{1 + r^* - 0,02} + 11,281 = 17,104$$

Potom $r^* \doteq 0,05$

Ekvilibrium dvojdimenzionálneho dynamického systému je $r^*=0,05$ a $\pi^{e*} = 0,02$.

2.3. Stabilita ekvilibria

Z dôvodu ťažšieho získavania údajov a pre zjednodušenie práce sme si parametre α , β , γ , ε zvolili sami. Parameter θ sme zvolili ako priemernú hodnotu indikátora spotrebiteľskej dôvery v očakávanú infláciu za celé sledované obdobie.

Tabuľka 3 Parametre citlivosti

Parameter	α	β	γ	ε	θ
Hodnota	$\frac{1}{6}$	0,9208	10	0,2	0,2775

Prameň: Vlastné spracovanie

Dosadením údajov do dvojdimenzionálneho dynamického modelu vieme zistiť parciálne derivácie, ktoré potrebujeme v matici lineárnej aproximácie.

$$f_1(r, \pi^e, \alpha, \beta, \varepsilon, G, \tau) = \alpha\{\varepsilon[Y(r - \pi^e, G, \tau) - \bar{Y}] + \pi^e - \bar{\pi}\} + \beta[Y(r - \pi^e, G, \tau) - \bar{Y}]$$

$$f_2(r, \pi^e, \gamma, \theta, \varepsilon, G, \tau) = \gamma\{\theta(\pi^e - \bar{\pi}) + (1 - \theta)\varepsilon[Y(r - \pi^e, G, \tau) - \bar{Y}]\}$$

Pre zjednodušenie: $Y_{r-\pi^e} = \frac{\partial Y(r-\pi^e, G, \tau)}{\partial r-\pi^e} \doteq \frac{-5,997}{(1,03)^2} \doteq -5,653$

Na posúdenie stability ekvilibria $E[r^*, \pi^{e*}]$ využijeme maticu lineárnej aproximácie Jacobiho maticu $J(E)$.

$$J(E) = \begin{pmatrix} f_{11} & f_{12} \\ f_{21} & f_{22} \end{pmatrix} - \lambda I = \lambda \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{vmatrix} \quad \text{kde}$$

$$f_{11} = \frac{\partial f_1(E)}{\partial r} = \alpha \varepsilon Y_{r-\pi^e} + \beta Y_{r-\pi^e} = (\alpha \varepsilon + \beta) Y_{r-\pi^e} < 0$$

$$f_{12} = \frac{\partial f_1(E)}{\partial \pi^e} = -\alpha \varepsilon Y_{r-\pi^e} + \alpha - \beta Y_{r-\pi^e} = -(\alpha \varepsilon + \beta) Y_{r-\pi^e} + \alpha > 0$$

$$f_{21} = \frac{\partial f_2(E)}{\partial r} = \gamma(1 - \theta) \varepsilon Y_{r-\pi^e} < 0$$

$$f_{22} = \frac{\partial f_2(E)}{\partial \pi^e} = \gamma[-\theta - (1 - \theta) \varepsilon Y_{r-\pi^e}] > 0$$

Dosadením získaných údajov dostávame:

$$f_{11} = \left(\frac{1}{6} 0,2 + 0,9208\right) (-5,653) = -5,394 < 0$$

$$f_{12} = -\left(\frac{1}{6} 0,2 + 0,9208\right) (-5,653) + \frac{1}{6} = 5,560 > 0$$

$$f_{21} = 10(1 - 0,2775)0,2(-5,653) = -8,169 < 0$$

$$f_{22} = 10(-0,2775 - (1 - 0,2775)0,2(-5,653)) = 5,394 > 0$$

$$\text{Potom } J(E) = \begin{pmatrix} -5,394 & 5,560 \\ -8,169 & 5,394 \end{pmatrix}$$

Vlastnosti tejto matice sú dané jej koreňmi resp. vlastnými číslami $\lambda_{1,2}$. Korene charakteristickej rovnice získame z $|J(E) - \lambda I| = 0$, kde $\lambda I = \lambda \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \lambda \end{vmatrix}$ potom

$$|J(E) - \lambda I| = \begin{vmatrix} -5,394 - \lambda & 5,560 \\ -8,169 & 5,394 - \lambda \end{vmatrix}$$

Pre skúmanie stability ekvilibria a súčasne pre budúce skúmanie kríz je dôležité aby boli korene charakteristickej rovnice čisto imaginárne. Preto musia byť splnené dve podmienky:

$$1. \text{Tr} J(E) = [\alpha \varepsilon + \beta - \gamma(1 - \theta) \varepsilon] Y_{r-\pi^e} - \gamma \theta = 0 \quad (12)$$

$$2. \det J(E) > 0, \quad \text{kde}$$

$$1. \text{Tr} J(E) = \left[\frac{1}{6} 0,2 + 0,9208 - 10(1 - 0,2775)0,2\right] (-5,653) - 10 * 0,2775 = 0$$

$$2. \det J(E) = 16,329 > 0$$

Charakteristická rovnica polynómu 2. stupňa má tvar $\lambda^2 - 0 \lambda + 16,329 = 0$

Korene charakteristickej rovnice sú v tomto prípade čisto imaginárne:

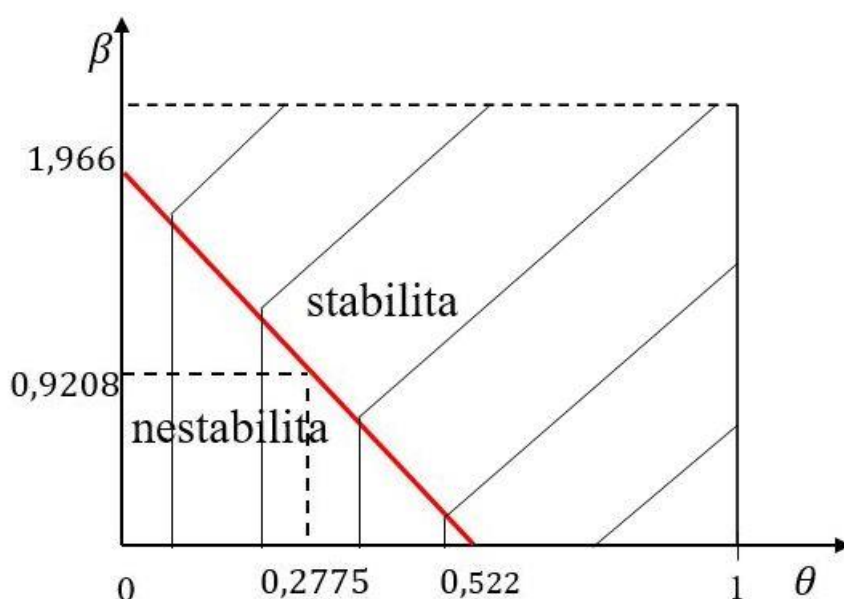
$$\lambda_{1,2} = \frac{\pm \sqrt{(-4 * 16,329)}}{2} = \pm 4,04086i; \quad i = \sqrt{-1}$$

Pre skúmanie stability ekvilibria $E[r^*, \pi^{e*}]$ musíme vyjadriť z rovnice (12) parameter β ako závislú premennú ktorá je lineárnou funkciou nezávislej premennej parametra θ .

$$\beta = \left(\frac{1}{\gamma_{r-\pi^e}} - \varepsilon \right) \gamma \theta + (\gamma - \alpha) \varepsilon = \left(\frac{1}{-5,653} - 0,2 \right) 10\theta + \left(10 - \frac{1}{6} \right) 0,2$$

Z uvedenej rovnice vyjadríme priesečník s osou β ako $\bar{\beta}$ a priesečník s osou θ ako $\bar{\theta}$.

$P_\theta[\bar{\theta}, 0] = [0,522; 0]$. $P_\beta[0, \bar{\beta}] = [0; 1,966]$. V nasledujúcom grafe sú zobrazené tieto priesečníky ako aj hodnoty $\theta=0,2775$ a $\beta=0,9208$ s ktorými sme uvažovali pri modelovaní stability ekvilibria $E[r^*, \pi^{e*}]$ pre slovenskú ekonomiku. Dvojicu hodnôt $\theta=0,2775$ a $\beta=0,9208$, môžeme nazvať aj bifurkačnou dvojicou parametrov. V okolí bifurkačnej dvojice parametrov dochádza k zmene vlastnosti dynamického systému. V bodoch $[\theta, \beta]$, ležiacich nad úsečkou je ekvilibrium lokálne asymptoticky stabilné, a v bodoch $[\theta, \beta]$, ležiacich pod úsečkou je ekvilibrium nestabilné.



Graf 5 Stabilita riešenia

Prameň: Vlastné spracovanie

Hlbšie skúmanie okolia bifurkačnej dvojice umožňuje modelovať finančné krízy. V sústave diferenciálnych rovníc ide o skúmanie cyklov. Avšak problematika cyklov nie je predmetom skúmania tejto práce. Táto práca otvorene poukazuje na dôležitosť modelovania ekonomických procesov akým je aj stabilita v oblasti menovej politiky a otvára tak možnosti pre jej ďalší výskum.

ZÁVER

Touto prácou sme poukázali na dôležitosť skúmania ekonomických procesov v oblasti ich stability. Bližšie sme sa venovali monetárnej stabilizačnej politike a jednému z modelov tohto typu.

V teoretickej časti práce sme preskúmali prvky dvojdimenzionálneho dynamického modelu opisujúceho vývoj úrokovej miery a očakávanej inflácie ako aj postačujúce podmienky pre existenciu ekvilibria tohto systému a jeho stability.

V analytickej časti sme aplikovali výsledky získané v teoretickej časti na reálne dáta slovenskej ekonomiky. Pomocou regresnej analýzy sme odhadli funkciu spotreby a funkciu daňového zaťaženia, ktoré sú zložkami reálneho produktu. Funkciu investícií sa nám prostredníctvom regresnej analýzy odhadnúť nepodarilo. Dôvodom bola deformácia vývoja investícií spôsobená pokrízovým obdobím a nadmernými umelými zásahmi. Rovnicu opisujúcu vývoj investícií sme tak umelo odhadli pomocou všeobecne platných ekonomických teórií a zákonitostí. Ďalším problémom s ktorým sme sa stretli boli parametre citlivosti na zmeny v uvažovanom modeli. Hodnoty týchto parametrov sme si pre zjednodušenie a kvôli problémom so získaním údajov zvolili sami.

Aplikáciou reálnych údajov do dvojdimenzionálneho dynamického modelu sme našli ekvilibrium tohto systému. Maticou lineárnej aproximácie, ktorá je dôležitá pre svoje vlastnosti dané vlastnými číslami sme preukázali, že ekvilibrium dvojdimenzionálneho dynamického modelu je pre uvažované hodnoty stabilné.

Prínos práce vidíme v konštrukcii modelu použitím reálnych dát opisujúcich vývoj slovenskej ekonomiky a podrobnom postupe zostavenia tohto modelu. Prácou vyzdvihujeme dôležitosť dynamického modelovania ekonomických procesov a poukazujeme na možnosti pre ďalší výskum.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. ASADA, T., ISHIWAKA, T. 2007. *Time and Space in Economics*. Tokyo : Springer-Verlag, 2007. 314 s. ISBN 4-431-45977-4.
2. ASADA, T., et al. 2010. *Monetary Macrodynamics*. London : Routledge, 2010. 448 s. ISBN10: 0-415-54837-3.
3. ASADA, T. 2010. „Central Banking and Deflationary Depression: A Japanese Perspective“. In *Central Banking and Globalization*, New York : Nova Science Publishers, ISBN13: 978-1-60876-056-5. s. 91-114.
4. ASADA, T. 2011. Modeling Financial Instability. [online]. 2011. [cit. 07.02.2017]. Dostupné na internete : < http://www.boeckler.de/pdf/v_2011_10_27_asada.pdf >
5. ASADA, T. 2014. *Mathematical Modelling of Financial Instability and Macroeconomic Stabilization Policies*
In DIECI, R., HE, X.Z., HOMMES, C. 2014. *Nonlinear Economic Dynamics and Financial Modelling*. Switzerland : Springer. 2014. ISBN 978-3-319-07469-6. s. 41-63.
6. ASADA, T. 2014. *The Development of Economics in Japan : from the inter-war period to the 2000s*. New York : Routledge, 2014. 232 s. ISBN 978-0-415-66429-5.
7. ASADA, T., DEMETRIAN, M., ZIMKA, R. 2016. The Stability of Normal Equilibrium Point and the Existence of Limit Cycles in a Simple Keynesian Macrodynamical Model of Monetary Policy. In *Essays in Economic Dynamics*. Singapore : Springer, 2016. ISBN 978-981-10-1521-2. p.145-162.
8. GANDOLFO, G. 1997. *Economic Dynamics : Study Edition*. Berlin : Springer-Verlag. 1997. 675 s. ISBN 3-540-62760-X.
9. JÍLEK, J. 2013. *Finance v globální ekonomice II. Menová a kurzová politika*. Praha : GRADA. 2013. 560 s. ISBN 978-80-247-4516-9.
10. KALDOR, N. 1939. Speculation and economic stability. In *Review of Economic*. Vyd. 7, 1939. číslo 1. s. 1 – 27.
11. KALDOR, N. 1940. A Model of the Trade Cycle. In *Economic Journal*. Vyd. 50, 1940. číslo 197. s. 78-92.
12. KEYNES, J. M. 1936. *The General Theory of Employment, Interest, and Money*. [online]. 1936. [cit. 06.12.2016]. Dostupné na internete : <<http://cas.umkc.edu/economics/people/facultypages/kregel/courses/econ645/winter2011/generaltheory.pdf>>

13. MINSKY, H. 1982. *Can „It“ Happen Again? Essays on Instability and Finance*. Armonk, New York. M. E. Sharpe.
14. MINSKY, H. 1986. *Stabilizing an Unstable Economy*. New Haven : Yale University Press. 1986.
15. MINSKY, H. 1992. *The Financial Instability Hypothesis*. Levy Economics Institute. 1992.
16. WOOLDRIDGE, J.M. 2008. *Introductory Econometrics : A modern approach*. South-Western : Cengage Learning, 2008. 896 s. ISBN 13: 978-0-324-66054-8.
17. ZIMKA, R. 2007. *Matematika v ekonómii II*. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, 2007. 201 s. ISBN 978-80-8083-538-5.
18. ZIMKA, R. 2004. *Matematika v ekonómii I*. Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela, 2004. 276 s. ISBN 80-8083-009-6.
19. Štatistický úrad Slovenskej republiky (ŠÚSR). 2017. Dostupné na internete: <www.statistics.sk>.
20. Štatistický úrad Európskeho spoločenstva (Eurostat). 2017. Dostupné na internete : <www.eurostat.eu>
21. Národná banka Slovenska (NBS). 2017. Dostupné na internete : <www.nbs.sk>
22. Organizácia pre hospodársku spoluprácu a rozvoj (OECD). 2017. Dostupné na internete : <www.oecd.org>