František Gachulinec

Monetárno-politické pravidlá v režime inflačného cielenia

Úvod

V posledných desaťročiach došlo k prudkému rozvoju výpočtovej techniky, softvéru a hardvéru, sofistikovaných algoritmov riešenia, najmä dynamických stochastických optimalizačných úloh a ekonomických teórii, najmä teórie racionálnych očakávaní. Tieto skutočnosti posilnili význam modelového prístupu k hodnoteniu monetárno-politických rozhodnutí v minulosti a vďaka nim tiež modelový prístup zohráva dôležitejšiu úlohu v dnešnom monetárno-politickom rozhodovacom procese, ktorého výsledkom by mal byť verdikt, napr. znížiť kľúčové sadzby o pol percenta, zabezpečujúci konvergenciu hodnôt cieľových makroekonomických premenných k hodnotám stanovených spoločenských cieľov v budúcnosti.

Tento príspevok sa venuje možnostiam získania dodatočných informácií z modelu monetárnej politiky a vhodne zvolenej celkovej stratovej funkcie v podobe optimálnych reakčných funkcií, v podobe ohodnotenia výkonu rôznych reakčných funkcií pomocou funkcie celkovej straty a v podobe impulz-reakčných funkcií, ktoré testujú šokovú odolnosť optimálnych a iných reakčných funkcií. V príspevku sa predpokladá, že model monetárnej politiky je skonštruovaný a odhadnutý (alebo kalibrovaný), že je lineárny, abstrahuje napr. od možnej rýdzej konvexnosti krátkodobej Phillipsovej krivky, ohraničenosti úrokovej miery a iných zdrojov nelinearity a tým aj od všetkých dôsledkov z toho vyplývajúcich, ako je poloha NAIRU a pod. a že centrálna banka pracuje v režime inflačného cielenia, čo je dnes vo svete i na Slovensku aktuálnou témou. Príspevok pozostáva zo štyroch častí. V časti 1. je opísaný technický rámec, upresnené niektoré pojmy a uvedená klasifikácia reakčných funkcií a pravidiel konzistentných s režimom inflačného cielenia. Časť 2. sa zaoberá optimalizačnými technikami, riešením moderných lineárnych modelov monetárnej politiky a funkciami impulz-reakcie. V 3. časti sú na jednoduchý konkrétny model aplikované techniky z 2. časti a uvedené niektoré ďalšie možnosti ich využitia pri modelovaní ekonomických procesov. Táto časť je tiež pokusom o ekonomickú interpretáciu a bližšie vysvetlenie niektorých pojmov, vzťahov a techník uvedených v 1. a 2. časti. Záverečná 4. časť upozorňuje, že monetárno-politické rozhodnutie nemožno založiť len na informáciách získaných z jedného modelu.

1. Technický rámec, základné pojmy, klasifikácia reakčných funkcií a pravidiel

1.1. Technický rámec

Pri vymedzení, či upresnení niektorých pojmov, klasifikácii reakčných funkcií a pravidiel konzistentných s režimom inflačného cielenia bude vhodné najskôr popísať v súlade s vyššie uvedenými predpokladmi a v súlade so súčasnými trendami v modelovaní režimu inflačného cielenia vychodiskový technický rámec. Podobne ako v [3], nech stratová funkcia centrálnej banky pre t - té obdobie má tvar:

$$L_t = (\pi_t - \pi_t^*)^2 + \lambda y_t^2 + \nu(i_t - i_{t-1})^2 , \qquad (1)$$

kde π_t je inflácia v čase t, π_t^* je inflačný cieľ v čase t, y_t je medzera v outpute v čase t (cieli sa nulová medzera v outpute), pomocou $\lambda \geq 0$ sú vyjadrené váhy, kladené na stabilizáciu medzery v outpute a $\nu \geq 0$ je váha kladená na diferenciu inštrumentov i_t v období t a t-1.

Stratovú funkciu pre obdobie t možno vyjadriť všeobecnejšie:

$$L_t = (Y_t - Y_t^*)' K (Y_t - Y_t^*) , \qquad (2)$$

kde Y_t je stĺpcový vektor cieľových premenných, Y_t^* je stĺpcový vektor cieľov, K je pozitívne semidefinitná matica váh a ’ je operácia transponovania. Celková stratová funkcia v čase τ bude:

$$J_\tau = E_\tau \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t L_{\tau+t} , \qquad (3)$$

kde $L_{\tau+t}$ je (2) v čase τ+t, E_τ je podmienená stredná hodnota, podmienená na informáciách v čase τ, β je diskontný faktor z otvoreného intervalu od 0 po 1, umožňujúci centrálnym bankárom priradiť geometrické váhy na budúce straty.

Stavovo-časová forma zápisu modelu monetárnej politiky nech je:

$$G\begin{bmatrix} X_{t+1} \\ E_t x_{t+1} \end{bmatrix} = A\begin{bmatrix} X_t \\ x_t \end{bmatrix} + Bi_t + \begin{bmatrix} v_{t+1} \\ 0 \end{bmatrix}, \qquad (4)$$

kde X_t je stĺpcový vektor predeterminovaných, alebo tiež stavových premenných, ktorý obsahuje všetky exogénne premenné, vystupujúce v modeli, x_t je stĺpcový vektor dopredu hľadiacich endogénnych premenných, ktoré závisia aj na svojich očakávaných budúcich hodnotách, i_t je stĺpcový vektor nástrojov centrálnej banky, E_t je operátor podmienenej strednej hodnoty, podmienenej na informáciách na konci obdobia t, kedy X_t, i_t aj x_t sú známe, G, A, B sú matice parametrov, v_{t+1} je stĺpcový vektor náhodných chýb so štandardnými predpokladmi, 0 je nulový stĺpcový vektor. Na začiatku obdobia t je známy stav X_t, v_t, ich minulé hodnoty a minulé hodnoty nástrojov, potom je vybrané i_t, následne je realizované x_t a obdobie t končí. Ak v konkrétnom modeli (4) vystupujú dopredu hľadiace premenné, takýto model sa nazýva dopredu hľadiaci model s racionálnymi očakávaniami. Ak neobsahuje dopredu hľadiace premenné, nazýva sa dozadu hľadiaci a to aj v prípade, ak medzi predeterminované premenné patrí endogénna premenná reprezentujúca racionálne očakávania.

Cieľové premenné v stratovej funkcii (2) možno pomocou premenných v modeli (4) vyjadriť:

$$Y_t = CZ_t \ , \qquad (5)$$

kde C je matica (známych) parametrov a $Z_t = [X_t', x_t', i_t']'$.

Nasledujúce príklady sú jednoduchými ilustráciami dopredu hľadiaceho a dozadu hľadiaceho modelu:

<u>Príklad 1. – dopredu hľadiaci CGG model</u>

Autormi tohto modelu sú Clarida, Gertler, Gali (CGG) a je uvedený napr. v [2]. Model pozostáva zo štyroch rovníc:

i./ $\pi_t = \beta E_t \pi_{t+1} + \delta(\phi y_t + \varepsilon_{\pi t})$,

ii./ $E_t y_{t+1} = y_t + (1/\gamma)(i_t - E_t \pi_{t+1}) + \varepsilon_{yt}$,

iii./ $\varepsilon_{\pi t+1} = \tau_\pi \varepsilon_{\pi t} + \xi_{\pi t+1}$, iv./ $\varepsilon_{yt+1} = \tau_y\, \varepsilon_{yt} + \xi_{yt+1}$,

kde rovnica i./ reprezentuje dopredu hľadiacu Phillipsovu krivku a ponukovú stranu ekonomiky s koeficientom β, zhodným s diskontným faktorom v (3), rovnica ii./ predstavuje krivku agregovaného dopytu a je výsledkom riešenia optimalizačného problému pre optimálnu spotrebu s tým, že spotreba sa stotožnila s outputom, nástrojom centrálnej banky je krátkodobá nominálna úroková miera i_t, $\varepsilon_{\pi t}$ označuje cenový šok, ε_{yt} negatívny dopytový šok. Oba šoky sú modelované ako AR(1) procesy, čo vyjadrujú rovnice iii./ a iv./.

CGG model možno prepisať do stavovo-časovej formy tvaru (4) nasledovne:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \beta & 0 \\ 0 & 0 & 1/\gamma & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{\pi t+1} \\ \varepsilon_{yt+1} \\ E_t\pi_{t+1} \\ E_t y_{t+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \tau_\pi & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \tau_y & 0 & 0 \\ -\delta & 0 & 1 & -\delta\phi \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{\pi t} \\ \varepsilon_{yt} \\ \pi_t \\ y_t \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1/\gamma \end{pmatrix} i_t + \begin{pmatrix} \xi_{\pi t+1} \\ \xi_{yt+1} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \qquad (6)$$

V 3. časti príspevku sú práve na model (6) aplikované techniky z 2. časti. Príkladom, trochu zložitejšieho, dopredu hľadiaceho modelu pre malú otvorenú ekonomiku, je Svenssonov model v [9].

Príklad 2. – dozadu hľadiaci model uzavretej ekonomiky

Autorom tohto modelu je L.E.O. Svensson a je uvedený napr. v [10]. Model pozostáva z troch rovníc:

i'./ $\pi_{t+1} = \pi_t + \alpha_y\, y_t + \varepsilon_{t+1}$,

ii'./ $y_{t+1} = \beta_y\, y_t + \beta_z\, z_t - \beta_r\,(i_t - E_t\pi_{t+1} - r) + \eta_{t+1}$,

iii'./ $z_{t+1} = \gamma_z\, z_t + \theta_{t+1}$,

kde rovnica i'./ predstavuje Phillipsovu krivku a ponukovú stranu ekonomiky, π_t je inflácia v roku t, y_t je medzera v outpute, $\alpha_y>0$. Rovnica ii'./ je rovnicou agregovaného dopytu, $\beta_y \geq 0$, $\beta_r>0$, i_t je krátkodobá nominálna úroková miera, ktorá je nástrojom centrálnej banky, r je priemerná reálna úroková miera, z_t je exogénna premenná daná rovnicou iii'./, kde $0 \leq \gamma_z < 1$. ε_t, η_t a θ_t sú šoky so štandardnými predpokladmi.

Tento model môže byť zapísaný v tvare (4), avšak bez dopredu hľadiacich premenných, kde vektor predeterminovaných premenných $X_t = [\pi_t, y_t, E_t\pi_{t+1}, z_t, 1]'$ a vektor šokov $v_t = [\varepsilon_t, \eta_t, \varepsilon_t+\alpha_y\eta_t, \theta_t, 0]'$. Z rovnice i'./ totiž vyplýva, že $E_t\pi_{t+1}$ (= $\pi_t+\alpha_y y_t$) je predeterminovaná. Stavovo-časová forma (4) sa v tomto prípade redukuje na:

$$GX_{t+1} = AX_t + Bi_t + v_{t+1} , \qquad (7)$$

kde G je jednotková matica a matice A a B možno jednoznačne stanoviť po úvahe, že z rovnice i'./ vyplýva $E_{t+1}\pi_{t+2}= \pi_{t+1}+\alpha_y y_{t+1}$, čo po dosadení za π_{t+1} z rovnice i'./ a za y_{t+1} z rovnice ii'./ reprezentuje tretiu rovnicu stavovo-časovej formy (7). Posledná z piatich rovníc stavovo-časovej formy (7) je identita (1=1), ale nie je nadbytočná. Zaradením konštanty (jednotky) do vektora predeterminovaných premenných sa vyrieši problém s konštantami v pôvodnom modeli.

1.2. Základné pojmy, klasifikácia reakčných funkcií a pravidiel

Vyššie uvedený lineárno-kvadratický technický rámec umožňuje presnejšie opísať pojem reakčnej funkcie, pravidla a rôznych druhov reakčných funkcií a pravidiel. Vzhľadom na vlastnosti riešenia modelu (4) a vlastnosti riešenia dynamického stochastického regulačného problému s nekonečným časovým horizontom: minimalizovať (3) za podmienok (2), (4), (5) a X_τ dané, bude ďalej pozornosť sústredená na lineárne reakčné funkcie a pravidlá.

Reakčné funkcie sa delia na explicitné a implicitné. Pod explicitnou reakčnou funkciou sa rozumie zobrazenie, ktoré vektoru predeterminovaných premenných X_t priradí vektor nástrojov i_t. Lineárna explicitná reakčná funkcia sa dá popísať vzťahom:

$$i_t = hX_t , \qquad (8)$$

kde h je matica reakčných koeficientov. Implicitnú reakčnú funkciu možno popísať ako zobrazenie, v ktorom vektor inštrumentov i_t zavisí od vektora predeterminovaných premenných X_t a aj od vektora dopredu hľadiacich premenných x_t. Lineárna implicitná reakčná funkcia by mohla mať napr. tvar: $i_t = hX_t + gx_t$, kde h a g sú matice reakčných koeficientov a g je rôzna od nulovej matice.

Pod monetárno-politickým pravidlom (skrátene pravidlom) sa rozumie predpis, vyjadrený algebraicky, numericky alebo graficky, podľa ktorého sa vykonáva monetárna politika. Pravidlom sa môže stať explicitná alebo implicitná reakčná funkcia, ak reakčné koeficienty spolu s funkčným tvarom sú predpísané pre vykonávanie monetárnej politiky. V súčasnej literatúre sa rozlišujú inštrumentálne a cieľové pravidlá. Inštrumentálne pravidlá sa delia na explicitné a implicitné a to podľa toho, aká reakčná funkcia ich popisuje. V súvislosti s inflačným cielením, dôležitými príkladmi implicitných, dopredu hľadiacich pravidiel sú pravidlo inflačnej prognózy založenej na konštantnej úrokovej miere a pravidlo inflačnej prognózy založenej na s pravidlom konzistentnej úrokovej miere, za predpokladu, že v oboch pravidlách sú inflačné prognózy pre časové horizonty väčšie alebo rovné ako najmenší horizont, v ktorom môže krátkodobá úroková miera, chápaná ako monetárno-politický nástroj, ovplyvniť infláciu. V prípade inštrumentálnych pravidiel možno definovať jednoduché, optimálne a optimálne jednoduché pravidlá, pričom pri optimálnych sa rozlišuje, či sa optimalizuje za predpokladov spojených so záväzným (optimalizácia pod záväzkom) alebo diskrecionárnym časovo konzistentným (optimalizácia pod diskréciou) správaním centrálnej banky. Vzniknú tak v literatúre známe pravidlá: optimálne záväzné pravidlo, optimálne jednoduché záväzné pravidlo, optimálne diskrecionárne pravidlo a optimálne jednoduché diskrecionárne pravidlo. Prvé tri sú podrobnejšie opísané v 2. časti príspevku a posledné možno nájsť v [2]. Za predpokladu Woodfordom navrhovanej koncepcie nekonečnej perspektívy, by bolo možné definovať a odvodiť optimálne Woodfordove pravidlo.

Rozčlenenie pravidiel na nástrojové a cieľové súvisí so vznikom režimu inflačného cielenia. Cieľové pravidlá zaviedol L.E.O. Svensson, ktorý zastáva názor, že cieľovými pravidlami sa dá lepšie opísať rozhodovací rámec, uvažovanie a prax centrálnych bánk v režime inflačného cielenia. Optimálne cieľové pravidlo sa odvodzuje z podmienok prvého rádu, ktoré vzniknú z povinnosti minimalizovať funkciu celkovej straty pod diskréciou. Stochastická optimalizačná úloha (a_τ): minimalizovať (3), za podmienok (2), (4), (5) a X_τ dané, je ekvivalentná s deterministickou optimalizačnou úlohou:

minimalizovať $$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t (E_\tau Y_{\tau+t} - Y^*_{\tau+t})'K(E_\tau Y_{\tau+t} - Y^*_{\tau+t}),$$

za podmienky, že $$[Y_\tau, E_\tau Y_{\tau+1}, E_\tau Y_{\tau+2}, \ldots] \in \mathcal{Y}_\tau,$$

kde $\mathcal{Y}_\tau$ je množina všetkých trajektórií $[Y_\tau, E_\tau Y_{\tau+1}, E_\tau Y_{\tau+2}, \ldots]$, ktoré závisia na takých trajektóriách $[i_\tau, E_\tau i_{\tau+1}, E_\tau i_{\tau+2}, \ldots]$, pre ktoré sú trajektórie $[X_\tau, E_\tau X_{\tau+1}, E_\tau X_{\tau+2}, \ldots]$, $[x_\tau, E_\tau x_{\tau+1}, E_\tau x_{\tau+2}, \ldots]$ (obe závislé na $[i_\tau, E_\tau i_{\tau+1}, E_\tau i_{\tau+2}, \ldots]$) a $[Y_\tau, E_\tau Y_{\tau+1}, E_\tau Y_{\tau+2}, \ldots]$ ohraničené. Uzly trajektórií $E_\tau Y_{\tau+t}$, $E_\tau X_{\tau+t}$ a $E_\tau x_{\tau+t}$, pre $t>0$ sú podmienené prognózy, podmienené na informáciách v čase τ, ktoré sú: X_τ, vzťahy (4), (5), trajektória $[i_\tau, E_\tau i_{\tau+1}, E_\tau i_{\tau+2}, \ldots]$ a $E_\tau(v_{\tau+t})=0$, pre všetky $t>0$. Ďalej, pri transformácii stochastického optimalizačného problému na deterministický, bolo použité:

$$E_\tau L_{\tau+t} = (E_\tau Y_{\tau+t} - Y^*_{\tau+t})'K(E_\tau Y_{\tau+t} - Y^*_{\tau+t}) + E_\tau(w_{\tau+t}'Kw_{\tau+t}),$$

a $$Y_{\tau+t} = E_\tau Y_{\tau+t} + w_{\tau+t},$$

pričom $w_{\tau+t}$ je stĺpcový vektor náhodných chýb so štardardnými predpokladmi a $E_\tau(w_{\tau+t}'Kw_{\tau+t})$ sa považuje za konštantu. Skonštruovať podmienené prognózy vyššie uvedených premenných je jednoduché v dozadu hľadiacom modeli, teda, ak sa model (4) nahradí modelom (7). Postup odvodenia optimálneho cieľového pravidla pre tento prípad je uvedený v [6]. Určité komplikácie vznikajú s podmienenými prognózami v prípade dopredu hľadiaceho modelu (4). Tento problém je vyriešený v dodatku [10]. Odvodené optimálne cieľové pravidlo možno interpretovať ako explicitnú alebo implicitnú reakčnú funkciu.

Okrem vyššie uvedeného členenia, sa rozoznávajú deskriptívne a normatívne pravidlá. Deskriptívne pravidlá sa snažia opísať monetárno-politické správanie, normatívne pravidlá sa snažia hodnotiť monetárno-politické akcie v minulosti alebo poradiť, v istom zmysle najlepšie, budúce nastavenie monetárno-politických nástrojov.

Dôležitým príkladom monetárneho pravidla je známe Taylorove pravidlo, ktoré má tvar:

$$i_t = r + (1 + \chi)\pi_t + \mu y_t - \chi\pi^*_t, \tag{9}$$

kde i_t je krátkodobá úroková miera, r je rovnovážna reálna úroková miera, π_t je miera inflácie, y_t je percentuálna odchýlka reálneho outputu od trendu, π^*_t je cieľová hodnota miery inflácie, χ a μ sú pozitívne koeficienty. Toto pravidlo je pomenované podľa J. B. Taylora, ktorý na jeho odvodenie v tvare (9) využil monetárno-politickú históriu

USA a kvantitatívnu rovnicu. Tvar (9) s podmienkou kladnosti koeficientov χ a μ, je deskriptívnym pravidlom, lebo, podľa tvrdení Taylora v [11], dobre popisuje monetárno-politické akcie počas viacerých monetárno-politických režimov v USA od konca 19. do konca 20. storočia. Spojením analýzy histórie USA, modelového prístupu a simulačných techník sa z Taylorovho pravidla, po priradení konkrétnych hodnôt koeficientom χ a μ, stáva normatívne pravidlo. Modelové simulácie ukázali, že Taylorove pravidlo s χ=0,5 a μ=0,5 v skorších obdobiach a s χ=0,5 a μ=1 v neskorších obdobiach, je dobrým pravidlom a monetárno-politické akcie vykonané podľa tohto pravidla by pravdepodobne boli USA ušetrili od období vysokej inflácie alebo hospodárskeho úpadku. Vzhľadom na to, že s Taylorovým pravidlom sa možno v literatúre často stretnúť, je aj ním v 3. časti príspevku uzavretý model (6).

2. Optimalizačné techniky, riešenie RE modelu a funkcie impulz-reakcie

Jednotlivé optimálne reakčné funkcie sú výsledkom riešenia základného problému-(a_τ) : minimalizovať (3) za podmienok (2), (4), (5) a X_τ dané, ku ktorému sa pridávajú dodatočné predpoklady a to podľa toho, o aký typ reakčnej funkcie ide. Na riešenie týchto problémov sa používa väčšinou metóda stochastických Lagrangeových multiplikátorov alebo Bellmanov princíp optimality. Pri odvodení reakčných a impulz-reakčných funkcií je potrebné poznať riešenie RE modelu (4) a jeho vlastnosti.

2.1. Jednoduché záväzné pravidlo

Model monetárnej politiky v tvare (4) možno uzavrieť pravidlom monetárnej politiky v tvare:

$$i_t = - f\,[X_t', x_t']' \,, \tag{10}$$

kde f je predpísané (známe), pričom matica f môže mať niektoré komponenty nulové. Takéto pravidlo je príkladom jednoduchého záväzného pravidla. Úloha, riešiť (4) za podmienky (10) a X_τ dané, matematicky reprezentuje lineárnu stochastickú diferenčnú rovnicu komplikovanú možnou prítomnosťou podmienených stredných hodnôt.

2.1.1. Riešenie lineárnej stochastickej diferenčnej rovnice s RE

Na riešenie tohto problému sa používa Schurova alebo zovšeobecnená Schurova dekompozícia v závislosti od toho, či matica G je regulárna alebo singulárna. Ak je regulárna, stačí použiť jednoduchú Schurovu dekompozíciu, v prípade singularity je potrebné použiť všeobecnú Schurovu dekompozíciu. Tieto dekompozície sú, ako maticové funkcie, súčasťou softvérov na riešenie matematických úloh, napr. MATLAB alebo OCTAVE, ktorý možno získať z internetu síce zdarma, ale bez garancie. Vzhľadom na matematickú nenáročnosť riešenia danej úlohy a na to, že spomínané softvéry sú pohodlné na vytvorenie procedúry, ktorá rieši túto úlohu, stačí pre ďalší postup zhrnúť podmienky a vlastnosti riešenia tohto problému:

1. Nevyhnutnou podmienkou jednoznačnosti riešenia problému je: počet dozadu hľadiacich, predeterminovaných premenných sa musí rovnať počtu vlastných hodnôt v absolútnej hodnote menších ako jedna, ktoré prislúchajú matici A – Bf. Ak táto podmienka splnená nie je, úloha má nekonečný počet riešení alebo nemá riešenie.
2. V prípade jednoznačnosti riešenia, evolúcia systému (4) je:

   a./ $X_{t+1} = M_{jz} X_t + v_{t+1}$, (11)

   kde $t \geq \tau$, X_τ dané a index jz v označení matice M_{jz} indikuje, že sa jedná o jednoduché záväzné pravidlo. Teda X_t je VAR(1) proces.

   b./ $x_t = D_{jz} X_t$, (12)

   kde $t \geq \tau$ a index jz v označení matice D_{jz} má ten istý význam ako v a./.

Riešenie (4) je v tvare (11) a (12) za predpokladu, že matica G je jednotková. Tento predpoklad platí pre celú 2.časť príspevku nižšie. Ak by G v (4) bola regulárna, stačí pred riešením (4) obidve strany vynásobiť inverznou maticou ku G a preznačiť zodpovedajúce matice a premenné. Ak by bola singulárna, niektoré výsledky nižšie by vyžadovali drobné úpravy. Podrobnosti k riešeniu diferenčnej rovnice (4) je možné nájsť napr. v [7].

Treba zdôrazniť, že (10) je záväzným pravidlom, nakoľko centrálna banka sa v čase τ pre čas $t \geq \tau$ zaviazala správať podľa (10), čo ovplyvňuje racionálne očakávania (alebo modelovo konzistentnú racionálnu zložku očakávaní) privátneho sektora, teda centrálna banka sa pokúša manipulovať očakávania privátneho sektora.

V súlade s tým, čo je uvedené v úvode, bude zaujímavé ohodnotiť výkon pravidla (10) hodnotou funkcie celkovej straty (3) a odvodiť funkcie impulz-reakcie.

2.1.2. Výpočet hodnoty funkcie celkovej straty

Režim inflačného cielenia je zatiaľ úspešný v udržaní nízkej a stabilnej inflácie a to je racionálny dôvod na to, aby vektor cieľov Y_t^* v (2) bol ďalej považovaný za časovo invariantný. Ďalšie technické zjednodušenie je možné dosiahnuť, teraz bez ujmy na všeobecnosti, jednoducho vynechaním vektora cieľov v (2) tým, že cieľové premenné budú merané od svojich konštantných cieľov, ktoré sú považované za nulu. Vzhľadom na (10), (5) a (12) je možné (2) upraviť na:

$$L_t = X_t' \, W \, X_t , \tag{13}$$

kde $W = P'C'KCP$, $P = [\ I \ \ D_{jz}' \ P_1']'$, $P_1 = -f\ [\ I \ \ D_{jz}']'$, I je jednotková matica a $t \geq \tau$. Úprava (2) na (13) sa premieta aj do funkcie celkovej straty (3). Na výpočet jej hodnoty sa používa metóda odhadu a verifikácie. Odhaduje sa, že funkcia celkovej straty (3) má tvar:

$$J_\tau = X_\tau' V X_\tau + s , \tag{14}$$

kde V je matica a s je skalár.

Avšak, spojením (3) a (13) musí platiť:

$$J_\tau = X_\tau' W X_\tau + \beta E_\tau J_{\tau+1} \tag{15}$$

Dosadením za $J_{\tau+1}$ zo (14) do (15) vzniká:

$$J_\tau = X_\tau' W X_\tau + \beta E_\tau(X_{\tau+1}' V X_{\tau+1} + s) , \tag{16}$$

čo sa využitím (11) upraví na:

$$J_\tau = X_\tau' W X_\tau + \beta E_\tau((M_{jz} X_\tau + v_{\tau+1})' V (M_{jz} X_\tau + v_{\tau+1}) + s) \tag{17}$$

Z rovnosti pravej strany (14) a upravenej pravej strany (17) možno dedukovať, že:

$$s = \beta E_\tau (v_{\tau+1}' \, V \, v_{\tau+1}) + \beta s , \tag{18}$$

$$V = W + \beta M_{jz}' V M_{jz} \tag{19}$$

Vzhľadom na to, že s je skalár, (18) sa dá upraviť pomocou trace operátora na:

$$s = \beta(1-\beta)^{-1}tr(V\Sigma) , \qquad (20)$$

kde Σ je cov(v_t).

Maticu V, potrebnú pre výpočet hodnoty s vo vzorci (20), možno vypočítať iteráciou podľa (19) so štartovacou nulovou maticou. Vzhľadom na to, že X_τ je dané, sú na pravej strane vzorca (14) známe hodnoty všetkých premenných.

2.1.3. Funkcie impulz-reakcie

Podľa vzťahu (11), impulz-reakčná funkcia pre proces $\{X_{\tau+t}\}$, t>0, je daná:

$$X_{\tau+t} = v_{\tau+t} + M_{jz}\, v_{\tau+t-1} + ... + M_{jz}^{t-1}\, v_{\tau+1} + M_{jz}^{t}\, X_\tau \qquad (21)$$

Obyčajne sa predpokladá, že v čase t=1 nastal jednotkový šok len u jednej zložky vektora šokov a ostatné sú nulové. Tento predpoklad nie je korektný v prípade korelovanosti zložiek vektora šokov. Vtedy je potrebné aplikovať na vektor šokov ortogonalizačnú transformáciu uvedenú napr. v [1], s.153. Ďalším predpokladom obvykle býva, že vektory šokov v časoch t>1 sú nulové, takže na výpočet $X_{\tau+t}$, pre $t \geq 1$, sa použijú len posledné dva sčítance pravej strany (21). Vzhľadom na to, že v prípade jednoduchého záväzného pravidla platí (10) a (12), je možné ľahko vypočítať hodnoty vektorov procesov $\{i_{\tau+t}\}$ a $\{x_{\tau+t}\}$ pre čas $t \geq 1$.

2.2. Optimálne jednoduché záväzné pravidlo

V časti 2.1. bola exogénne zvolená matica f, ktorá mohla mať niektoré prvky nulové, za predpokladu (10) sa vyriešil RE model (4) a v prípade jednoznačnosti riešenia, bola podľa (14), (19) a (20) vypočítaná hodnota funkcie celkovej straty, ktorá závisela aj od matice f. Natíska sa otázka: ako treba zvoliť parametre matice f, aby hodnota funkcie celkovej straty bola minimálna?

Tento problém je možné vyriešiť rozdelením prvkov matice f na fixné a voľné. Optimalizácia prebieha vzhľadom na voľné prvky a vyberie také pravidlo, pri ktorom je hodnota funkcie celkovej straty minimálna a riešenie RE modelu jednoznačné. Optimálne jednoduché záväzné pravidlo nie je však ekvivalentné s nižšie uvedeným globálnym optimálnym záväzným pravidlom, nakoľko optimalizácia prebieha pri obmedzeniach. Jeho parametre závisia aj od hodnoty X_τ a od variančno-kovariančnej matice Σ. To znamená, že pri iných hodnotách X_τ alebo Σ, by mohli byť parametre optimálneho jednoduchého pravidla iné.

2.3. Optimálne záväzné pravidlo

Na odvodenie optimálneho záväzného pravidla sa využíva Lagrangeova metóda stochastických multiplikátorov aplikovaná na úlohu (a_τ), ktorá je doplnená predpokladom, že centrálna banka sa správa ako Stackelbergov vodca a pokúša sa manipulovať racionálnu zložku očakávaní privátneho sektora.

Nech opäť vektor cieľov Y_t^* v (2) je nulový. Keďže platí (5), možno (2) upraviť na tvar:

$$L_t = [j_t', i_t'] \, W \, [j_t', i_t']' \,, \tag{22}$$

kde $j_t = [X_t', x_t']'$, $t \geq \tau$ a bloková matica $W = C'KC$ pozostáva z blokov W_{uv}, pričom indexy u,v reprezentujú niektoré z vektorových premenných j_t, i_t. Teda, napr. W_{ji} je blok matice W prislúchajúci k premenným j_t a i_t v zápise (22). Ale napr. W_{jj} je blok matice W prislúchajúci len k premennej j_t v zápise (22). Po týchto úpravách premietnutých do funkcie celkovej straty (3) a modelu (4), Lagrangián úlohy (a_τ), pre $\tau=0$, má tvar:

$$\mathsf{L}_0 = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \{ j_t' W_{jj} \, j_t + 2 j_t' W_{ji} \, i_t + i_t' W_{ii} \, i_t + 2\rho_{t+1}' (A j_t + B i_t + u_{t+1} - j_{t+1}) \}, \tag{23}$$

kde ρ_{t+1} je vektor Lagrangeových multiplikátorov prislúchajúcich k vektoru j_{t+1} so zložkami ρ_{Xt+1} a ρ_{xt+1} prislúchajúcimi k X_{t+1} a x_{t+1}, W_{ij} sa bez ujmy na všeobecnosti rovná W_{ji}, $u_{t+1} = [v_{t+1}', -\alpha_{t+1}']'$ a $x_{t+1} = E_t x_{t+1} + \alpha_{t+1}$.

Podmienky prvého rádu sú:

1./ vzhľadom na i_t: $\quad -B'E_t\rho_{t+1} = W_{ji}' j_t + W_{ii} \, i_t \,,$ (24)

2./ vzhľadom na j_t: $\quad \beta A'E_t\rho_{t+1} = \rho_t - \beta W_{jj} \, j_t - \beta W_{ji} \, i_t \,,$ (25)

Rovnice (24), (25) a upravenú (4) možno zapísať nasledovne:

$$\begin{bmatrix} I_n & 0_{nxk} & 0_{nxn} \\ 0_{nxn} & 0_{nxk} & \beta A' \\ 0_{kxn} & 0_{kxk} & -B' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} j_{t+1} \\ i_{t+1} \\ E_t\rho_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A & B & 0_{nxn} \\ -\beta W_{jj} & -\beta W_{ji} & I_n \\ W_{ji}' & W_{ii} & 0_{kxn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} j_t \\ i_t \\ \rho_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{t+1} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \tag{26}$$

kde $n = n_1 + n_2$, n_1 je počet zložiek vektora X_t, n_2 je počet dopredu hľadiacich premenných x_t, I_n je jednotková matica nxn a k je počet zložiek vektora nástrojov i_t.

Keďže lineárna stochastická diferenčná rovnica (26) je tvaru (4), podľa 2.1.1. vyššie, výsledné riešenie je:

a./$[X_{t+1}', \rho_{xt+1}']' = M_{oz} [X_t', \rho_{xt}']' + [v_{t+1}', 0']'$, (27)

s inicializačnými podmienkami: ρ_{x0} (rovné nulvektoru), X_0 (dané), kde $t \geq 0$, index oz v označení matice M_{oz} indikuje, že sa jedná o optimálne záväzné pravidlo.

b./ $[x_t', i_t', \rho_{Xt}']' = D_{oz} [X_t', \rho_{xt}']'$, (28)

kde $t \geq 0$ a index oz v označení matice D_{oz} má ten istý význam ako v a./.

Hodnota funkcie celkovej straty (3) sa vypočíta podľa postupu, uvedeného v 2.1.2. vyššie, s malými zmenami. V (13) treba X_t nahradiť vektorom $[X_t', \rho_{xt}']'$, matica W sa rozšíri o nulové riadky a stĺpce, ktoré zodpovedajú umelému zabudovaniu vektora tieňových cien ρ_{xt} do stratovej funkcie na jedno obdobie, namiesto (10) a (12) sa do matice W premietne vzťah (28) a v (17) sa, namiesto (11), použije (27). Podobné modifikácie je potrebné vykonať na to, aby podľa postupu v 2.1.3. boli odvodené impulz-reakčné funkcie pre optimálne záväzné pravidlo.

2.4. Optimálne diskrecionárne pravidlo

Odvodenie optimálneho diskrecionárneho časovo konzistentného pravidla sa zakladá na Bellmanovom princípe optimality. Centrálna banka optimalizuje v čase τ za účelom nájsť optimálne pravidlo monetárnej politiky v tvare $i_\tau = -F_\tau X_\tau$ za podmienky, že v čase $\tau+1$ bude reoptimalizovať za účelom nájsť pre čas $\tau+1$ optimálne pravidlo monetárnej politiky v tvare $i_{\tau+1} = -F_{\tau+1} X_{\tau+1}$ za podmienky, že v čase $\tau+2$ ......atď. Centrálna banka sa v tomto prípade už nespráva, zaviazaním sa ku konštantnénu pravidlu, ako Stackelbergov vodca, ale jej správanie možno popísať hľadaním perfektnej Nashovej rovnováhy. Podľa klasifikácie v [5], je takéto pravidlo zaradené medzi časovo konzistentné pravidlá so spätnou väzbou. Za predpokladu, že by bolo možné nájsť stacionárne pravidlo:

$$i_{\tau+t} = -F_{od} X_{\tau+t}, \tag{29}$$

kde F_{od} je lim $F_{\tau+t}$ pre t idúce do nekonečna, potom podľa 2.1.1., vyriešením (4) by sa získal lineárny vzťah medzi $X_{\tau+t}$ a $x_{\tau+t}$ v tvare:

$$x_{\tau+t}= D_{od}X_{\tau+t}\,, \qquad (30)$$

kde index od indikuje optimálne diskrecionárne stacionárne časovo konzistentné pravidlo a $t\geq 0$. Keďže úlohou bude vypočítať stacionárnu maticu F_{od}, ktorá implikuje lineárny vzťah (30), bude rozumné predpokladať, že medzi $X_{\tau+t}$ a $x_{\tau+t}$, pre $t\geq 0$, existuje v čase sa meniaci lineárny vzťah:

$$x_{\tau+t} = D_{\tau+t}X_{\tau+t} \qquad (31)$$

a matica D_{od} sa získa ako limita postupnosti matíc $D_{\tau+t}$, pre t idúce do nekonečna. Takže, centrálni bankári budú pre každé $t\geq 0$, riešiť úlohu (a_t) s podmienkou, že pre racionálnu zložku očakávaní privátneho sektora platí:

$$E_tx_{t+1} = D_{t+1}E_tX_{t+1}\,, \qquad (32)$$

pričom bez ujmy na všeobecnosti τ=0. Pre nulový časovo invariantný vektor cieľov, sa táto úloha, upravená na Bellmanovu rovnicu, dá zapísať nasledovne:

$$J_t = \min \{j_t'W_{jj}\, j_t + 2j_t'W_{ji}\, i_t + i_t'W_{ii}\, i_t + \beta E_tJ_{t+1}\}, \qquad (33)$$

za podmienkok (4), (32), X_t dané a $t\geq 0$, kde j_t, W_{ji} a W_{ii} má ten istý význam ako v (22) a J_t je hodnota funkcie celkovej straty (3) v čase t. Dôležitým upresnením je, že minimalizuje sa iba vzhľadom na nástroj i_t, teda, nie ako pri odvodení optimálneho záväzného pravidla, kde predmetom výberu boli aj dozadu a dopredu hľadiace premenné, samozrejme, okrem inicializačnej hodnoty dozadu hľadiacej premennej, ktorá bola daná. Je to dôsledok predpokladu diskrecionárneho správania sa centrálnej banky, pri ktorom sa proces tvorby racionálnej zložky očakávaní berie ako daný a konzistentný s aktuálnou politikou. Privátny sektor si racionálnu zložku očakávaní o dopredu hľadiacich premenných formuje podľa vzťahu (32). Centrálni bankári v každom čase $t\geq 0$, hľadajú maticu F_t tak, aby $i_t = -F_tX_t$ bolo optimálne, s tým, že rešpektujú, že budúce obdobia spravia to isté, čo je zabudované v Bellmanovej rovnici (33). Minulosť ich však nezaujíma, nakoľko sa predpokladá, že celá minulosť je zahrnutá v stave ekonomiky: X_t dané. Na vyriešenie Bellmanovej rovnice (33) za vyššie uvedených podmienok sa využíva metóda odhadu a verifikácie. Podobne ako v 2.1.2., sa odhaduje, že:

$$J_t = X_t'V_tX_t + s_t, \qquad (34)$$

kde V_t je od času závislá matica a s_t časovo závislý skalár. Po zdĺhavých úpravách, ktoré v skrátenej podobe možno nájsť v [7], sa z podmienok prvého rádu odvodí optimálne $i_t = -F_tX_t$, následne vzťah $x_t = D_tX_t$ a optimálne J_t. Problém je v tom, že na výpočet F_t, D_t,V_t a s_t sú potrebné D_{t+1},V_{t+1} a s_{t+1}, o ktorých sa predpokladalo, že sú známe, ale v skutočnosti nie sú známe. K stacionárnym vzťahom, pokiaľ existujú, sa dá dopracovať metódou iterácií s nejakými vhodnými inicializačnými hodnotami pre D_{t+1} a V_{t+1}. Výsledkom je stacionárne pravidlo v tvare (29), stacionárny vzťah medzi x_t a X_t v tvare (30) a dynamika premennej X_t:

$$X_{t+1}= M_{od}X_t + v_{t+1}, \tag{35}$$

kde index od značí optimálne diskrecionárne stacionárne pravidlo. Optimálna hodnota funkcie celkovej straty sa vypočíta podľa (14) a (20) z 2.1.2, kde V je stacionárna hodnota pre V_t z (34), získaná ako výsledok iteračného procesu. Na odvodenie impulz-reakčnej funkcie pre tento prípad možno použiť postup uvedený v 2.1.3. vyššie.

3. Aplikácia na CGG model

V tejto časti sú na jednoduchý teoretický CGG model, uvedený v 1.1. ako príklad dopredu hľadiaceho modelu, ktorého stavovo-časová forma má tvar (6), aplikované postupne techniky z 2. časti príspevku. V prípade jednoduchého záväzného pravidla, je model (6) uzatvorený Taylorovým pravidlom (9) s r=0, χ=0.5, μ=0.5 a π_t^*=0. Teda vektor f zo vzťahu (10) má tvar f=[0,0,-1.5,-0.5]. V prípade optimálneho jednoduchého záväzného pravidla, sa hľadá χ z uzavretého intervalu od 0 po 1 a μ z uzavretého intervalu od 0 po 1 pre Taylorove pravidlo s r=0 a π_t^*=0, ktoré minimalizuje (3), kde je použitá funkcia straty pre jedno obdobie tvaru (1). V počítačovom prevedení je táto optimalizácia realizovaná prehľadaním týchto intervalov s krokom 0.05. Koeficienty ostatných optimálnych reakčných funkcií sa vypočítajú podľa postupov, uvedených v 2.3. a 2.4., kde sa minimalizuje (3) s funkciou straty na jedno obdobie tvaru (1). Počítačový program je vytvorený v MATLABe a s malými úpravami sa výpočty dajú realizovať aj v OCTAVE. Ostatné parametre sú zvolené nasledovne:

β	δ	ϕ	γ	τ_π	τ_y	λ	ν	π_t^*	y_t^*
0.99	2.25	0.3	2	0.5	0.5	0.5	0	0	0

Pri výpočtoch (optimálnych) hodnôt funkcií celkovej straty a dynamiky premenných v jednotlivých prípadoch bolo potrebné zvoliť aj inicializačný vektor

$X_\tau = X_0 = [\varepsilon_{\pi 0}, \varepsilon_{y0}]' = [0,0]'$ a maticu $\Sigma = G^{-1}\mathrm{cov}([\xi_{\pi t}, \xi_{yt}]')(G^{-1})' = I_2$, kde I_2 je jednotková matica 2x2, G^{-1} je inverzná matica k matici G v označení (4), ktorá korešponduje so zápisom v (6). Pri výpočte funkcií impulz-reakcie bol zvolený vektor chýb v čase t=1 pri jednotkovom cenovom šoku rovný [1,0]', vektor chýb v čase t=1 pri jednotkovom pozitívnom dopytovom šoku rovný [0,-1]', všetky vektory náhodných chýb pre t >1 boli zvolené rovné [0,0]' a vzhľadom na voľbu $X_\tau = X_0 = [0,0]'$, vektor dopredu hľadiacich premenných $x_\tau = x_0 = [\pi_0, y_0]' = [0,0]'$ a $i_\tau = i_0 = 0$. Grafy 1a,b-4a,b zobrazujú impulz-reakčné funkcie pre dva druhy šokov a pre štyri prípady: model v tvare (6) (po prenásobení inverznou maticou k matici na ľavej strane) uzavretý jednoduchým záväzným Taylorovým pravidlom, optimálnym jednoduchým záväzným Taylorovým pravidlom, optimálnym záväzným pravidlom a optimálnym diskrecionárnym časovo konzistentným pravidlom. Nad každou dvojicou grafov, zodpovedajúcich týmto prípadom, je uvedené zvolené alebo odvodené optimálne pravidlo, (optimálna) hodnota funkcie celkovej straty a dynamika premenných systému. Podľa hodnoty funkcie celkovej straty možno jednoznačne favorizovať optimálne záväzné pravidlo. Z grafov vidno, že optimálne záväzné pravidlo najlepšie zo všetkých pravidiel zvláda obidva šoky z pohľadu stability inflácie a medzery v outpute. Optimálne záväzné a diskrecionárne pravidlo pomocou nástroja dokážu úplne eliminovať pozitívny dopytový šok a preto inflácia a medzera v outpute zostávajú na počiatočných nulových hodnotách, čo sa prejaví na grafoch 3b a 4b tým, že sa trajektórie inflácie a medzery v outpute kryjú.

Numerické a grafické výsledky CGG modelu:

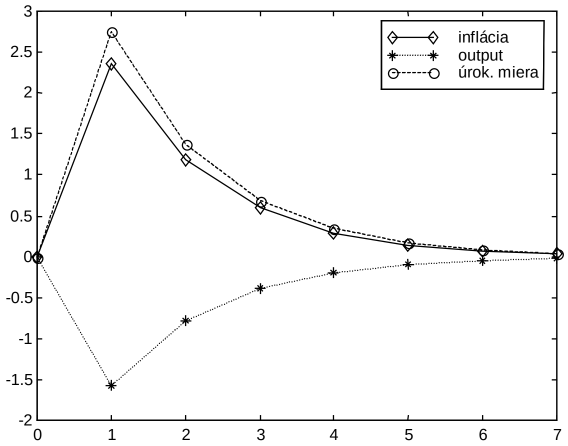
1.Jednoduché záväzné Taylorove pravidlo

Zvolené pravidlo: $i_t = 1.5\pi_t + 0.5y_t$

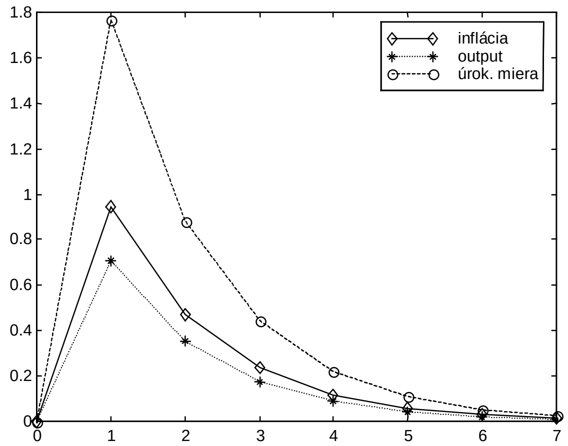
Hodnota funkcie celkovej straty: 1042.1

Evolúcia systému: $M_{jz} = \begin{bmatrix} 0.5 & 0 \\ 0 & 0..5 \end{bmatrix}$, $D_{jz} = \begin{bmatrix} 2.356 & -0.9424 \\ -1.5707 & -0.7051 \end{bmatrix}$

Graf 1a – impulz-reakčná funkcia – jednotkový cenový šok



Graf 1b – impulz-reakčná funkcia – jednotkový pozitívny dopytový šok



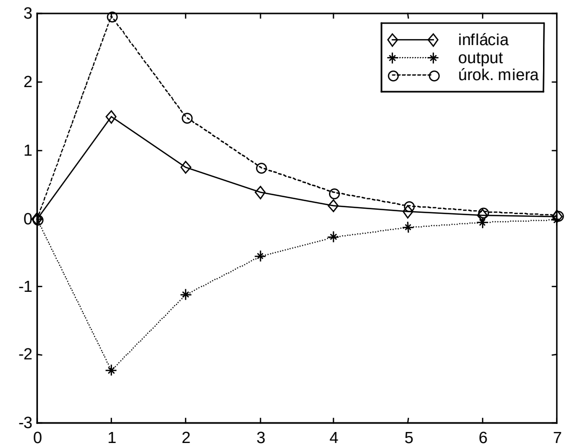
2.Optimálne jednoduché záväzné Taylorove pravidlo

Odvodené optimálne jednoduché záväzné Taylorove pravidlo: $i_t = 2\pi_t$

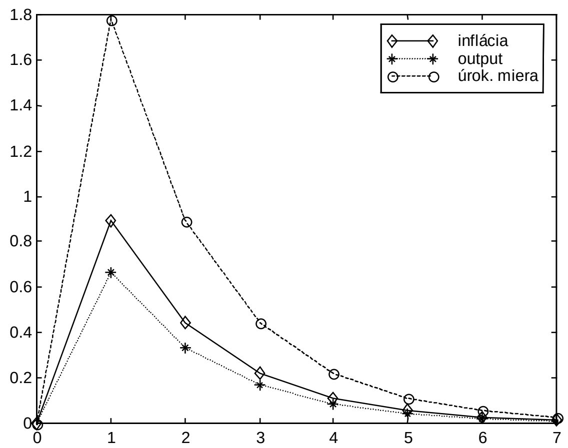
Optimálna hodnota funkcie celkovej straty: 747.8645

Evolúcia systému: $M_{ojz} = M_{jz}$, $D_{ojz} = \begin{bmatrix} 1.4827 & -0.8896 \\ -2.2241 & -0.6656 \end{bmatrix}$, ojz značí optimálne jednoduché záväzné pravidlo

Graf 2a – impulz-reakčná funkcia – jednotkový cenový šok



Graf 2b – impulz-reakčná funkcia – jednotkový pozitívny dopytový šok



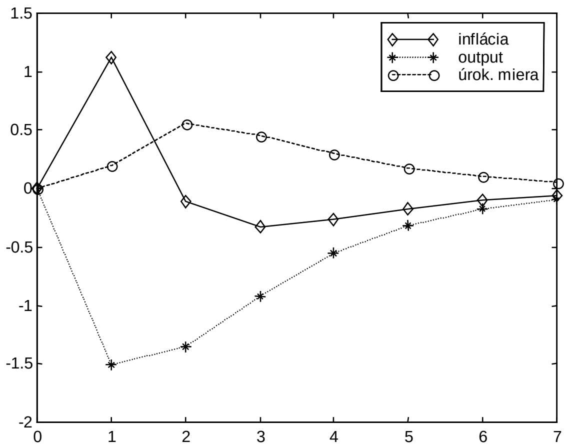
3.Optimálne záväzné pravidlo

Odvodené optimálne záväzné pravidlo: $i_t = 0.1921\varepsilon_{\pi t} - 2\varepsilon_{yt} - 0.4118\rho_{\pi t} - 3.4845\rho_{yt}$

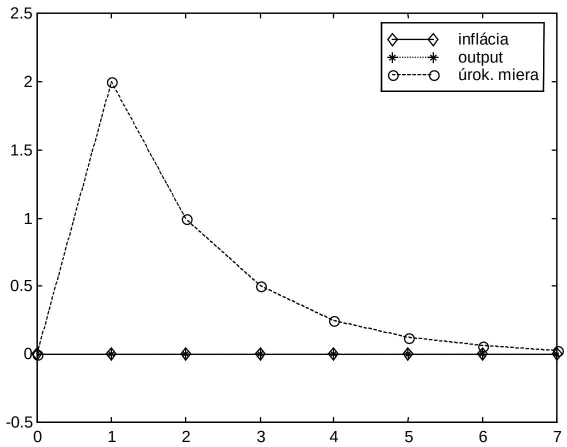
Optimálna hodnota funkcie celkovej straty: 412.6576

Evolúcia systému: $M_{oz} = \begin{pmatrix} 0.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & 0 \\ -1.1075 & 0 & 0.399 & -0.5387 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$, $D_{oz} = \begin{pmatrix} 1.1187 & 0 & 0.6071 & 0.5441 \\ -1.5103 & 0 & 0.5441 & 1.2857 \\ 0.1921 & -2 & -0.4118 & -3.4845 \\ 4.1266 & 0 & -1.1187 & 1.5103 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

Graf 3a – impulz-reakčná funkcia – jednotkový cenový šok



Graf 3b – impulz-reakčná funkcia – jednotkový pozitívny dopytový šok



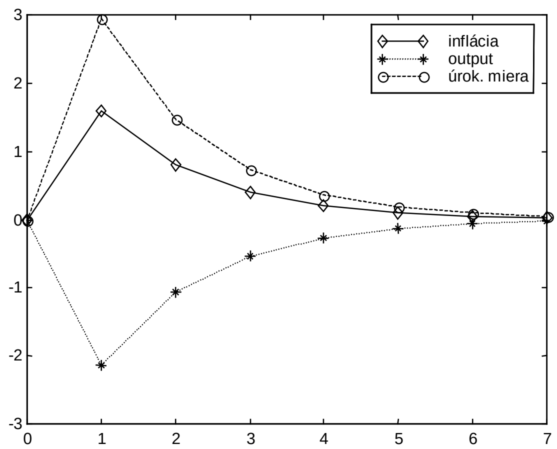
4.Optimálne diskrecionárne časovo konzistentné pravidlo

Odvodené optimálne diskrecionárne časovo konzistentné pravidlo: $i_t = 2.9391\varepsilon_{\pi t} - 2\varepsilon_{yt}$

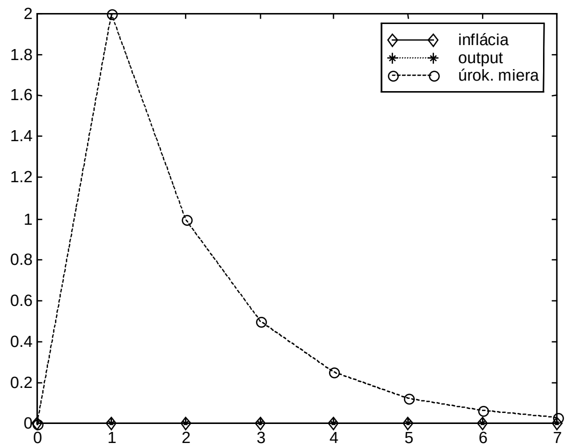
Optimálna hodnota funkcie celkovej straty: 634.6349

Evolúcia systému: $M_{od} = M_{jz}$, $D_{od} = \begin{pmatrix} 1.5887 & 0 \\ -2.1447 & 0 \end{pmatrix}$

Graf 4a – impulz-reakčná funkcia – jednotkový cenový šok



Graf 4b – impulz-reakčná funkcia – jednotkový pozitívny dopytový šok



4. Záver

P. Isard a D. Laxton v [4] odporúčajú inflačno-cieliacej centrálnej banke postupne budovať model pre monetárno-politické analýzy a projekcie, pričom by sa malo vychádzať zo základného, nie príliš zložitého modelu, ktorý by sa mal podrobiť konštruktívnej kritike odbornej verejnosti a takto model, odhaľovaním a odstraňovaním nedostatkov, neustále zdokonaľovať. Z toho vyplýva, že hlavne v procese budovania a zdokonaľovania základného modelu nebude určite správne založiť monetárno-politické rozhodnutie len na informáciách získaných z tohto modelu (napr. na optimálnej reakčnej funkcii odvodenej z modelu a účelovej funkcie), nakoľko prvým a zaiste pravdivým predpokladom pri konštrukcii tohto modelu by mala byť jeho neurčitosť. Spochybniť možno úplnosť alebo pravdivosť modelových predpokladov, modelovú štruktúru, aditívnosť náhodných chýb, stochastické vlastnosti náhodných chýb, odhady parametrov modelu, odhady vektora náhodných chýb a následne aj analýzu, prognózu, či rôzne odporúčania z takého modelu odvodené. Odporúčané, optimálne reakčné funkcie odvodené z modelu a účelovej funkcie by nemuseli byť modelovo odolné. Teda, vzhľadom k inému modelu a k tej istej účelovej funkcii, by už nemuseli byť zďaleka optimálne. Pravdivosť predpokladu o modelovej neurčitosti podporujú aj zložitosť a nejasnosť monetárneho transmisného mechanizmu, v čase sa meniace oneskorenia a vzťahy v prenosovom mechanizme a nové druhy šokov, ktoré zasahujú ekonomické dianie. Preto, pred vyslovením verdiktu o prípadnej zmene monetárno-politického nástroja treba vziať v úvahu aj iné modelové pohľady a informácie z nich plynúce, úsudky a intuíciu expertov, mimomodelové informácie, monetárno-politickú históriu a poučenie sa z chýb v minulosti. To by mohlo pomôcť odhaliť mieru neurčitosti základného modelu a z toho vyplývajúce potencionálne riziká a v konečnom dôsledku zdokonaliť základný model alebo sústavu modelov, ktoré ho obklopujú.

Mnoho významných ekonómov dáva začínajúcim inflačno-cieliacim centrálnym bankám za vzor „Prognózovanie a politický systém“ Nového Zélandu. Srdcom tohto systému je základný model, ktorý v roku 1997 pozostával z viac ako 150 rovníc. Základný model je podporovaný podrobnými makroekonomickými dátami a úsudkami zo sektorových analýz. Úsudky zo sektorových analýz vychádzajú z kvalitatívnych informácií, z indikátorových modelov a z podrobných makro-ekonomických dát, ktoré spolu so štatistickými metódami tvoria základ indikátorových modelov. Základný model, okrem toho, že odpovedá na rôzne politické otázky, je východiskom pre agregované štvrťročné projekcie. Tieto agregované štvrťročné projekcie spracúvajú satelitné modely, ktoré poskytujú detailnejšie kvartálne projekcie. Z agregovaných a detailných kvartálnych projekcií vzídu konkrétne rady pre rozhodovateľov. Jednou z týchto rád by mohlo byť hodnoverné pravidlo monetárnej politiky. Ale na to, aby bolo hodnoverné, musí byť modelovo a šokovo odolné, musí byť odvodené z hodnoverného modelu a z vhodne zvolenej celkovej stratovej funkcie, ktorá reprezentuje reálne spoločenské ciele a musí s vysokou pravdepodobnosťou zabezpečiť dosiahnutie týchto cieľov.

Literatúra:

[1] ARLT, J.: *Moderní metody modelování ekonomických časových řad.* 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1999. ISBN 80-7169-539-4

[2] DENNIS, R.: *Solving for optimal simple rules in rational expectations models*. Working papers series FRB-San Francisco, 2000. http://www.frbsf.org/econrsrch/ workingp/ 2000/wp00-14bk.pdf

[3] GACHULINEC, F.: Súčasné trendy modelovania inflačného cielenia. In: *Participácia doktorandov na vedecko-výskumnej činnosti*. Zborník. Bratislava: 2001. ISBN 80-225-0171-9

[4] ISARD, P. – LAXTON, D.: Inflation-forecast targeting and the role of macroeconomic models. In: *Inflation targeting in transition economies : the case of the Czech republic* http://www.cnb.cz/_mpolitika/pdf/mmf-final.pdf

[5] OUDIZ, G. – SACHS, J.: *International policy coordination in dynamic macroeconomic models*. Working paper NBER, No. 1417, 1984. http://papers.nber.org/papers/w1417.pdf

[6] RUDEBUSH, G. D. – SVENSSON, L. E. O.: *Policy rules for inflation targeting.* Working paper NBER, No. 6512, 1998. http://papers.nber.org/papers/w6512.pdf

[7] SODERLIND, P.: Solution and estimation of RE macromodels with optimal policy. In: *European economic review*, 43, 1999, pp. 813-823.

[8] SVENSSON, L. E. O.: *Inflation forecast targeting: implementing and monitoring inflation targets.* Working paper NBER, No. 5797, 1997. http://papers.nber.org/papers/w5797.pdf

[9] SVENSSON, L. E. O.: *Open-economy inflation targeting*. Working paper NBER, No. 6545, 2000. http://papers.nber.org/papers/w6545.pdf

[10] SVENSSON, L. E. O.: *Inflation targeting as a monetary policy rule*. Working paper NBER, No. 6790, 1998. http://papers.nber.org/papers/w6790.pdf

[11] TAYLOR, J. B.: *An historical analysis of monetary policy rules.* Working paper NBER, No. 6768, 1998. http://www.stanford.edu/~johntayl/Papers/w6768.pdf

SUMMARY

The paper focuses on the monetary policy rules associated with the inflation targeting regime. Particular attention is paid to derivation of optimal rules by minimizing the intertemporal loss function subject to the modern linear stochastic model of monetary policy with rational expectations, and various assumptions with respect to the central bank ´s behavior. The period loss function is consistent with the inflation targeting regime and the natural-rate hypothesis suggesting that real output can be not systematically influenced by monetary policy. Performance of each individual rule can be measured through the intertemporal loss function value, and its shock robustness can be tested by applying impulse response functions, which is illustrated by a simple example in the paper.

RESUMÉ

Príspevok je venovaný monetárno-politickým pravidlám asociovaným s režimom inflačného cielenia. Pozornosť je sústredená najmä na odvodenie optimálnych pravidiel, ktoré sa získajú minimalizáciou funkcie celkovej straty pri ohraničeniach predstavujúcich moderný lineárny stochastický model monetárnej politiky s racionálnymi očakávaniami a pri rôznych predpokladoch správania sa centrálnej banky. Stratová funkcia je konzistentná s režimom inflačného cielenia a s hypotézou prirodzenej miery, teda, že monetárnou politikou nemožno ovplyvňovať reálny output systematicky. Výkon jednotlivých pravidiel možno merať hodnotou funkcie celkovej straty a ich šokovú odolnosť testovať pomocou funkcií impulz-reakcie, čo je v príspevku ilustrované aj na jednoduchom príklade.