



NÁRODNÁ BANKA SLOVENSKA

Michal Benčík

ROVNOVÁŽNA ÚROKOVÁ MIERA - TEORETICKÉ KONCEPTY A APLIKÁCIE



Výskumná štúdia
1/2009

© Národná banka Slovenska
<http://www.nbs.sk/>
Imricha Karvaša 1
813 25 Bratislava

research@nbs.sk

Január 2009

ISSN: 1337-5830

Práca neprešla jazykovou úpravou.

Prezentované názory a výsledky v tejto štúdii sú názormi autorov a nevyjadrujú oficiálne stanovisko Národnej banky Slovenska.

Všetky práva vyhradené.

Krátke časti textu, nie viac ako dva odseky, môžu byť citované bez predchádzajúceho súhlasu autorov, pokiaľ bude úplne uvedený zdroj.



NÁRODNÁ BANKA SLOVENSKA

Výskumná štúdia 1/2009

ROVNOVÁŽNA ÚROKOVÁ MIERA – TEORETICKÉ KONCEPTY A APLIKÁCIE

Michal Benčík

Odbor výskumu NBS
michal.bencik@nbs.sk

Abstrakt

Táto štúdia prezentuje viaceré teoretické koncepty rovnovážnej reálnej úrokovej miery, niektoré z nich aplikuje a posudzuje vplyv zavedenia Eura na túto problematiku. Prezentujeme výpočty neutrálnej reálnej úrokovej miery pre SR i pre Eurozónu, ako aj aproximáciu dlhodobej rovnovážnej úrokovej miery. Neutrálna úroková miera je určená IS krivkou a Philipsovou krivkou. Má hodnoty blízko nuly, tie sú však skreslené všeobecným previsom úspor nad investíciami. Dlhodobá úroková miera je určená priamo pomocou modifikovaného Ramsey-Keynesovho pravidla a má hodnoty okolo 2,5%. Po vstupe Slovenska do menovej únie nastane diskrepancia medzi neutrálnou úrokovou mierou v Eurozóne a na Slovensku. Expanzívny vplyv úrokových sadzieb asi bude potrebné kompenzovať inými nástrojmi hospodárskej politiky.

Kľúčové slová: rovnovážna úroková miera, IS krivka, Ramseyho model, Kalmanov filter
JEL klasifikácia: E43, E47

Recenzent: Michal Horváth

Voľne prístupné na <http://www.nbs.sk/>

OBSAH

1 ÚVOD.....	4
2 TEORETICKÉ KONCEPTY.....	4
2.1 Všeobecné poznatky o úrokových mierach	4
2.2 Predchodca teórie o rovnovážnej úrokovej miere	6
2.3 Wicksellova definícia	6
2.4 Neutrálna úroková miera.....	8
2.5 Rovnovážna úroková miera určená reálnou úrokovou paritou	9
2.6 Dlhodobá rovnovážna úroková miera.....	9
2.7 Rovnovážna úroková miera určená zlatým pravidlom	11
3 ODHADY ROVNOVÁŽNEJ ÚROKOVEJ MIERY	12
3.1 Vhodnosť jednotlivých teoretických konceptov na aplikáciu v podmienkach SR	12
3.2 Použité údaje	12
3.3 Jednorozmerná extrakcia trendu.....	12
3.4 Neutrálna úroková miera určená pomocou Kalmanovho filtra.....	13
3.5 Neutrálna úroková miera určená štruktúrnym VAR modelom.....	19
3.6 Dlhodobá rovnovážna úroková miera určená Kalmanovým filtrom.....	20
3.7 Porovnanie odhadov rovnovážnej úrokovej miery pre SR	23
3.8 Neutrálna úroková miera v Eurozóne	24
3.9 Posúdenie vplyvu Balassa-Samuelsonovho efektu na neutrálne úrokové miery po vstupe do Eurozóny	28
4 ZHRNUTIE A ZÁVER	29
LITERATÚRA	31
PRÍLOHY	33

1 ÚVOD

Úroková miera je fenomén, s ktorým prichádzame do styku v rôznych makro- i mikroekonomických súvislostiach. Úročia sa vklady a úvery - retailové aj medzibankové, z maximalizácie zisku firiem vyplýva spojitosť úrokovej miery s produktivitou kapitálu, čo spolu s variabilnou efektivitou jednotlivých projektov vedie k súvislosti investičného dopytu a dopytu celkom s úrokovými mierami. Za určitých okolností sa spotrebiteľia môžu rozhodovať medzi súčasnou a budúcou spotrebou na základe úrokovej miery. Centrálna banka môže vyhlasovanými úrokovými sadzbami ovplyvňovať produkčnú medzeru a nepriamo aj infláciu.

Ekonomická teória považuje národné hospodárstvo za systém, ktorý má vlastnosť dynamickej stability v tom zmysle, že existuje rovnovážny stav, ku ktorému konverguje pri absencii šokov. Tento stav je vo väčšine prípadov charakterizovaný neexistenciou vnútorných konfliktov a optimalitou. Na celkom abstraktnej úrovni môžeme rovnovážnu úrokovú mieru definovať ako úrokovú mieru konzistentnú s rovnovážnym stavom. Definície rovnováhy ako takej môžu byť rôzne a podľa toho budú rôzne aj im zodpovedajúce rovnovážne úrokové miery. Pre centrálnu banku je obzvlášť dôležitý koncept rovnovážnej úrokovej miery, zodpovedajúci duálnemu mandátu – udržiavaniu inflácie na cieľovej úrovni pri minimalizácii reálnych nerovnováh.

Národné hospodárstvo je v praxi neustále vystavené rôznym zmenám. Keby teoreticky neboli žiadne zmeny a šoky, rovnovážna úroková miera by mala byť konštantná. V praxi je však takýto koncept málo užitočný. V tejto práci sa preto budeme zaoberať odhadmi premenlivej rovnovážnej úrokovej sadzby, keďže ju ovplyvňujú rôzne technologické, psychologické i inštitucionálne faktory.

Nové trendy uplatnenia mikroekonomických základov pri analýze ekonomiky predstavujú dynamické stochastické modely všeobecnej rovnováhy (DSGE), zovšeobecnenie tzv. real business cycle (RBC) modelov. Tieto modely explicitne uvažujú s premenlivosťou úrokovej sadzby a jej reakciou na reálne šoky. Keďže v týchto modeloch obsahuje úroková miera aj explicitnú náhodnú zložku, v tomto kontexte môže byť rovnovážna úroková miera stotožnená so zložkou úrokovej miery zodpovedajúcou makroekonomickej rovnováhe.

Táto štúdia je členená nasledovne: začíname s teoretickými konceptmi, jednak o úrokových mierach, jednak o rovnovážnych úrokových mierach. V ďalšej časti prezentujeme niekoľko výpočtov rovnovážnych mier pre SR i Eurozónu. Nasleduje posúdenie vplyvu vstupu SR do menovej únie na úrokové miery a záver.

2 TEORETICKÉ KONCEPTY

2.1 Všeobecné poznatky o úrokových mierach

Úrok je platba, ktorú platí dlžník veriteľovi za požičanie peňazí na určité obdobie. Môžeme si ho predstaviť ako nájomné za peniaze. Podiel úroku na požičanej sume (istine) sa nazýva úroková miera. Existujú rôzne spôsoby výpočtu úrokov. V tejto práci budeme predpokladať zložené dekurzívne ročné úročenie, ktoré je najbežnejšie. Našu analýzu začneme nominálnymi úrokovými mierami, pretože sa takto častejšie definujú v praktickom živote (pri vkladoch a pôžičkách). Ak sa úrok pripisuje k istine A_0 , v čase t má celkový dlh A_t pre stabilnú nominálnu úrokovú mieru i hodnotu

$$A_t = A_0(1+i)^t,$$

kde $t = 1, 2, 3$ atď. od obdobia, kedy vznikol pôvodný záväzok.

Od momentu, keď veriteľ požičia dlžníkovi peniaze a dovtedy, kým ich od neho dostane späť môžu nastať rôzne nepriaznivé skutočnosti: peniaze môžu pod vplyvom inflácie stratiť časť svojej hodnoty, dlžníková situácia sa môže zhoršiť natoľko, že nebude schopný splatiť svoj dlh, alebo sám veriteľ môže potrebovať peniaze, ktoré požičal, a nebude ich mať k dispozícii. V praxi sú nominálne úrokové sadzby tým vyššie, čím pravdepodobnejšie sú tieto udalosti. Ak sú ekonomické subjekty racionálne a dokonalo informované, pri pôžičke zohľadnia ako riziko inflácie, tak riziko nesplácania pre daného dlžníka i cenu vzdania sa likvidity.

Ak veriteľ požičiava peniaze obozretne (a tak minimalizuje riziko nesplácania), najdôležitejší rizikový faktor je rast cien – inflácia. Veriteľ, ktorý netrpí peňažnou ilúziou (vie rozoznať vplyv inflácie na nominálne ceny tovarov) v ideálnom prípade premietne do požadovaného úroku očakávaný pokles hodnoty jeho peňazí od požičania peňazí po ich vrátenie v plnej výške. Logiku tohto tvrdenia pre jedno obdobie popisuje Fisherova identita, ktorá definuje, že nominálna úroková miera je súčtom¹ tzv. reálnej úrokovej miery a očakávanej inflácie v nasledujúcom období:

$$i_t = r_t + E(\pi_{t+1})$$

Reálna úroková miera teda predstavuje fundamentálne ocenenie dočasného poskytnutia kapitálu (peňazí), zodpovedajúce cenovej hladine konštantnej v čase. Z uvedeného vzťahu je tiež zrejmé, že ak sa menia inflačné očakávania, musia sa pri konštantnej reálnej úrokovej miere alikvotne zmeniť nominálne úrokové miery. Koncept reálnej úrokovej miery je nenahraditeľný pri skúmaní vzájomných vzťahov inflácie, pretože pri predpoklade, že veritelia sú racionálni, sa inflácia a nominálne úrokové miery ovplyvňujú. Z podobných dôvodov sa reálna úroková miera používa aj pri širších ekonomických analýzach.

Očakávaná inflácia je nepozorovateľná veličina. Pri analýze ex post sa dá nahradiť skutočnou mierou inflácie v nasledujúcom období, čo je ekvivalentné predpokladu racionálnych očakávaní. Teoreticky menej uspokojivý, ale ľahšie aplikovateľný je predpoklad adaptívnych očakávaní, ktorý nahrádza očakávanú mieru inflácie v budúcnosti skutočnou mierou inflácie v prítomnosti, potom $i_t = r_t + \pi_t$. Tento vzťah používame aj v tejto štúdií. Očistenie o vplyv inflácie je veľmi dôležité, pretože ekonomické subjekty (hlavne podniky) pri dlhodobo zvýšenej inflácii spoznajú skutočnú hodnotu peňazí, prestanú trpieť peňažnou ilúziou a akceptujú zvýšené nominálne sadzby. Preto sa štandardne investície ako hlavný spojovací článok medzi úrokovými mierami a reálnou ekonomikou považujú za funkciu reálnych úrokových sadzieb.

Riziko nesplácania je vo väčšine prípadov relevantné hlavne pri požičiavaní fyzickým osobám a podnikom. Závisí v prvom rade na type dlžníka a celkovom makroekonomickom prostredí. Na druhej strane, úrokové miery, za ktoré centrálné banky sterilizujú voľné zdroje, nezahrňujú tento aspekt, pretože centrálné banky sú z definície vždy schopné platiť. V našej štúdií sa zameriame na úrokové miery na medzibankovom trhu, kde je za normálnych okolností riziko nesplácania nenulové, ale pomerne malé, takže ho zanedbávame. Keby sme analyzovali napríklad úrokové sadzby z úverov nefinančným subjektom, tento aspekt by mal na výsledky analýzy oveľa väčší vplyv. Na druhej strane, v prospech retailových úrokových sadzieb hovorí fakt, že väčšina ekonomických subjektov prichádza do styku hlavne s týmito sadzbami.

¹ Toto je aproximácia. Presne platí $1+i_t = (1+r_t)(1+E(\pi_{t+1}))$.

Cena za vzdanie sa likvidity je za normálnych okolností tým vyššia, na čím dlhšie obdobie sú požičané peniaze nedostupné (napr. úrokové sadzby z termínovaných vkladov sú vyššie ako z netermínovaných – ale na retailové sadzby vplývajú aj iné faktory). V našom prípade predpokladáme, že cena za vzdanie sa likvidity je priamo súčasťou rovnovážnej úrokovej sadzby.

2.2 Predchodca teórie o rovnovážnej úrokovej miere

Už v stredoveku niektorí scholastickí učenci (najmä Hostiensis) pri rozhodovaní o úžere usudzovali, že “spravodlivý” výnos z požičaných peňazí je rovný ušlému zisku alebo nákladu príležitosti. Veriteľ tu požaduje od dlžníka pri vrátení istiny dodatočný výnos, ktorý je ekvivalentný výnosu, ktorý by dosiahol, keby svoj majetok používal sám.²

Toto kritérium vedie k určitej hodnote “spravodlivého výnosu”, ktorú možno chápať ako rovnovážnu úrokovú mieru. Uvažujme o výrobe financovanej cenným papierom s jednotkovou nominálnou hodnotou, ktorý má čistý výnos d za určitú lehotu splatnosti. Tento výnos je rovný čistému zisku z danej výroby. Predpokladajme, že je možné tento výnos reinvestovať bez obmedzenia (ponuka faktorov je nekonečne elastická). V tomto prípade bude daná výroba rásť tempom rastu rovným d . Predpokladajme, že alternatívne možno investovať do pevne úročeného cenného papiera s rovnakou dobou splatnosti ako predchádzajúci cenný papier a úrokovou mierou r . Pri predpoklade neutrality k riziku budú investori indiferentní medzi týmito cennými papiermi, ak d je rovné r , čo predstavuje istý druh rovnováhy. Keďže d v našom prípade je aj potenciálna miera rastu, “spravodlivý” výnos podľa tejto teórie by mal byť rovný dlhodobej miere rastu. Miera rastu potenciálneho outputu teda môže v jednoduchých úvahách aproximovať rovnovážnu úrokovú mieru.

2.3 Wicksellova definícia

Klasickú definíciu rovnovážnej úrokovej miery podal Wicksell (1898), v jeho terminológii to bola “prirodzená” úroková miera. Trhová úroková miera osciluje okolo prirodzenej úrovne. Prirodzenú úrokovú mieru alternatívne nazýval aj normálna alebo reálna.

Prirodzená úroková miera spĺňa nasledujúce tri kritériá:

Znamená takú mieru, za akú by sa požičiavali investičné statky v naturáliách. Koncept rovnovážnej úrokovej miery ako nákladov príležitosti za určitých predpokladov spĺňa túto požiadavku. Nerovnováha pri tomto kritériu buď obmedzuje investície (ak je trhová úroková miera vyššia ako prirodzená), alebo umožňuje realizáciu málo výnosných projektov (ak je trhová úroková miera príliš nízka)

Wicksell okrem toho požaduje, aby prirodzená úroková miera bola neutrálna pre ceny tovarov. (predpokladal jej súvislosť s mierou inflácie). Ak je trhová miera nižšia ako prirodzená, dopyt po úveroch je ako úspory, nastane expanzia peňažnej zásoby multiplikáciou pomocou bankových účtov a ceny porastú. Podobne ako v rakúskej škole, expanzia nastáva pri vysokých prirodzených úrokových mierach. Poukázaním na súvislosť nerovnováhy v oblasti úrokových

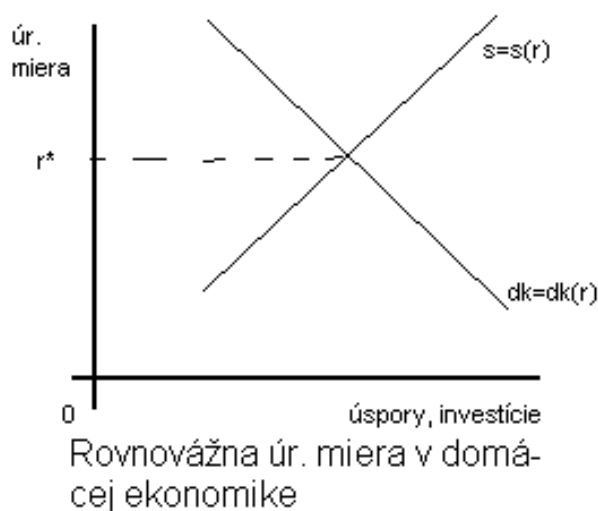
² Problematiku rozoberá bližšie Munro (2007).

mier a inflácie Wicksell s dlhým časovým predstihom predpovedal teoretické základy modernej monetárnej politiky.³

Prirodzená úroková miera má ešte koordinovať úspory a investície. Táto funkcia bola dôležitá aj preto, aby sa efektívna peňažná zásoba nezvyšovala tak ako je to uvedené v predchádzajúcom odseku. Táto požiadavka súvisí so všeobecnou rovnováhou, pretože úspory závisia na rozhodnutiach domácností a investície na rozhodnutiach firiem. Celá Wicksellova práca mala podľa Blauga (1986) za cieľ spojiť rakúsku školu (Böhm-Bawerk), teóriu všeobecnej rovnováhy (Walras) a marginalistickú klasickú teóriu (Ricardo).

Tento koncept je svojou povahou normatívny. Je definovaný hlavne verbálne a nie je vhodný na praktickú kvantifikáciu, pokiaľ neuvažujeme s priemerovaním alebo jednorozmerným vyrovnávaním časových radov⁴. V súlade s Wickselovou požiadavkou, Bernhardsen určuje rovnovážnu úrokovú mieru pre Nórsko z rovnovážnej úrokovej miery pre Eurozónu, teoreticky vyrovnávajúcej tamojšie úspory s investíciami. Archibald a Hunter pre Nový Zéland postupujú obdobne. Za základ považujú mieru, ktorá vyrovnáva úspory a investície v USA. V oboch prípadoch sa výsledok upravuje o rizikovú prémie pre danú krajinu, prípadne o vplyv kapitálových tokov. Citované práce neobsahujú výpočet zahraničných rovnovážnych úrokových mier, tieto sú prebraté z iných prác.

Graf 1 Úspory, investície a úroková miera



Zdroj: adaptované podľa: Bernhardsen (2005)

³ Jeho analýza však nebola úplná, pretože ešte nerozlišoval medzi nominálnou a reálnou úrokovou mierou.

⁴ Odhady reálnej rovnovážnej úrokovej miery možno dostať aj týmito spôsobmi. Priemerovanie vychádza z predpokladu, že skutočné hodnoty reálnych úrokových mier dlhodobo oscilujú práve okolo rovnovážnej úrokovej miery, ktorá je konštantná (čo de facto neobsahuje nijakú ekonomickú teóriu je je dosť reštriktívne. Jednorozmerné filtrovanie časového radu reálnych úrokových mier napr. HP filtrom zavádza dosť nereálny predpoklad, že nominálne úrokové miery a inflácia majú spoločnú cyklickú zložku.

2.4 Neutrálna úroková miera

Prvá polovica dvadsiateho storočia priniesla prudký rozvoj ekonomickej štatistiky, makroekonómie a ekonomického modelovania. Pre našu prácu sú dôležité hlavne tieto pokroky:

- Ustálenie systému národných účtov vrátane definície hrubého národného dôchodku a jeho zložiek (oproti starším údajom predstavujú novú generáciu ekonomických ukazovateľov vhodnú na systematické modelovanie)
- Postulovanie Fisherovej identity, rozkladajúcej nominálnu úrokovú mieru na reálnu úrokovú mieru a očakávanú mieru inflácie
- Keynesove a Kahnove príspevky k ekonomickej vede, hlavne IS-LM model, ktorý vedie k jednoduchým vzťahom medzi makroekonomickými veličinami, využitelným v strednodobých ekonomických modeloch.

Okrem týchto nástrojov sú pre našu prácu nenahraditeľné príspevky Philippsa a Phelps, týkajúce sa vzťahov hospodárskeho cyklu a inflácie.

Pomocou týchto konceptov môžeme definovať neutrálnu úrokovú mieru ako reálnu úrokovú mieru, pri ktorej je inflácia stabilná⁵ a produkčná medzera rovná nule. Táto úroková miera veľmi často vystupuje v úvahách o monetárnej politike (Bernhardsen 2005). Takáto úroková miera vystupuje aj v Taylorovom pravidle. (Taylor 1993) Toto pravidlo popisuje reakčnú funkciu centrálnej banky, ktorá upravuje vyhlasovanú úrokovú sadzbu podľa nerovnováh v ekonomike (i je skutočná nominálna úroková miera, r^* je neutrálna reálna úroková miera, π^* je cieľová miera inflácie, π je skutočná miera inflácie, y je logaritmus skutočného produktu a y^* je logaritmus potenciálneho produktu). Spravidla sa vyžaduje, aby citlivosť vyhlasovanej sadzby na nerovnováhu v inflácii bola väčšia ako jedna, aby sa reálna úroková sadzba, vplývajúca na dopyt, pri zvýšenej inflácii zmenila správnym smerom. Pravidlo so štandardnými váhami má tvar:

$$i = r^* + \pi^* + 0.5(y - y^*) + 1.5(\pi - \pi^*)$$

Taylorovo pravidlo funguje v intenciách proticyklickej hospodárskej politiky – ak sa ekonomika prehrieva, reálne úrokové sadzby sa zvyšujú a pôsobia na znižovanie dopytu a ak ekonomika pracuje s nízkym využitím kapacít, úrokové sadzby klesajú a stimulujú dopyt. Je zrejmé, že odhad Taylorovho pravidla poskytne konštantný člen ako podklad pre najjednoduchší odhad neutrálnej úrokovej miery. Tá však nemusí byť konštantná a navyše nie je jasné, či sa centrálna banka v odhadovom období konzistentne riadila práve použitým tvarom Taylorovho pravidla. Pri predpoklade že je možný odhad Taylorovho pravidla, viaceré štúdie, ktoré sa zaoberajú odhadom nekonštantnej rovnovážnej úrokovej miery sú motivované skreslením pri odhade Taylorovho pravidla. (Trehan a Wu, 2004). V praxi sa pri úvahách o skutočnej úrokovej miere pre monetárnu politiku používa aj opačný postup: z nejakej hodnoty, ktorá sa považuje za rovnovážnu, táto sa zvýši o cieľovú infláciu a upraví smerom nadol alebo nahor podľa nerovnováh vo vývoji inflácie a v reálnej ekonomike.

Na získanie takto definovanej rovnovážnej úrokovej miery možno použiť Kalmanov filter, SDGE model, štruktúrny ekonometrický model alebo VAR model. Pri výpočte Kalmanovým filtrom explicitne vychádzame z odhadov IS krivky a Philipsovej krivky. Crespo Cuaresma a kol. (2004) dekomponujú úrokovú mieru spolu s ďalšími premennými pomocou Kalmanovho

⁵ a rovná cieľovej hodnote

filtra na trendovú, cyklickú a náhodnú zložku, pričom na definíciu cyklu používajú goniometrické funkcie.

DSGE modely pracujú s premennými v tvare odchýlok od trendu. V typickom DSGE modeli (napr. Kanczuk) úroková miera patrí medzi stochastické premenné, ktoré vnášajú do modelu šoky. Má štyri zložky: konštantnú dlhodobú úroveň (podobne ako v Ramseyho modeli), zotrvačnú zložku, zložku zodpovedajúcu reakcii na reálne šoky a vlastnú náhodnú zložku. V širšom zmysle slova možno rovnovážnu úrokovú mieru definovať ako súčet prvej, druhej a poslednej zložky. Takto určená rovnovážna miera je funkciou Solowovho reziduálu.

Pri použití štruktúrneho ekonometrického modelu s exogénnou úrokovou mierou si určíme cieľové premenné (output a infláciu) a hľadáme hodnoty nástrojových premenných (úrokovú mieru) na ich dosiahnutie. Obvykle treba toľko nástrojových premenných, koľko máme cieľov, takže rovnovážne hodnoty úrokových mier sú časťou nejakého rovnovážneho scenára a sú podmienené určitou trajektóriou inej exogénnej premennej alebo premenných. Ak vhodne definujeme šoky v štruktúrnom VAR modeli, môžeme po dekompozícii podľa Blancharda a Quaha vypočítať podobne definovanú rovnovážnu úrokovú mieru kumuláciou štruktúrnych šokov (Brzoza-Brzezina 2002).

2.5 Rovnovážna úroková miera určená reálnou úrokovou paritou

Definícia neutrálnej úrokovej miery neberie do úvahy medzinárodné aspekty finančného trhu. Možnosť arbitráže na devízovom trhu však implikuje, že pri voľnom pohybe kapitálu krátkodobý kapitál bude maximalizovať výnos, zložený z úrokového výnosu a kurzových rozdielov. Ak uvažujeme o dvoch krajinách, znamená to, že očakávaná zmena reálneho kurzu je rovná rozdielu reálnych úrokových mier, zvýšenému o rizikovú prémie:

$$E(s_{t+1}) = r_t - r_t^f - r_p$$

Úpravou tejto podmienky a dosadením exogénnej hodnoty za rovnovážnu úrokovú mieru v zahraničí r^{f*} dostaneme implicitnú hodnotu úrokovej miery, ktorá zodpovedá rovnováhe na devízovom trhu pre režim fixného kurzu $E(s_{t+1}) = 0$:

$$r^* = r^{f*} + r_p$$

Treba si uvedomiť, že rovnovážne výmenné kurzy pre prístupové krajiny nie sú v čase konštantné a že pohyby skutočných hodnôt výmenných kurzov závisia od mnohých ekonomických a inštitucionálnych faktorov. Z toho vyplýva, že pre prístupové krajiny sa môže úroková miera určená reálnou úrokovou paritou môže líšiť od neutrálnej úrokovej miery, hlavne v režime fixných výmenných kurzov, čo môže pre tvorcov hospodárskej politiky predstavovať dilemu.

Bernhardsen (2005) a Archibald a Hunter (2001) určujú rovnovážne miery pre malé krajiny týmto spôsobom. Tento prístup si vyžaduje explicitný odhad rizikovej prémie, obe práce používajú expertné odhady.

2.6 Dlhodobá rovnovážna úroková miera

Podobný koncept, ako neutrálna úroková miera, ale o niečo širší je dlhodobá rovnovážna úroková miera. Podľa Bernhardsena je to úroková miera zodpovedajúca všeobecnej rovnováhe, stavu keď neexistujú nijaké impulzy na redistribúciu zdrojov, všetky subjekty sa správajú

racionálne, prostredie je stabilné a celé hospodárstvo rastie konštantnými tempami rastu. Dôležitý rozdiel oproti neutrálnej úrokovej miere je v tom, že pri určení neutrálnej úrokovej miery môžu byť niektoré parciálne trhy v nerovnováhe, alebo sa pripúšťa meniace sa prostredie (napríklad zmeny daňového systému). Tento koncept je veľmi abstraktný a niekedy sa definuje pomocou modelov intertemporálnej optimalizácie (Ramseyho model). Takáto rovnovážna úroková miera potom závisí od parametrov ako technický pokrok, elasticita intertemporálnej substitúcie a subjektívna diskontná miera spotrebiteľov.

Ramsey (1926) formuloval známy model zahrňujúci sektory firiem a domácností v nekonečnom časovom horizonte. Cieľom modelu bolo určiť optimálnu mieru úspor, ktorá maximalizuje celkovú funkciu užitočnosti domácností, ktorá je funkciou spotreby v jednotlivých obdobiach. Podobne ako sa bežná úroková miera používa na výpočet prítomnej hodnoty z budúcich peňažných tokov, subjektívna diskontná miera sa používa na agregáciu bezprostrednej užitočnosti (funkcie spotreby v konkrétnom časovom období) v čase do celkovej užitočnosti. Čím je vyššia, tým viac domácnosti uprednostňujú skoršiu spotrebu pred neskoršou. Elasticita substitúcie je parameter funkcie bezprostrednej užitočnosti (pre jedno časové obdobie), ktorý udáva, ako ľahko alebo namáhavo sú domácnosti schopné nahrádzať spotrebu v jednom období spotrebou v nasledujúcom období alebo do akej miery sú ochotné znášať výkyvy v spotrebe v jednotlivých časových obdobiach. Ak $\theta = 0$, domácnosti netrvajú na rovnomernosti spotreby, čím je θ vyššia, tým rovnomernejšiu spotrebu domácnosti požadujú.

Model predpokladá substituálnu produkčnú funkciu s klesajúcim hraničným produktom kapitálu a práce, konštantnými výnosmi z rozsahu v intenzitnom tvare⁶ a prácu šetriaci technický pokrok. Spotreba a úspory sú definované v tvare podielu danej veličiny na počte efektívnych pracovníkov. Systém diferenciálnych rovníc nakoniec vedie k stacionárnemu riešeniu pre takto definovanú spotrebu a kapitál, takže spotreba na hlavu a kapitál na hlavu rastú konštantným tempom g , ktoré je rovné miere prácu šetriaceho technického pokroku. Optimálne úrovne spotreby per capita c^* a kapitálu per capita k^* sú dané podmienkami odvodenými zo stacionárneho riešenia horeuvedeného systému diferenciálnych rovníc ($f(k)$ je produkčná funkcia v intenzitnom tvare a $f'(k^*)$ je jej prvá derivácia podľa k , n je miera rastu prírastku obyvateľstva):

$$f'(k^*) = \rho + \theta g \quad \text{a}$$

$$c^* = f(k^*) - (n+g)k^*$$

Prvá podmienka súvisí s požiadavkou, aby sa hraničná miera substitúcie medzi spotrebou v čase t a $t+1$ rovnala hraničnej miere transformácie medzi produkciu v čase t a $t+1$ (Ramsey-Keynesovo pravidlo, bližšie Blanchard a Fisher 1989). Druhá podmienka súvisí s bilanciou produkcie medzi spotrebu a investície, pričom sa zohľadňuje potreba dodatočného kapitálu spôsobená rastom populácie a technickým pokrokom.

Z podmienky maximalizácie zisku pre firmy vyplýva, že hraničný produkt kapitálu je rovný úrokovej miere (model pracuje s čistým produktom, po odpočítaní odpisov), takže po dosadení do prvej rovnice dostávame vzťah $r = \rho + \theta g$, takže úroková miera je rastúcou funkciou všetkých parametrov a ak $\theta = 0$ alebo $g = 0$, je rovná subjektívnej diskontnej miere. Ak produkt per capita rastie a domácnosti nie sú neutrálne voči výkyvom v spotrebe, takto určená rovnovážna úroková miera je vyššia ako subjektívna diskontná sadzba.

⁶ Z predpokladu konštantných výnosov z rozsahu vyplýva, že produktivitu práce možno vyjadriť ako $f(k) = F(K,L)/L = F(k,1)$, kde $k = K/L$ je vybavenosť práce kapitálom.

Podobnú rovnicu ako Ramsey-Keynesovo pravidlo možno odvodiť aj bez úplného modelu, iba optimalizáciou účelovej funkcie, matematicky implementovanou tzv. Eulerovou rovnicou (náčrt odvodu je v štúdiu Nakagawa - Oshima 2000). V tomto prípade parameter g zodpovedá miere rastu spotreby. Tento model je všeobecnejší, pretože nepredpokladá harmonický rast.

Existuje viacero odhadov parametrov intertemporálnych funkcií užitočnosti (napr. Mankiw), ktoré predpokladajú konštantnosť parametrov. I keď sa v praxi dá predpokladať, že miera technického pokroku sa mení v čase, vyplýva z toho celkovo malá variabilita takto definovaných rovnovážnych úrokových mier. Horeuvedený vzťah pre úrokovú mieru možno integrovať do Kalmanovho filtra, tak ako to urobili Laubach a Williams (2003). V tejto práci prezentujeme model s alternatívnou definíciou nerovnovážnych zložiek bez Philipsovej krivky.

2.7 Rovnovážna úroková miera určená zlatým pravidlom

Zlaté pravidlo (čiň iným to, čo chceš aby oni činili tebe) sa v tomto kontexte týka zachovania úrovne vybavenosti efektívnej pracovnej sily kapitálom. Ak rastie populácia alebo technický pokrok šetrí prácu, treba pre prírastok efektívnej pracovnej sily poskytnúť dodatočný kapitál, aby vybavenosť (efektívnych) pracovníkov kapitálom zostávala konštantná. Východiskom pre aplikáciu zlatého pravidla je druhá podmienka pre optimálne úrovne Ramseyho modelu:

$$c^* = f(k^*) - (n+g)k^*$$

Derivovaním podľa k^* dostávame:

$$0 = f'(k^*) - (n+g) \text{ alebo } r = f'(k^*) = n+g$$

Táto podmienka určuje optimálnu vybavenosť pracovníkov kapitálom k^* , ktorá maximalizuje spotrebu v rovnovážnom stave definovanom Solowovým modelom. Uvažujme o situácii, keď domácnosti ušetria konštantný podiel na produkcii (určený parametrom s , sklonom k úsporám), pri nešpecifikovanej hodnote kapitálovej vybavenosti k . Potom platí:

$$sf(k) = dk/dt + (n+g)k,$$

kde dk/dt je zmena v kapitálovej vybavenosti..

Ak je k nižšie ako k^* , potom sú úspory (ľavá strana rovnice) vyššie ako investície zachovávané konštantnú vybavenosť efektívnych pracovníkov, (pravá strana rovnice), keďže hodnota k bude rásť. Naopak, ak k bude väčšie ako k^* , úspory nebudú stačiť na pokrytie rastu efektívnej pracovnej sily a hodnota k bude klesať až ku k^* ($dk^*/dt = 0$ z definície). V tomto zmysle zlaté pravidlo vyhovuje Wicksellovej požiadavke, pretože zodpovedá dlhodobej rovnováhe medzi investíciami a úsporami.

Solowov model maximalizuje celkovú spotrebu bez ohľadu na časové preferencie domácností. Ak domácnosti uprednostňujú spotrebu v prítomnosti pred spotrebou v budúcnosti, dá sa odvodiť (Blanchard a Fisher, 1989), že rovnovážna úroková miera závisí aj od subjektívnej diskontnej sadzby. Takáto podmienka sa nazýva modifikované zlaté pravidlo.⁷ Ak sa toto pravidlo odvodí rozšírením modelu pre zlaté pravidlo, modifikované zlaté pravidlo vedie k vyššej hodnote rovnovážnej úrokovej miery a k nižšej hodnote rovnovážnej vybavenosti kapitálom a spotreby ako pôvodné zlaté pravidlo.

⁷ Jeho konkrétny tvar závisí na predpokladoch použitého modelu, takže v literatúre sa vyskytujú rôzne verzie, niekedy aj vzťah $r = f'(k^*) = \rho + \theta g$.

Určenie rovnovážnej úrokovej miery pomocou zlatého pravidla pozostáva z voľby verzie príslušnej podmienky a kalibrácie parametrov. Odhady spočívajú v definícii príslušnej podmienky a kalibrácii parametrov.

3 ODHADY ROVNOVÁŽNEJ ÚROKOVEJ MIERY

3.1 *Vhodnosť jednotlivých teoretických konceptov na aplikáciu v podmienkach SR*

V tejto časti štúdie aplikujeme niektoré teoretické koncepty, ktoré sme prezentovali v predchádzajúcej časti, na ekonomiku SR. Nie všetky sú totiž vhodné na aplikáciu, buď preto, že sú neurčité alebo triviálne (Wicksellova definícia a koncept nákladov príležitostí), závisia na predpokladoch a veličinách, ktoré možno ťažko určiť alebo vyargumentovať ich dlhodobú úroveň (technický pokrok pri definícii pomocou zlatého pravidla), alebo ich komplexnosť je nad rámec tejto štúdie (úroková miera určená DSGE modelom).

Preto sme sa rozhodli zamerať našu pozornosť na aplikáciu konceptu neutrálnej úrokovej miery pomocou dvoch rôznych výpočtových metód (tento koncept je v literatúre asi najpopulárnejší), venujeme sa aj problematike vzťahov rovnovážnej úrokovej miery v Eurozóne a u nás, pričom úvahy prezentované v prvej časti modifikujeme, zohľadňujúc proces dobiehania reálnej ekonomiky. V tejto štúdii prezentujeme aj pokusný model, ktorý aplikuje v praxi aspekty dlhohodobej úrokovej miery, pokiaľ je to možné. Na porovnanie prezentujeme aj výsledky jednorozmernej extrakcie trendu.

3.2 *Použitie údajov*

Všetky použité časové rady sú štvrťročné, zahŕňajúce obdobie od roku 1997 do roku 2007. Mesačné miery inflácie sú najprv konvertované na bázičný index, ten je potom prekódovaný do štvrťročnej periodicity s použitím posledného obdobia a následne vypočítané miery rastu. Údaje sú z verejne dostupných zdrojov, hlavne ŠÚ SR, ECB data warehouse a Eurostat, odkiaľ sme čerpali agregované časové rady medzibankových úrokových mier. Výnimkou je stav (zásoba) fixného kapitálu, kde používame predbežné (neoficiálne) časové rady poskytnuté ŠÚ SR.

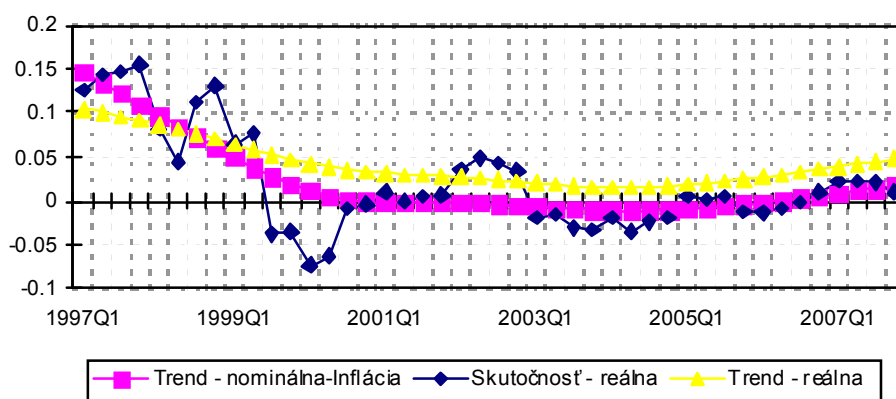
3.3 *Jednorozmerná extrakcia trendu*

Skutočnú hodnotu úrokovej miery môžeme chápať ako súčet dvoch zložiek – rovnovážnej úrokovej miery a nerovnovážnej zložky. Predpokladajme, že skutočná úroková miera bude oscilovať okolo rovnovážnej a že rovnovážna úroková miera bude mať väčšiu zotrvačnosť v čase. Potom môžeme odhad rovnovážnej úrokovej miery dostať tak, že vhodným spôsobom vyhladáme. Môžeme na to použiť kľzavé priemery, alebo, ako v našom prípade, Hodrick Prescottov filter.

Takto získaný trend ukazuje graf č. 2. treba podotknúť, že pokiaľ filtrujeme priamo časový rad reálnej úrokovej sadzby (použitá miera inflácie je vypočítaná z celkového indexu spotrebiteľských cien, ex post), predpokladáme spoločný cyklus v nominálnej úrokovej miere i v miere inflácie. Alternatívne môžeme filtrovať nominálnu mieru a mieru inflácie každú zvlášť a potom trendové hodnoty odčítať. Ako ukazuje graf č. 2, druhý postup dáva pre Slovenskú republiku hodnoty, ktoré pri rovnakej hodnote vyhladzovacieho parametra HP filtra tesnejšie sleduje skutočné hodnoty, ako keď sa filtruje iba rad reálnej úrokovej miery. Na

definitívne hodnotenie tohto javu treba dodatočné predpoklady a fakty, ale môže to súvisieť buď s časovým posunom (od prejavenia sa inflácie do jej zakomponovania do inflačných očakávaní a do nominálnych úrokových mier), alebo so všeobecne rôznym charakterom fluktuácií inflácie a úrokových mier (inflácia má odľahlé pozorovania v dôsledku deregulácií niektorých cien).

Graf 2 Trendy medzibankovej úrokovej miery (HP filter, $\lambda = 400$)



Zdroj: vlastné výpočty

3.4 Neutrálna úroková miera určená pomocou Kalmanovho filtra.

Viacrozmerný filter s nepozorovanými premennými (Kalmanov filter) je asi najbežnejšia metóda výpočtu neutrálnej úrokovej miery, zodpovedajúcej stavu, keď miera inflácie je rovná cieľu a skutočný produkt je rovný potenciálu. Základom väčšiny modelov je Philipsova krivka (závislosť miery inflácie na produkčnej medzere, rovnica pozorovania) a IS krivka (závislosť produkčnej medzery na svojich minulých hodnotách, nerovnovážnej zložke úrokovej miery a prípadne iných premenných, stavová rovnica). Produkčnú medzeru považujeme podobne ako rovnovážnu úrokovú mieru za nepozorovanú premennú, takže algoritmus Kalmanovho filtra konštruuje simultánne časové rady produkčnej medzery a dekomponuje úrokovú mieru. Benati a Vitale považujú za nepozorovanú premennú v svojej verzii aj inflačné očakávania a NAIRU. Antoničová a Huček skonštruovali takýto model aj pre Slovenskú republiku, ktorý okrem rovnovážnej úrokovej miery určuje aj rovnovážny výmenný kurz. Úroková miera a kurz vystupujú v IS krivke spoločne vo forme indexu menových podmienok.

Lineárny viacrozmerný filter s nepozorovanými premennými sa konštruuje ako sústava dvoch skupín stochastických rovníc: rovnice pozorovania popisujú pozorovateľné veličiny – signály y ako funkciu nepozorovateľných veličín s a rovnice stavov popisujú nepozorovateľné veličiny – stavy – ako funkciu svojich predchádzajúcich hodnôt. Obe skupiny rovníc môžu obsahovať exogénne premenné x, čo sa v praxi obvykle využíva, ale nemení to matematickú podstatu problému. Rovnice obsahujú matice parametrov F, G, M a N a náhodné zložky (šum signálu u v rovniciach pozorovania a šum procesu v stavových rovniciach. Maticovo môžeme tento systém zapísať ako:

$$y_t = F s_t + M x_t + u_t$$

$$s_{t+1} = G s_t + N x_t + v_t$$

Ak rovnice obsahujú neznáme parametre, odhadnú sa metódou maximálnej vierohodnosti. Samotný výpočet nepozorovaných premenných spočíva v lineárnej kombinácii hodnôt implikovaných jednak bežnými hodnotami signálov, jednak minulými hodnotami stavov tak, aby mal výsledok minimálnu strednú štvorcovú chybu predikcie. Získané hodnoty stavov sa ešte upraví tak aby všetky hodnoty obsahovali informáciu z celého odhadového obdobia. (príslušné vzorce uvádza napr. Pollock 2002).

V našom modeli vystupujú štyri signály: Prvé dve sú identity, bilancujúce rozklad logaritmu HDP a úrokovej miery na potenciálny produkt LY POT a produkčnú medzeru LY GAP resp. na rovnovážnu úrokovú mieru R a nerovnovážnu zložku RGAP:

$$\text{LOG}(\text{NAGDPSA}) = \text{LYPOT} + \text{LYGAP}$$

$$\text{REALMMIR} = R + \text{RGAP}$$

Tretí signál je miera jadrovej inflácie DLOG(CPIC), definovaná Philipsovou krivkou ako funkcia produkčnej medzery, nominálneho výmenného kurzu slovenskej koruny k Euru DLOG(EURSKK(-1)), svojich minulých hodnôt a autonómnej inflácie (aproximovanej rozdielom celkovej a jadrovej inflácie INFLEX

$$\Delta \text{LOG}(\text{CPIC}) = \alpha_0 + \alpha_1 * \text{LYGAP} + (1 - \alpha_2 - \alpha_3) * \Delta \text{LOG}(\text{EURSKK}(-1)) + \alpha_2 * \Delta \text{LOG}(\text{CPIC}(-1)) + \alpha_3 * \text{INFLEX} + U_{\text{CPIC}}, U_{\text{CPIC}} \sim \text{IN}(0, \sigma_1^2)$$

Posledný signál voľne vychádza z nekrytej reálnej úrokovej parity a obsahuje informáciu, že pohyby kurzu súvisia so zmenami nerovnovážnej zložky úrokovej miery:

$$\Delta \text{LOG}(1/\text{EURSKK}) = \text{RGAP1} - \text{RGAP2} + \beta_1 * T1 - \Delta \text{LOG}(\text{CPI_SK}/\text{CPI_EU}) + U_{\text{EURSKK}}, U_{\text{EURSKK}} \sim \text{IN}(0, \sigma_2^2)$$

Náš model obsahuje viacero stavov, ale väčšina z nich je definovaná iba ako stochastické procesy bez určitej ekonomickej štruktúry. Jediný vzťah, ktorý vychádza z ekonomickej teórie je IS krivka, popisujúca produkčnú medzeru (LYGAP) ako funkciu svojich minulých hodnôt a nerovnovážnej zložky úrokovej miery. K tejto rovnici prislúchajú aj pomocné identity, definujúce hodnoty produkčnej medzery z minulých období:

$$\text{LYGAP} = \gamma_1 * \text{LYGAP}(-1) + \gamma_2 * \text{LYGAP3}(-1) + \gamma_3 * \text{RGAP}(-1) + V_{\text{LYGAP}}, V_{\text{LYGAP}} \sim \text{IN}(0, \sigma_3^2)$$

$$\text{LYGAP1} = \text{LYGAP}(-1)$$

$$\text{LYGAP2} = \text{LYGAP1}(-1)$$

$$\text{LYGAP3} = \text{LYGAP2}(-1)$$

Potenciálny produkt je určený ako súčtový proces s deterministickým driftom a autokorelovanými prírastkami

$$\text{LYPOT} = \delta_0 + \text{LYPOT}(-1) + \Delta \text{LYPOT}(-1)$$

$$\Delta \text{LYPOT} = \eta_1 * \Delta \text{LYPOT}(-1) + V_{\text{DPOT}}, V_{\text{DPOT}} \sim \text{IN}(0, \sigma_4^2)$$

Rovnovážna úroková miera je určená ako súčtový proces:

$$R = R(-1) + \text{RSHOCK}(-1) + v_R, v_R \sim \text{IN}(0, \sigma_5^2)$$

$$\text{RSHOCK} = v_{\text{RSHOCK}}, v_{\text{RSHOCK}} \sim \text{IN}(0, \sigma_6^2)$$

Nerovnovážna zložka úrokovej miery je určená ako AR proces prvého rádu. Pomocné identity definujú hodnoty z predchádzajúcich období, podobne ako pre produkčnú medzeru:

$$RGAP = \varphi_1 * RGAP(-1) + v_{RGAP}, \quad v_{RGAP} \sim IN(0, \sigma_7^2)$$

$$RGAP1 = RGAP(-1)$$

$$RGAP2 = RGAP1(-1)$$

Tabuľka 1 Parametre modelu pre neutrálnu úrokovú mieru v SR

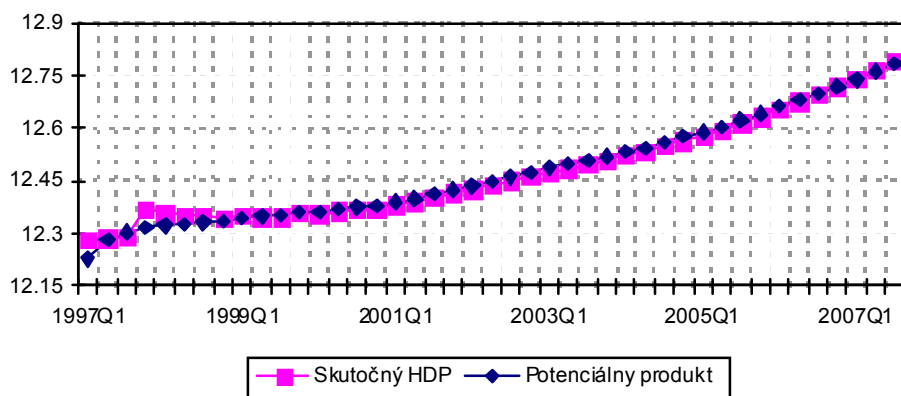
Parameter	Hodnota	Std. odchýlka	z-štatistika	Významnosť
α_0	0.006	Kalibrované		
α_1	0.200	0.027	7.393	0.000
α_2	0.600	0.136	4.412	0.000
α_3	0.250	0.172	1.453	0.146
σ_1	0.010	0.001	7.773	0.000
β_1	0.050	0.010	4.982	0.000
σ_2	0.015	0.001	14.113	0.000
γ_1	0.900	0.316	2.848	0.004
γ_2	-0.070	0.027	-2.631	0.009
γ_3	-0.057	0.017	-3.335	0.001
σ_3	0.005	0.001	6.433	0.000
δ_0	0.012	0.004	3.072	0.002
η_1	0.200	0.046	4.390	0.000
σ_4	0.008	0.001	5.471	0.000
σ_5	0.002	Kalibrované		
σ_6	0.010	0.002	6.309	0.000
φ_1	0.400	0.085	4.714	0.000
σ_7	0.040	0.006	6.210	0.000
Log. Vierohodnosti	279.9503	Použitie pozorovania		1997Q1-2007Q4

Zdroj: vlastné výpočty

Keďže sme mali pomerne krátke časové rady, pri odhade modelu sa vyskytli problémy s numerickou nestabilitou odhadov – malé zmeny štartovacích hodnôt pre jednotlivé parametre spôsobovali, že výpočet nekonvergoval alebo konvergoval k hodnotám, ktoré boli ekonomicky neprijateľné (produkčná medzera s hodnotami stoviek percent, výrazne záporné úrokové miery). Laubach a Williams (2003) i iné štúdie navrhujú postupy, ako niektoré z nich obísť, napríklad zaviesť apriórne hodnoty pre pomery rozptylov náhodných zložiek. V našom prípade sme štartovacie hodnoty získali tak, že sme jednotlivé vzťahy odhadli metódou najmenších

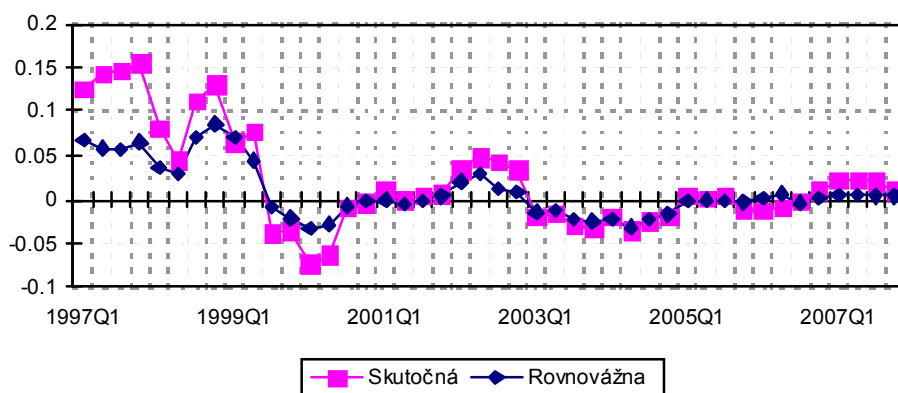
štvorcov, pričom za rovnovážnu úrokovú mieru sme dosadili hodnoty získané jednorozmerným frekvenčným (band-pass) filtrom. Štartovacie hodnoty rozptylov sme získali buď ako popisné štatistiky, alebo ako trojnásobok štandardnej chyby regresie (ak sme použili štandardnú chybu regresie priamo, odhady často končili so singularnou Hessovou maticou). Ak parametre vykazovali silnú multikolinearitu, kalibrovali sme ich tak, aby výsledky boli čo najlepšie ekonomicky interpretovateľné. výsledkov. V prílohe uvádzame odhadový tvar, ako aj štatistické testy odhadu. Pre výpočet reálnej úrokovej miery sme použili mieru inflácie z celkového indexu spotrebiteľských cien ex post.

Graf 3 Logaritmus skutočného a potenciálneho produktu



Zdroj: vlastné výpočty

Grafy 3 a 4 znázorňujú priebeh potenciálneho produktu a rovnovážnej úrokovej miery. Hodnoty na začiatku odhadového obdobia nie sú spoľahlivé, pretože sú ovplyvnené konvergujúcimi medzivýsledkami vo filtrovacom algoritme. Z porovnania priebehov rovnovážnych hodnôt produktu i úrokových mier vidno, že rovnovážne hodnoty sú stabilnejšie v čase a že skutočné hodnoty okolo nich oscilujú, čo je v súlade s našimi predpokladmi. Z grafu úrokových mier sú zrejme veľké výkyvy, spôsobené pravdepodobne pomalou absorpciou inflačných očakávaní do nominálnych úrokových mier. Ďalej je zrejme, že reálne úrokové miery sú v druhej polovici veľmi nízke, čo má za následok, že rovnovážne úrokové miery sú v tomto období blízko nuly.

Graf 4 Skutočná a neutrálna reálna úroková miera (Kalmanov filter)

Zdroj: vlastné výpočty

Táto úroková miera zodpovedá vzťahom relevantným pre anticyklickú monetárnu politiku. Z porovnania skutočnej a neutrálnej sadzby je zrejmé, že výkyvy reálnej úrokovej miery v rokoch 1998 až 2000 boli spôsobené nerovnovážnou zložkou, čo dobre zodpovedá vtedajším pomerom v slovenskej ekonomike. Na druhej strane, v roku 2002 so skutočnou hodnotou vzrástla aj rovnovážna úroková miera, čo znamenalo, že pri znížení inflácie v tomto období (ktoré sa premietlo do zvýšenia reálnych sadzieb) nenastali výrazné zmeny v raste HDP. Priebeh neutrálnej úrokovej sadzby poukazuje na to, že ju kladne ovplyvňujú kladné ponukové šoky. Klesá pravdepodobne so zvyšovaním miery verejných a súkromných úspor v dôsledku konsolidácie verejných financií a zavedenia druhého piliera dôchodkového zabezpečenia. Tieto vlastnosti sú v súlade s jej predpokladanou tendenciou navzájom vyrovnávať investície a úspory.

Z teoretického hľadiska tento spôsob postupuje od identifikácie nerovnováh (produkčnej medzery a prislúchajúcej nerovnovážnej zložky úrokovej miery), pre ktoré sú vypočítané rovnovážne hodnoty ako rozdiel skutočných hodnôt a nerovnovážnych zložiek úrokovej miery. Súvisí to s definíciou neutrálnej úrokovej miery, ktorá má zodpovedať stabilnej inflácii a HDP na úrovni potenciálu, takže ekonomická teória (IS krivka a Philipsova krivka) vlastne hovorí o nerovnovážnych zložkách a rovnovážne hodnoty sa získajú ako doplnok do skutočných hodnôt produktu a úrokovej sadzby. S týmto postupom od nerovnovážnych zložiek k rovnovážnym súvisia aj nízke hodnoty rovnovážnej miery, keďže, podobne ako skutočný produkt osciluje okolo potenciálneho produktu, skutočné úrokové miery oscilujú okolo rovnovážnych.

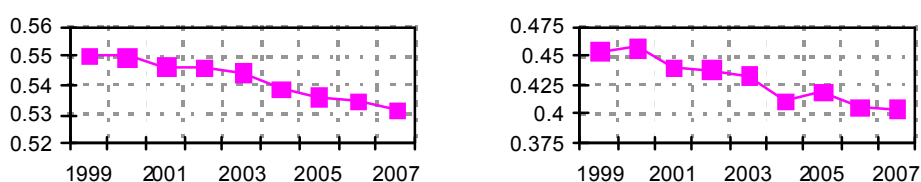
Je však zrejmé, že v odhadovom období boli skutočné hodnoty reálnych úrokových mier ovplyvnené širším spektrom činiteľov, ktoré spôsobili ich nízku úroveň a nie sú zahrnuté v použitom modeli. Najdôležitejšie z nich boli pravdepodobne nedostatočná pružnosť nominálnych mier na infláciu a previs celosvetových úspor nad objemom požadovaných investícií.

Dá sa predpokladať, že po dlhom období regulovaných cien niektoré ekonomické subjekty neformujú inflačné očakávania správne a orientujú sa podľa nominálnych, nie podľa reálnych úrokových mier. Toto vedie k zníženej krátkodobej i dlhodobej citlivosti nominálnych úrokových mier na infláciu, čo môže viesť k poklesu reálnych úrokových mier.

Predpokladáme, že tento efekt je prítomný v transformujúcich sa ekonomikách, v pôvodných krajinách EÚ jeho výraznejšiu prítomnosť nepredpokladáme.

Hypotézu previsu úspor nad investíciami potvrdzuje fakt, že rozdelenie hrubej pridanej hodnoty na odmeny zamestnancov a hrubý operačný prebytok sa v sledovanom období posunulo v prospech operačného prebytku. Ak majú ekonomické subjekty poberajúce odmeny zamestnancov väčší sklon k spotrebe ako ekonomické subjekty poberajúce operačný prebytok, táto zmena vedie k zvýšeným úsporám. Rovnovážne investície sú však určené spotrebou kapitálu a parametrami produkčnej funkcie a môžeme ich považovať za konštantné⁸. Ak pri pôvodnom rozdelení pridanej hodnoty boli finančné trhy v rovnováhe, po horeuvedenej zmene nastane previs úspor. Vývoj podielu odmien zamestnancov na pridanej hodnote znázorňuje nasledovný graf, ktorý dokumentuje prítomnosť tohto javu v SR aj v Eurozóne:

Graf 5 Vybrané ukazovatele hospodárskeho vývoja SR



Podiel odmien zam. na prid. hodnote - Eurozóna Podiel odmien zam. na prid. hodnote - SR

Zdroj: Eurostat, vlastné výpočty

Previs úspor spôsobil, že peniaze „naháňali“ výnos a došlo k preceneniu ceny za likviditu i rizikovej prémie. Na Slovensku síce do roku 1998 úrokové sadzby reflektovali neutržateľný charakter fiškálnej politiky ale po konsolidácii sa postupne tiež dostali na veľmi nízku úroveň. Úrokové miery teda síce reagovali na nesúlad medzi úsporami a investíciami, ale podmienky na finančných trhoch boli také, že nadobudli hodnoty v rozpore s inými aspektmi rovnovážnej úrokovej miery. Je zrejme, že je nižšia ako hraničný produkt kapitálu a pravdepodobne aj ako subjektívna diskontná miera domácností⁹, takže tieto by mali presúvať spotrebu z budúcnosti do prítomnosti. V použitom modeli to nie je dostatočne obsiahnuté, čo môže znížiť výpovednú schopnosť výsledkov. Navyše, odhadové obdobie je charakterizované pomerne nízkou citlivosťou outputu na úrokové miery, čo môže spôsobiť nespoľahlivosť odhadov. Úroveň takto získanej neutrálnej úrokovej miery treba teda považovať za špeciálny artefakt hospodárskeho vývoja v sledovanom období a nie za hodnotu zodpovedajúcu širšej rovnováhe. Preto sme hľadali alternatívny spôsob výpočtu, ktorý by nebol až tak závislý na vzťahoch v rámci hospodárskeho cyklu na Slovensku a vychádzal by priamo z podmienok optimality, v ktorých vystupuje (rovnovážna) úroková miera.

⁸ Domnievame sa, že posun v rozdelení príjmov súvisel skôr s globalizáciou ako s technickou inováciou v rámci jednotlivých krajín. Táto problematika, ako i stanovenie rovnovážneho podielu odmien zamestnancov na pridanej hodnote ide však nad rámec tejto štúdie – pre nás je dôležitý vplyv tohto javu na úrokové miery.

⁹ Vzťahy v tomto ohľade môžu byť komplikované meniacou sa vekovou štruktúrou obyvateľstva. Domácnosti mávajú v mladosti nízke úspory a vyšší dopyt po spotrebe, neskôr sa úspory zvyšujú až nad úroveň spotreby a po dosiahnutí poproduktívneho veku domácnosti typicky spotrebovávajú svoje úspory. Na možnú spojitosť poklesu rovnovážnych úrokových mier v Eurozóne poukazujú Crespo Cuaresma, a Gnan (2007).

3.5 Neutrálna úroková miera určená štruktúrnym VAR modelom

V predchádzajúcej časti sme určovali rovnovážnu úrokovú mieru pomocou dvoch makroekonomických vzťahov – IS krivky, zjednodušene vzťahu pre produkčnú medzeru ako funkcie nerovnovážnej zložky úrokovej miery, $y_{gap} = f(r_{gap})$, pričom produkčná medzera ako taká nie je funkciou neutrálnej úrokovej sadzby.

Tento myšlienkový postup môžeme alternatívne aproximovať štruktúrnym VAR modelom. Podobne ako Brzoza-Brzezina skonštruujeme dvojzložkový SVAR model pre prírastok HDP (ako aproximáciu produkčnej medzery) a reálnu úrokovú mieru. Cieľom modelu je vypočítať nepozorované šoky, z ktorých jeden zodpovedá rovnovážnej úrokovej miere a druhý nerovnovážnej zložke úrokovej miery. Prvý má ovplyvňovať iba úrokovú mieru, druhý ovplyvňuje obe veličiny. Model má tvar:

$$\begin{bmatrix} \Delta y_t \\ r_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{21} \\ A_{12} & A_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta y_t \\ r_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix}$$

Tento model sa dá invertovať na tzv. MA reprezentáciu, ktorá popisuje závisle premenné ako vážené súčty šokov. Súčty príslušných váh sú dlhodobé multiplikátory, určujúce dlhodobý účinok každého šoku na každú závisle premennú. Môžu sa usporiadať do matice, kde prvý riadok zodpovedá prírastku HDP a druhý riadok úrokovej miere. Stĺpce budú zodpovedať šokom. Ak položíme dlhodobý multiplikátor druhého šoku na prírastok HDP rovný nule, matica dlhodobých multiplikátorov nadobudne tvar:

$$\begin{bmatrix} C_{11} & 0 \\ C_{12} & C_{22} \end{bmatrix}$$

Prírastok HDP potom bude dlhodobo iba funkciou prvého šoku. Naproti tomu, úroková miera bude funkciou oboch šokov. Pri takomto ohraničení bude prvý šok zhruba zodpovedať neutrálnej úrokovej sadzbe a druhý šok bude zodpovedať nerovnovážnej zložke úrokovej miery. Z týchto štruktúrnych šokov sa následne kumulujú časové rady rovnovážnej úrokovej miery a nerovnovážnej zložky úrokovej miery ako vážené súčty.

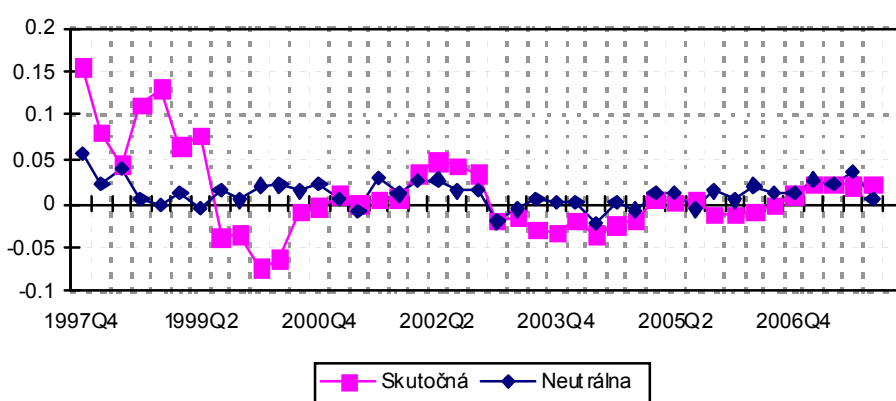
Štruktúrne šoky sme vypočítali podľa štúdie Astley - Garratt (1998) a kumulovali sme ich ako produkčnú medzeru a mieru rastu potenciálneho produktu v práci Menashe - Yakhin (2004). Prakticky sme tento výpočet realizovali nasledovne:

1. Odhadli sme (redukovanú) AR formu $Ax = \varepsilon$ s kovariančnou maticou $\text{Var}(\varepsilon\varepsilon') = \Omega$
2. Určili sme $B(1) = \sum_i B_i$ z MA formy $x = B\varepsilon$ (sumáciou váh)
3. Vypočítali sme pomocné matice $C(0) = B(1)^{-1} \Omega$
4. Vypočítali sme dlhodobé multiplikátory $C(1) = \sum_i C_i$ ako Choleského dekompozíciu matice $B(1) \Omega B(1)'$
5. Vypočítali sme váhy štruktúrnej MA formy $C_i = B_i C(0)$, B_i je z MA formy pre jednotkové šoky
6. Určili sme štruktúrne šoky $e = C(0)^{-1} \varepsilon$, pričom kovariančná matica $\text{Var}(ee') = I$
7. Získali sme prírastky $\Delta r_t = \sum_i \{C_{12}\}_i \{e_2\}_{t-i}$ a $\Delta y_{gap,t} = \sum_i \{C_{11}\}_i \{e_1\}_{t-i}$ (v zložených zátvorkách sú prvky matic C_i a matice štruktúrnych šokov e)

8. Kumuláciou sme vypočítali rovnovážnu mieru r a nerovnovážnu zložku $rgap$ a k časovému radu rovnovážnej miery sme pripočítali strednú hodnotu skutočných hodnôt reálnej úrokovej miery.

Parametre použitého vektorovo-autoregresívneho modelu v redukovanej forme uvádzame v prílohe. Zvolili sme taký rád procesu, aby bol odhadnutý model stabilný a LM test na autokoreláciu nezamietal nulovú hypotézu pre 12 období. Pri odhade sme použili mieru inflácie z celkového indexu spotrebiteľských cien. Vzhľadom na slabú konvergenciu váh súčet rovnovážnej úrokovej miery a nerovnovážnej zložky nebol presne rovný skutočným hodnotám, takže výsledky možno hodnotiť iba v hrubých rysoch. Graf 5 znázorňuje skutočné a rovnovážne hodnoty reálnej medzibankovej úrokovej miery:

Graf 6 Skutočná a neutrálna reálna úroková miera (štruktúrny VAR)



Zdroj: vlastné výpočty

Z grafu je zrejmé, že výsledok sa v hrubých rysoch podobá na výsledok z Kalmanovho filtra. Poukazuje to na pomerne silnú súvislosť rovnovážnej úrokovej miery s IS krivkou, ktorá vystupuje v oboch modeloch na jednej strane a pomerne slabú súvislosť rovnovážnej úrokovej miery s infláciou, keďže Philipsova krivka v štruktúrnom VAR modeli chýba. Kritické pripomienky k úrovni rovnovážnej úrokovej miery, uvedené v predchádzajúcej časti sa vzťahujú aj na tento výpočet.

3.6 Dlhodobá rovnovážna úroková miera určená Kalmanovým filtrom

V predchádzajúcich častiach sme videli, že IS krivka a Philipsova krivka nestačia na určenie spoľahlivej hodnoty rovnovážnej úrokovej miery, pokiaľ na širších finančných trhoch panuje previs likvidity (úspor) nad dopytom po nej (investíciách). Ramseyho model pritom ponúka teoreticky presné odvodenie a zdôvodnenie súvislostí rastu, úspor a úrokových mier ako funkcie parametrov produkčnej funkcie a preferencií domácností vrátane tempa rastu populácie, avšak striktné požiadavky tohto modelu nie sú v praxi splnené. Produkčná funkcia, funkcia užitočnosti ako i iné vzťahy sú matematické abstrakcie skutočných procesov, zvolené na základe svojich vlastností a implikácií. Aj keď predpokladáme, že v každom období možno popísať výrobný proces produkčnou funkciou a proces rozhodovania maximalizáciou funkcie užitočnosti pri rozpočtovom ohraničení, ekonomika je stále vystavená rôznym šokom a zmenám, ktoré spôsobujú, že jednotlivé veličiny nie sú rovné ich rovnovážnym hodnotám. Pri

konštrukcii viacrozmerného filtra s nepozorovanými premennými sme museli zobrať do úvahy nasledovné odchýlky:

- Čistý domáci produkt nie je rovný svojej rovnovážnej hodnote
- Hraničný produkt kapitálu nie je rovný rovnovážnej úrokovej miere – v dôsledku neustálych prispôbovacích procesov i v dôsledku nepresnosti optimalizácie. Pre tranzitívne krajiny je typický deficit kapitálovej vybavenosti a s tým spojený vysoký hraničný produkt.
- Odchýlky miery inflácie od jej priemeru sa premietajú do nerovnovážnej zložky úrokovej miery
- Hospodárstvo nerastie harmonickým rastom, podiel spotreby na čistej produkcii sa mení a ovplyvňuje rovnovážnu úrokovú mieru.

Model na výpočet dlhodobej rovnovážnej úrokovej miery má formu Kalmanovho filtra s piatimi signálmi a ôsmimi stavmi. Keďže dopytová štruktúra čistého produktu sa v sledovanom období menila, pri určení rovnovážnej úrokovej miery sme vychádzali z miery rastu spotreby, nie celkového čistého produktu. Na výpočet sme použili reálnu úrokovú mieru s mierou rastu deflátoru HDP ex post namiesto očakávanej inflácie. Prvý signál je reálna úroková miera REALMMIR, rozložená na rovnovážnu zložku R a nerovnovážnu zložku RGAP:

$$\text{REALMMIR} = R + \text{RGAP}$$

Druhý signál je tempo rastu produktivity práce, vypočítanej z čistého domáceho produktu (HDP – odpisy), rozložené na rovnovážnu zložku DLOGY a nerovnovážnu zložku YGAP. Čistý domáci produkt aj zamestnanosť boli očistené HP filtrom od krátkodobých výkyvov.

$$\text{DLOG}((\text{NDP}/L), 0,4) = \text{DLOGY} + \text{YGAP}$$

Tretím signálom je hraničný produkt kapitálu MPC, vypočítaný z diferencií očisteného čistého domáceho produktu. V období, kde pre fluktuácie použitých veličín vychádzali nezmyselné hodnoty, sme imputovali hodnotu 0.06 na základe najbližších ekonomicky prípustných hodnôt. Tento signál je vyšší od rovnovážnej úrokovej miery R o prémii za likviditu PREM, aproximovanú rozdielom priemernej úrokovej miery z úverov a medzibankovej úrokovej miery, časť nerovnovážnej zložky úrokovej miery RGAP a náhodnú zložku u_{MPC}

$$\text{MPC} = \alpha_1 * \text{RGAP} + R + \text{PREM} + u_{\text{MPC}}, u_{\text{MPC}} \sim N(0, \sigma_1^2)$$

Ďalší signál je odchýlka deflátoru HDP od jeho priemeru PYGAP, ktorá sa premieta so záporným znamienkom do nerovnovážnej zložky úrokovej miery. Rovnica obsahuje aj šum signálu u_{PYGAP}

$$\text{PYGAP} = \phi_1 * \text{RGAP} + u_{\text{PYGAP}}, u_{\text{PYGAP}} \sim N(0, \sigma_2^2)$$

Posledným signálom je tempo rastu podielu konečnej spotreby na čistom domácom produkte QC (oba rady boli sezónne očistené a vyhladené HP filtrom). Definuje obdobnú stavovú premennú QCS.

$$\text{QC} = \text{QCS} + u_{\text{QC}}, u_{\text{QC}} \sim N(0, \sigma_3^2)$$

Tempo rastu potenciálneho produktu DLOGY je definované ako súčtový proces s driftom a autokorelovanými prírastkami SHOCK. Multikolinearitu odhadu rozptylu sme odstránili zavedením pomeru k inému rozptylu.

$$DLOGY = \beta_1 + SHOCK(-1)$$

$$SHOCK = \beta_2 * SHOCK(-1) + v_{SHOCK}, v_{SHOCK} \sim N(0, 0.9 * \sigma_7^2)$$

Nerovnovážna zložka tempa rastu čistého produktu YGAP je súčtový proces, kde prírastok DYGAP závisí od nerovnovážnej zložky úrokovej miery RGAP:

$$DYGAP = \gamma_1 * RGAP1(-1) + v_{DYGAP}, v_{DYGAP} \sim N(0, \sigma_4^2)$$

$$YGAP = DYGAP(-1) + YGAP(-1)$$

Nerovnovážna zložka úrokovej miery RGAP je autoregresívny proces prvého rádu. Pomocná identita definuje hodnotu z minulého obdobia:

$$RGAP = \delta_1 * RGAP(-1) + v_{RGAP}, v_{RGAP} \sim N(0, \sigma_5^2)$$

$$RGAP1 = RGAP(-1)$$

Pomocný stav pre tempo rastu podielu spotreby na produkte QCS je definovaný ako súčtový proces:

$$QCS = QCS(-1) + v_{QCS}, v_{QCS} \sim N(0, \sigma_6^2)$$

Rovnovážna úroková miera je definovaná pomocou parametrov zodpovedajúcich subjektívnej diskontnej miere ρ a elasticite substitúcie θ z miery rastu spotreby. Táto je definovaná ako súčet rovnovážnej miery rastu DLOGY a miery rastu podielu spotreby na produkte QCS. Takto reflektujeme spojitosť úrokovej miery so spotrebou.

$$R = \rho + \theta * (DLOGY(-1) + QCS(-1)) + v_R, v_R \sim N(0, \sigma_7^2)$$

Tabuľka 2 Parametre modelu pre dlhodobú úrokovú mieru v SR

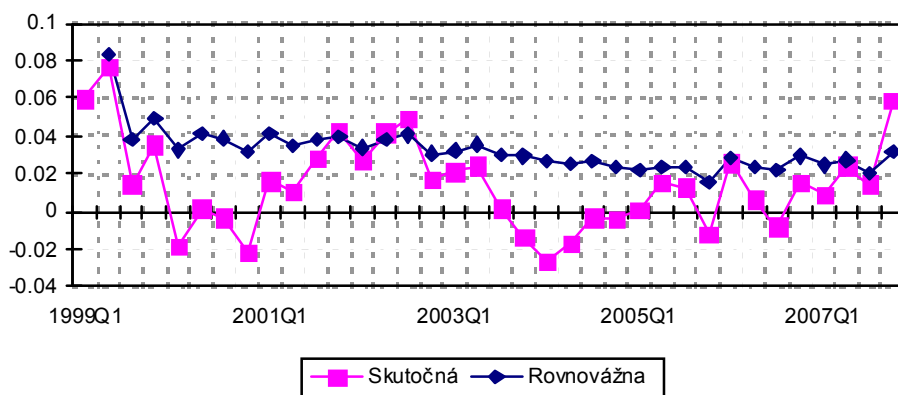
Parameter	Hodnota	Std. Odchýlka	z-štatistika	Významnosť
α_1	0.400	0.000	11206.150	0.000
σ_1	0.130	0.000	9319.620	0.000
ϕ_1	-1.000	0.000	-67005.190	0.000
σ_2	0.020	Kalibrované		
σ_3	0.001	Kalibrované		
β_1	0.055	Kalibrované		
β_2	0.300	0.127	2.359	0.018
σ_4	0.060	0.045	1.324	0.186
γ_1	-0.010	0.005	-1.894	0.058
δ_1	0.600	0.135	4.452	0.000
σ_5	0.022	0.007	3.026	0.003
σ_6	0.004	Kalibrované		

ρ	0.030	0.011	2.814	0.005
θ	0.200	0.127	1.576	0.115
σ_7	0.012	0.007	1.629	0.103
Log. Vierohodnosti	316.2335	Použité pozorovania	1999Q1	2007Q4

Zdroj: vlastné výpočty

Pri odhade sme museli niektoré parametre kalibrovať, tak ako sme to urobili pri neutrálnej úrokovej miere. Pri voľbe štartovacích hodnôt pre subjektívnu diskontnú sadzbu sme vychádzali z práce Mankiw (1985). Hodnoty na začiatku odhadového obdobia sú ovplyvnené konvergenciou niektorých parametrov použitého algoritmu a nemajú dostatočnú výpovednú hodnotu. Výsledná dlhodobá rovnovážna úroková miera má menšiu variabilitu v čase ako skutočná. Je určená nie na základe nerovnovážnej zložky ako v predchádzajúcom prípade, ale na základe premenných, ktoré sa viažu priamo k rovnovážnej hodnote (hraničný produkt kapitálu, miera rastu spotreby). Pribeh dlhobodej rovnovážnej úrokovej miery znázorňuje graf 7. Táto miera je pravdepodobnejšia, pokiaľ máme na zreteli mikroekonomické úvahy za konceptom rovnovážnej úrokovej miery.

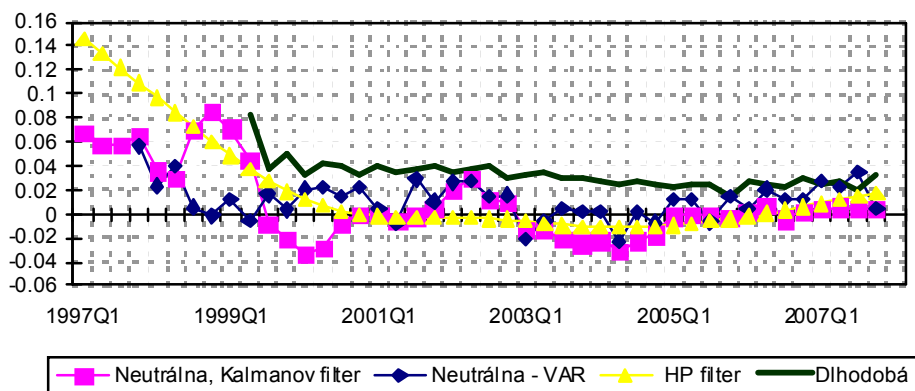
Graf 7 Skutočná a dlhodobá rovnovážna reálna úroková miera



Zdroj: vlastné výpočty

3.7 Porovnanie odhadov rovnovážnej úrokovej miery pre SR

Na grafe 8 sme porovnali rovnovážne úrokové miery v SR podľa rôznych metód – jednorozmerný filter, viacrozmerný filter s nepozorovanými premennými pre neutrálnu i dlhodobú mieru a VAR pre neutrálnu úrokovú mieru. Hoci výsledky nemožno porovnávať bez výhrad, pretože pre výpočet dlhobodej úrokovej miery sme použili inú mieru inflácie, určité závery podľa nás možno urobiť.

Graf 8 Porovnanie odhadov rovnovážnej úrokovej miery pre SR

Zdroj: vlastné výpočty

Pri HP filtri je zrejماً vysoká zotrvačnosť prvých a druhých diferencií výsledného časového radu, takže pri vysokých hodnotách na začiatku a nízkych hodnotách v prostriedku sledovaného obdobia dostáva výsledok pre reálnu úrokovú sadzbu parabolický priebeh. Tento priebeh môže byť zapríčinený aj s (v našom prípade asi nesprávnym) predpokladom, že v sledovanom období boli cyklické zložky nominálnych úrokových mier a mier inflácie stále v rovnakej fáze. Keďže tento výsledok je tak silne poznamenaný použitou metódou, považujeme za lepšie definovať rovnovážnu reálnu úrokovú sadzbu ako rozdiel filtrovaných hodnôt nominálnych sadzieb a mier inflácie. Tento výsledok je okrem toho vo väčšine pozorovaní podobný výsledkom pre neutrálnu úrokovú mieru.

Na grafe je zjavne vidieť rozdiel medzi predpokladmi neutrálnej a dlhodobej rovnovážnej miery. Neutrálnu úrokovú mieru zásadným spôsobom definujú makroekonomické súvislosti a cyklické pohyby, ktoré implikujú nerovnovážnu zložku oscilujúcu okolo nuly. Skutočné hodnoty reálnych úrokových mier sú pomerne nízke – okrem už spomínaného previsu úspor na finančných trhoch pravdepodobne aj preto, že inflácia sa nepremietla do nominálnych úrokových mier ako to predpokladá teória. Tieto pomerne nízke skutočné hodnoty spolu s nerovnovážnymi zložkami oscilujúcimi okolo nuly implikujú pomerne nízke hodnoty rovnovážnej miery. Dlhodobá úroková miera má bližšie k normatívnym mikroekonomickým fundamentom a tieto ju určujú priamo (nie pomocou nerovnovážnej zložky), takže je vyššia, s čím súvisí aj fakt, že vo väčšine pozorovaní rovnovážne hodnoty sú vyššie ako skutočné hodnoty. Teda, hoci má nerovnovážna zložka nenulovú strednú hodnotu, tento výpočet poskytuje výsledky, ktoré sú z prezentovaných hodnôt najlepšie ekonomicky interpretovateľné.

3.8 Neutrálna úroková miera v Eurozóne

Aby sme porovnali rovnovážne úrokové miery v SR a Eurozóne, snažili sme sa odhadnúť podobný model s Kalmanovým filtrom ako pre určenie neutrálnej úrokovej miery v SR aj pre Eurozónu. Pri našom odhade sme použili údaje iba od roku 1996. Iné štúdie používajú aj staršie údaje, avšak v skoršom období podľa nás fungovali jednotlivé štáty Eurozóny ako samostatné entity, takže zaradenie týchto pozorovaní do odhadu by ťažko zodpovedalo predpokladu modelu o jednotnej IS krivke a Philipsovej krivke pre celú oblasť. Na konci deväťdesiatych rokov prešli krajiny Eurozóny procesom, keď úrokové miery v jednotlivých krajinách skonvergovali v očakávaní zavedenia spoločnej meny. Preto sa nazdávame, že tieto

pozorovania už môžeme použiť, keďže tu už bola ekonomická realita ovplyvnená zavedením Eura

Pri konštrukcii tohto modelu sme vychádzali z modelu pre Slovensko popísaného vyššie, ale museli sme doň urobiť viaceré zmeny. Prvý signál ne logaritmus reálneho HDP pre pätnásťčlennú Eurozónu, rozdelený na potenciálny produkt LYPOTEU a produkčnú medzeru LYGAPEU.

$$\text{LOG}(\text{GDP_EU}) = \text{LYPOTEU} + \text{LYGAPEU}$$

Druhý signál je reálna miera REALMMIREU, vypočítaná z miery peňažného trhu a indexu spotrebiteľských cien. Tieto veličiny sú pre celú Eurozónu, zohľadňujúc jej rozširovanie¹⁰.

$$\text{REALMMIREU} = \text{REU} + \text{RGAPEU}$$

Tretím signálom je celková inflácia z indexu spotrebiteľských cien CPI_EU, určená Philipsovou krivkou. Na pravej strane obsahuje hodnoty z predchádzajúcich období, produkčnú medzeru LYGAPEU a cenu ropy Brent P_BRENTF (1 mesačný forward).

$$\Delta \text{LOG}(\text{CPI_EU}) = \alpha_0 + \alpha_1 * \Delta \text{LYGAPEU} + \alpha_2 * \Delta \text{LOG}(\text{CPI_EU}(-2)) + (1 - \alpha_2 - \alpha_3 - \alpha_4) * \text{LOG}(\text{CPI_EU}(-4)) + \alpha_3 * \Delta \text{LOG}(\text{P_BRENTF}) + \alpha_4 * \Delta \text{LOG}(\text{CPI_EU}(-3)) + \alpha_5 * T2 + \alpha_6 * T4 + U_{\text{CPI}}, U_{\text{CPI}} \sim N(0, \sigma_1^2)$$

Posledný signál je relatívna zmena priemerného reálneho kurzu Eura voči americkému doláru ako funkcia nerovnovážnej zložky úrokovej miery RGAPEU2 a binárnej umelej premennej.

$$(\Delta \text{LOG}(\text{EURUSD}, 0, 4) + \Delta \text{LOG}((\text{CPI_EU}/\text{CPI_US}), 0, 4))/4 = \text{RGAPEU2} + \beta_1 * (\text{TIME} > 37) * (\text{TIME} < 50) + U_{\text{RER}}, U_{\text{RER}} \sim N(0, \sigma_2^2)$$

Produkčná premenná LYGAPEU je stavová veličina, závislá od svojich predchádzajúcich hodnôt a nerovnovážnej zložky úrokovej miery RGAPEU. Ďalšie identity definujú pomocné stavy:

$$\text{LYGAPEU} = \gamma_0 + \gamma_1 * \text{LYGAPEU}(-1) + \gamma_2 * \text{LYGAPEU}(-3) + \gamma_3 * \text{RGAPEU}(-1) + v_{\text{LYGAP}}, v_{\text{LYGAP}}$$

$$\text{LYGAPEU1} = \text{LYGAPEU}(-1)$$

$$\text{LYGAPEU2} = \text{LYGAPEU1}(-1)$$

$$\text{LYGAPEU3} = \text{LYGAPEU2}(-1)$$

Potenciálny produkt LYPOTEU je definovaný ako súčtový proces s driftom a autokorelovanými prírastkami DPOT

$$\text{LYPOTEU} = \delta_0 + \text{LYPOTEU}(-1) + \Delta \text{LYPOT}(-1)$$

$$\Delta \text{LYPOT} = \eta_1 * \Delta \text{LYPOT}(-1) + v_{\text{DPOT}}, v_{\text{DPOT}} \sim N(0, \sigma_4^2)$$

Rovnovážna úroková miera sa nasčítava z prírastkov.

$$\text{REU} = \text{R3}(-1) + \text{RSHOCK}(-1) + v_{\text{REU}}, v_{\text{REU}} \sim N(0, \sigma_5^2)$$

$$\text{RSHOCK} = v_{\text{RSHOCK}}, v_{\text{RSHOCK}} \sim N(0, \sigma_6^2)$$

¹⁰ Pre output sme museli použiť fixný počet krajín, pretože zmeny v definícii by kolidovali s výpočtom produkčnej medzery.

Nerovnovážna zložka RGAPEU je tiež súčtový proces:

$$RGAPEU = RGAPEU(-1) + v_{RGAPEU}, v_{RGAPEU} \sim N(0, \sigma_7^2)$$

Model uzatvárajú pomocné identity, dopĺňujúce model na štandardný tvar:

$$RGAPEU1 = RGAPEU(-1)$$

$$RGAPEU2 = RGAPEU1(-1)$$

$$R1 = REU(-1)$$

$$R2 = R1(-1)$$

$$R3 = R2(-1)$$

Tabuľka 3 Parametre modelu pre neutrálnu úrokovú mieru v Eurozóne

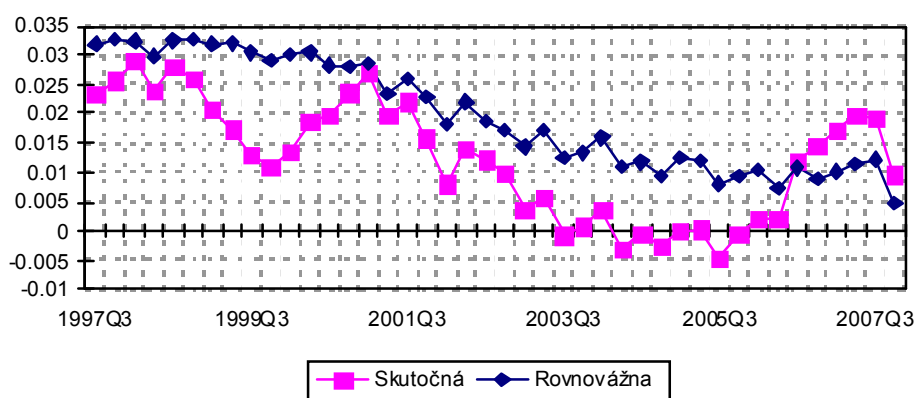
Parameter	Hodnota	Std. Odchýlka	z-štatistika	Významnosť.
α_0	-0.0012	Kalibrované		
α_3	0.0142	0.003	4.152	0.000
α_1	0.0027	0.002	1.556	0.120
α_2	0.2509	0.097	2.586	0.010
α_4	0.3845	0.104	3.691	0.000
α_5	0.0027	0.001	2.621	0.009
α_6	0.0015	0.001	2.157	0.031
σ_1	0.0020	0.000	370.797	0.000
β_1	0.0390	0.007	5.518	0.000
σ_2	0.0146	0.001	13.160	0.000
γ_0	0.0005	Kalibrované		
γ_1	1.1281	0.002	693.154	0.000
γ_2	-0.2210	0.012	-18.994	0.000
γ_3	-0.1061	0.001	-156.059	0.000
σ_3	0.0023	0.000	22.967	0.000
δ_0	0.0049	0.001	6.759	0.000
η_1	0.1290	0.000	646.508	0.000
σ_4	1.8E-6	Kalibrované		
σ_5	0.002	Kalibrované		

σ_6	0.0047	0.001	3.175	0.002
σ_7	0.0039	0.000	20.116	0.000
Log likelihood	502.3798	Použité pozorovania	1997Q3 – 2007Q4	

Zdroj: vlastné výpočty

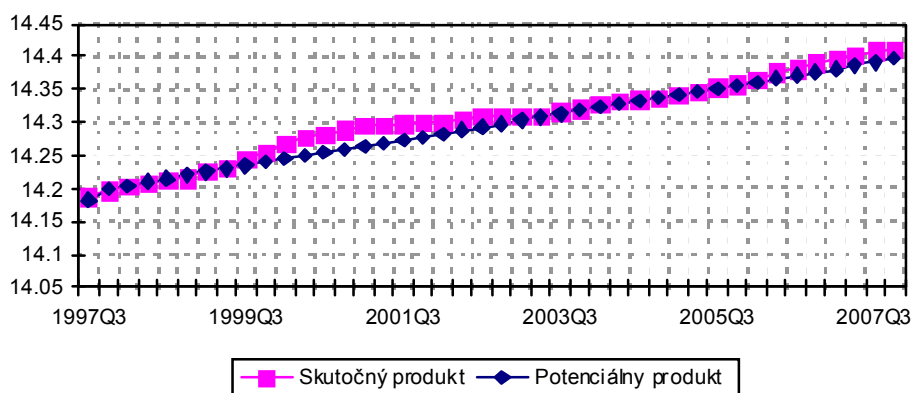
Pri odhade parametrov modelu sme museli niektoré parametre kalibrovať. Tento model sa vyznačuje značnou numerickou nestabilitou. Môže to súvisieť s tým, že Eurozóna nie je jednotný štát, ale zoskupenie štátov s rôznou fiškálnou politikou. S výpočtovými problémami súvisí aj fakt, že produkčná medzera nie je centrovaná okolo nuly, ale väčšinou nadobúda kladné hodnoty. Odhady rovnovážnej úrokovej miery v Eurozóne sa rôznia. Crespo Cuaresma a kol. (2004) udávajú hodnoty okolo jedného percenta, Giammarioli a Valla (2003) okolo troch percent (pričom však používajú rôzne metódy). Naše výsledky postupne klesajú z úrovne vyššie troch percent až pod jedno percento.

Graf 9 Skutočná a neutrálna reálna úroková miera v Eurozóne



Zdroj: vlastné výpočty

Odhad produkčnej medzery v Eurozóne znázorňuje graf č. 9.

Graf 10 Skutočný a potenciálny produkt (logaritmus) v Eurozóne

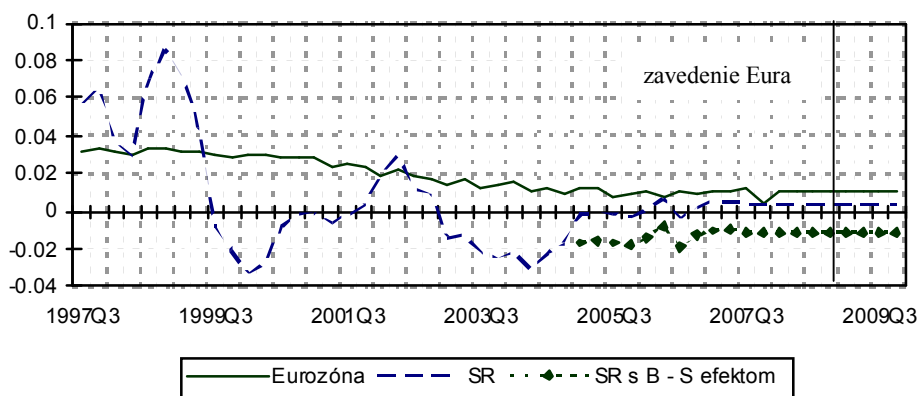
Zdroj: vlastné výpočty

Z grafu 9 je zrejmé, že i keď sa rovnovážna úroková miera na začiatku sledovaného obdobia pohybovala okolo troch percent, čo môže približne zodpovedať mikroekonomickým podmienkam optimality, postupne tiež nadobudla hodnoty blízke nule. Poukazuje to na globálny charakter tlakov na znižovanie úrokových mier, pravdepodobne globálny previs úspor (savings glut), čo potvrdzuje i graf č. 5. Domnievame sa preto, že hoci úrovne neutrálnych úrokových mier získaných pomocou IS krivky a Philipsovej krivky nemožno hodnotiť absolútne, vzhľadom na obdobný charakter skreslenia ich možno porovnať pre rôzne krajiny.

3.9 Posúdenie vplyvu Balassa-Samuelsonovho efektu na neutrálne úrokové miery po vstupe do Eurozóny

Po vstupe SR do Eurozóny sa odstránia podstatné faktory, ktoré vymedzujú finančný trh (výmenný kurz a jeho dôsledky - riziková prémie, poplatky za výmenu mien) v SR a slovenský finančný trh sa integruje do jednotného finančného trhu Eurozóny. Dá sa predpokladať, že úrokové miery na Slovensku sa priblížia úrokovým mierram v Eurozóne, Treba však mať na pamäti, že na Slovensku pokračuje proces približovania k pôvodným krajinám Európskej únie a že v rámci tohto procesu nastáva tzv. Balassa – Samuelsonov¹¹ efekt, ktorý spôsobuje tlak na reálny výmenný kurz. Vzhľadom na nemožnosť zhodnocovania nominálneho kurzu po zavedení Eura budú tieto tlaky pôsobiť na rast inflácie na Slovensku. Šuster a kol.(2006) uvádzajú viacero odhadov dodatočného zvýšenia inflácie v dôsledku Balassa-Samuelsonovho efektu. Pre účely posúdenia vplyvu vstupu do menovej únie predpokladajme, že hospodárstva Eurozóny a SR budú operovať na úrovni potenciálu a pri stabilnej inflácii. Predpokladajme ďalej, že po vstupe do menovej únie sa na Slovensku zavedie úroková miera, rovná neutrálnej miere v Eurozóne, zvýšená o (cieľovú) infláciu v Eurozóne a že inflácia na Slovensku po zavedení Eura bude vyššia o 1,5 percenta pod vplyvom Balassa-Samuelsonovho efektu, bez ohľadu na produkčnú medzeru. Rozdiel v rovnovážnej inflácii sa potom premietne do rozdielu v úrokových mierach. V nasledujúcom grafe sú predpokladané neutrálne úrokové miery v Eurozóne a na Slovensku. Od roku 2008 sme ich extrapolovali expertnými odhadmi na základe posledných napočítaných hodnôt.

¹¹ Podstata Balassa – Samuelsonovho efektu spočíva v tom, že rast produktivity v obchodovateľnom sektore pri jednotnom trhu práce v rámci národnoej ekonomiky vedie k divergencii jednotkových mzdových nákladov v obchodovateľnom a neobchodovateľnom sektore. To vedie k systematickému zhodnocovaniu reálneho výmenného kurzu. Bližšie o tejto problematike pojednáva Šuster a kol (2006).

Graf 11 Neutrálna reálna úroková miera v Eurozóne a v SR

Zdroj: vlastné výpočty

Z grafu 11 vidieť, že spoločná neutrálna úroková sadzba po zohľadnení Balassa-Samuelsonovho efektu klesne pod nulu. Toto môže spôsobiť určitý konflikt pre menovú politiku, pretože implikovaná úroková miera bude príliš expanzívna. Na druhej strane, monetárna politika a hospodárska politika vôbec je širší súhrn nástrojov, takže predpokladáme, že bude možné expanzívna vplyv úrokových mier kompenzovať inými nástrojmi. Treba tiež pripomenúť, že očakávané výhody zavedenia Eura budú vyššie ako očakávané náklady spojené so stratou samostatnej monetárnej politiky.

4 ZHRNUTIE A ZÁVER

V tejto práci sme sa venovali rovnovážnym reálnym úrokovým mieram. Najdôležitejšie sú koncepty neutrálnej reálnej úrokovej miery a dlhodobej reálnej úrokovej miery. Neutrálna úroková miera je odvodená na základe makroekonomických úvah o hospodárskom cykle a inflácii. Je to reálna úroková miera, ktorá zodpovedá stavu, keď hospodárstvo operuje na úrovni potenciálu a inflácia je rovná cieľovej hodnote. Pri určení neutrálnej úrokovej miery sa vychádza z konkrétneho národohospodárskeho prostredia, ktoré sa môže v sledovanom období meniť. Dlhodobá úroková miera je teoretický koncept zodpovedajúci ideálnemu stavu všeobecnej rovnováhy so stabilnou štruktúrou ekonomiky. Je určená na jednej strane technológiou, premietnutou v hodnote hraničného produktu kapitálu, jednak preferenciami domácnosti, tak ako to určuje Ramsey-Keynesovo pravidlo. Keďže predpoklady dlhodobej rovnovážnej miery sú v podstate rozšírením predpokladov neutrálnej úrokovej miery, vo veľmi dlhodobom horizonte by však mala neutrálna úroková miera konvergovať k dlhodobej úrokovej miere.

Prezentujeme výpočty neutrálnej reálnej úrokovej miery pre SR i pre Eurozónu, ako aj aproximáciu dlhodobej rovnovážnej úrokovej miery, tak ako to dovoľujú zmeny v rámci procesu dobiehania. Výsledky jednotlivých odhadov ukazujú, že hodnoty rovnovážnych úrokových mier silne závisia od použitých predpokladov. Neutrálna úroková miera sa všeobecne pohybuje v koridore určenom osciláciami skutočnej reálnej úrokovej miery a môžu sa do nej premietnuť rôzne vplyvy, ktoré ju môžu skresliť oproti dlhodobej úrokovej miere. V sledovanom období mali neutrálne reálne úrokové miery klesajúcu tendenciu a v rokoch

2006 a 2007 nadobudli nízke hodnoty, niekedy až blízko nuly. Tieto hodnoty sú veľkou pravdepodobnosťou spojené s konkrétnymi makroekonomickými faktormi (neočakávané inflačné šoky, ktoré sa plne nepremietli do nominálnych úrokových mier; previs úspor nad dopytom po likvidite) a nie sú rovné dlhodobej rovnovážnej úrokovej miere. Tá by mala byť pri prítomnosti technického pokroku vyššia ako subjektívna diskontná miera domácností. V tejto štúdii formulujeme model, ktorým sa snažíme odvodiť dlhodobú úrokovú mieru z jej mikroekonomických fundamentov. Výsledky majú tiež klesajúci trend, avšak sú vyššie ako neutrálna úroková miera. Ak sú naše modely správne, rozdiely medzi neutrálnou úrokovou sadzbou a dlhodobou úrokovou sadzbou môžu zodpovedať strednodobému vplyvu domácich a svetových úspor.

Po vstupe Slovenska do menovej únie nastane diskrepancia medzi neutrálnou úrokovou mierou v Eurozóne a na Slovensku, pričom hlavnou príčinou bude Balassa – Samuelsonov efekt. Z porovnania relevantných veličín vyplýva, že expanzívny vplyv úrokových sadzieb asi bude treba kompenzovať inými nástrojmi hospodárskej politiky. Nie je však vylúčené, že neutrálna úroková miera bude pomaly konvergovať k vyššej úrovni dlhodobej rovnovážnej úrokovej miery.

LITERATÚRA

Antoničová Z., Huček J.: Multivariate Filter with Unobserved Components, BIATEC, Volume XIII, 6/2005

Archibald, J.- Hunter, L.: What is the neutral real interest rate, and how can we use it?, Reserve Bank of New Zealand: Bulletin Vol. 64 (2001), No. 3, str. 15 - 28

Astley, M. S. – Garratt, A.: Exchange Rates and Prices: Sources of Sterling Real Exchange Rate Fluctuations 1973-94, London, Bank of England, 1998

Benati, L. - Vitale G.: Joint Estimation Of the Natural Rate of Interest, the Natural Rate Of Unemployment, Expected Inflation and Potential Output, Working Paper No 797, ECB, Frankfurt, 2007

Bernhardsen, T. :The neutral real interest rate, Staff Memo Nr. 2005/1, Norges Bank, Oslo, 2005

Blanchard, O., Fisher, S.: Lectures on Macroeconomics, 3. vydanie, MIT Press, Cambridge, 1989

Blaug, M.: Great Economists before Keynes: An Introduction to the Lives and Works of One Hundred Great Economists of the Past, Cambridge University Press, NewYork , 1986

Brzoza-Brzezina, M.: Estimating the Natural Rate of Interest: A SVAR Approach, Working Paper 12/2002, NBP , Warszawa, 2002

Crespo Cuaresma, J.; Gnan, E.: and Ritzberger-Grünwald, D. “Searching for the Natural Rate of Interest: A Euro Area Perspective.” Working Paper Nr. 84, OeNB, Wien, 2003

Crespo Cuaresma, J.; Gnan, E.: The natural rate of interest: which concept? which estimation method? which policy conclusions?, Journal of Post Keynesian Economics / Summer 2007, Vol. 29, No. 4 str.667-688

Giammarioli, N., and Valla, N. “The Natural Real Rate of Interest in the Euro Area.” European Central Bank Working Paper 233, Frankfurt, 2003

Kanczuk, F., Real Interest Rates and Brazilian Business Cycles, University of San Paolo, San Paolo, bez udania roku

Laubach, T., Williams, J. C.: Measuring the Natural Rate of Interest, The Review of Economics and Statistics, November 2003, 85(4), str. 1063 -1070

Mankiw N. G.,Rohemberg J. J., Summers L. H.:Intertemporal Substitution in Macroeconomics, The Quarterly Journal of Economics, February 1985, str. 225 - 251

Menashe Y. - Yakhin, Y. (2004). „Mind The Gap: Structural And Nonstructural Approaches To Estimating Israel’s Output Gap“, *Israel Economic Review Vol. 2, No. 2*, str. 79–106

J. H. Munro: The Usury Doctrine and Urban Public Finances in Late-Medieval Flanders: Annuities, Excise Taxes, and Income Transfers from the Poor to the Rich, Working Paper 288, University of Toronto, Department of Economics, Toronto, 2007

Nakagawa S., Oshima, K.: Does a Decrease in the Real Interest Rate Actually Stimulate Personal Consumption?, An Empirical Study, Working Paper 00-2, Bank of Japan, Tokyo, 2000

Pollock, S. (2002): „Recursive Estimation in Economics“, *Working Paper No. 462*, Queen Mary, University of London

Ramsey F. P.: A Mathematical Theory of Saving, *Economic Journal*, 38, No. 152 (December 1928), str. 543 -559

Šuster a kol. Odhad Balassa-Samuelsonovho efektu v ekonomike SR, Výskumná štúdia, NBS, Bratislava, 2005

Taylor, J. B.: Discretion versus Policy Rules in Practice, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 39, str. 135 – 214, North Holland, Stanford University, Stanford, 1993

Trehan B. a Wu†. T: Time Varying Equilibrium Real Rates and Monetary Policy Analysis, Federal Reserve Bank of San Francisco, San Francisco, 2004

Wicksell, K.: *Interest and Prices*, New York: Augustus M. Kelley, 1965 (orig. pub. 1898, trans. pub. 1936).

PRÍLOHY

Odhadový tvar modelu pre neutrálnu úrokovú mieru pre SR¹²:

$$\text{LOG(NAGDPSA)} = \text{LYPOT} + \text{LYGAP}$$

$$\text{REALMMIR} = R + \text{RGAP}$$

$$\text{DLOG(CPIC)} = 0.006 + C(21)*\text{LYGAP} + (1 - C(22) - C(25))*\text{DLOG(EURSKK(-1))} + C(22)*\text{DLOG(CPIC(-1))} + C(25)*\text{INFLEX} + [\text{VAR}=C(29)^2]$$

$$\text{DLOG}(1/\text{EURSKK}) = \text{RGAP1} - \text{RGAP2} + C(33)*\text{T1} -$$

$$\text{DLOG}(\text{CPI_SK}/\text{CPI_EU}) + [\text{VAR}=C(39)^2]$$

$$\text{LYGAP} = C(12)*\text{LYGAP}(-1) + C(13)*\text{LYGAP3}(-1) + C(15)*\text{RGAP}(-1) + [\text{VAR}=C(19)^2]$$

$$\text{LYGAP1} = \text{LYGAP}(-1)$$

$$\text{LYGAP2} = \text{LYGAP1}(-1)$$

$$\text{LYGAP3} = \text{LYGAP2}(-1)$$

$$\text{LYPOT} = C(40) + \text{LYPOT}(-1) + \text{DPOT}(-1)$$

$$\text{DPOT} = C(51)*\text{DPOT}(-1) + [\text{VAR}=C(52)^2]$$

$$R = R(-1) + \text{RSHOCK}(-1) + [\text{VAR}=0.002^2]$$

$$\text{RSHOCK} = [\text{VAR}=C(53)^2]$$

$$\text{RGAP} = C(61)*\text{RGAP}(-1) + [\text{VAR}=C(63)^2]$$

$$\text{RGAP1} = \text{RGAP}(-1)$$

$$\text{RGAP2} = \text{RGAP1}(-1)$$

Štatistické testy modelu pre neutrálnu úrokovú mieru pre SR

Sspace: SV

Method: Maximum likelihood (Marquardt)

Date: 05/28/08 Time: 16:34

Sample: 1997Q1 2007Q4

Included observations: 44

Partial observations: 1

Estimation settings: tol= 0.00010, derivs=accurate numeric

Initial Values: C(12)=0.90000, C(13)=-0.07000, C(15)=-0.05660,

C(19)=0.00500, C(21)=0.20000, C(22)=0.60000, C(25)=0.25000,

C(29)=0.01000, C(33)=0.05000, C(39)=0.01500, C(40)=0.01200,

C(51)=0.20000, C(52)=0.00800, C(53)=0.01000, C(61)=0.40000,

C(63)=0.04000

Convergence achieved after 1 iteration

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(12)	0.900000	0.315975	2.848325	0.0044
C(13)	-0.070000	0.026607	-2.630916	0.0085
C(15)	-0.056604	0.016973	-3.334944	0.0009
C(19)	0.005000	0.000777	6.433053	0.0000
C(21)	0.200000	0.027053	7.392987	0.0000
C(22)	0.600000	0.135980	4.412421	0.0000
C(25)	0.250000	0.172093	1.452701	0.1463

¹² Výrazy v hranatých zátvorkách sú definície náhodných zložiek

C(29)	0.010000	0.001286	7.773308	0.0000
C(33)	0.050000	0.010036	4.982023	0.0000
C(39)	0.015000	0.001063	14.11257	0.0000
C(40)	0.012000	0.003906	3.071939	0.0021
C(51)	0.200000	0.045557	4.390078	0.0000
C(52)	0.008000	0.001462	5.470908	0.0000
C(53)	0.010000	0.001585	6.309315	0.0000
C(61)	0.400000	0.084851	4.714168	0.0000
C(63)	0.040000	0.006442	6.209522	0.0000
<hr/>				
	Final State	Root MSE	z-Statistic	Prob.
<hr/>				
LYGAP	0.004370	0.010375	0.421192	0.6736
LYGAP1	0.005470	0.009984	0.547898	0.5838
LYGAP2	0.006750	0.009666	0.698295	0.4850
LYGAP3	0.004575	0.009416	0.485924	0.6270
LYPOT	12.80969	0.016014	799.9281	0.0000
DPOT	8.48E-05	0.008165	0.010382	0.9917
R	0.003709	0.024374	0.152153	0.8791
RSHOCK	0.000000	0.010000	0.000000	1.0000
RGAP	0.002415	0.040968	0.058938	0.9530
RGAP1	0.006036	0.022138	0.272681	0.7851
RGAP2	0.016995	0.020563	0.826482	0.4085
<hr/>				
Log likelihood	279.9503	Akaike info criterion		-11.99774
Parameters	16	Schwarz criterion		-11.34895
Diffuse priors	11	Hannan-Quinn criter.		-11.75714

Štatistické testy odhadu VAR modelu

Vector Autoregression Estimates

Date: 06/30/08 Time: 18:11

Sample (adjusted): 1998Q1 2007Q4

Included observations: 40 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

	DYC	RC
DYC(-1)	0.381664 (0.16743) [2.27952]	0.068361 (0.27511) [0.24848]
DYC(-2)	0.739101 (0.16892) [4.37556]	0.337129 (0.27755) [1.21465]
DYC(-3)	0.119240 (0.15730) [0.75802]	0.255336 (0.25847) [0.98787]
DYC(-4)	-0.331126	-0.450718

	(0.15529)	(0.25516)
	[-2.13234]	[-1.76643]
RC(-1)	-0.384076	0.684204
	(0.10016)	(0.16458)
	[-3.83457]	[4.15731]
RC(-2)	0.415850	0.107545
	(0.13020)	(0.21394)
	[3.19389]	[0.50269]
RC(-3)	0.148188	-0.052437
	(0.14383)	(0.23634)
	[1.03026]	[-0.22187]
RC(-4)	-0.295282	-0.022054
	(0.10218)	(0.16789)
	[-2.88984]	[-0.13135]
R-squared	0.775213	0.642431
Adj. R-squared	0.726041	0.564213
Sum sq. resid	0.009422	0.025440
S.E. equation	0.017160	0.028195
F-statistic	15.76531	8.213322
Log likelihood	110.3133	90.44909
Akaike AIC	-5.115666	-4.122455
Schwarz SC	-4.777890	-3.784679
Mean dependent	0.000597	-0.012169
S.D. dependent	0.032784	0.042711
Determinant resid covariance (dof adj.)		2.15E-07
Determinant resid covariance		1.38E-07
Log likelihood		202.4464
Akaike information criterion		-9.322322
Schwarz criterion		-8.646770

Roots of Characteristic Polynomial

Endogenous variables: DYC RC

Exogenous variables:

Lag specification: 1 4

Date: 05/30/08 Time: 15:57

Root	Modulus
-0.706011 - 0.525884i	0.880344
-0.706011 + 0.525884i	0.880344
0.849524 - 0.189602i	0.870425
0.849524 + 0.189602i	0.870425
0.809223	0.809223
0.282503 - 0.604004i	0.666805
0.282503 + 0.604004i	0.666805

-0.595389

0.595389

No root lies outside the unit circle.
VAR satisfies the stability condition.

VAR Residual Serial Correlation LM Tests
Null Hypothesis: no serial correlation at lag order h
Date: 05/30/08 Time: 15:58
Sample: 1997Q1 2007Q4
Included observations: 40

Lags	LM-Stat	Prob
1	4.466113	0.3466
2	1.798623	0.7727
3	4.535533	0.3384
4	6.828055	0.1453
5	2.020625	0.7320
6	1.469619	0.8320
7	0.597229	0.9634
8	0.766855	0.9428
9	4.522836	0.3398
10	2.349965	0.6717
11	0.541204	0.9694
12	1.307347	0.8601

Probs from chi-square with 4 df.

Odhadový tvar modelu pre dlhodobú rovnovážnu úrokovú mieru.

REALMMIR=R+RGAP
 $DLOG((POTNDP/L_E),0,4)=DLOGY+YGAP$
 $MPC=C(21)*RGAP + R+PREM + [VAR=C(29)^2]$
 $PYGAP=C(41)*RGAP+[VAR=0.02^2]$
 $QC=QCS+[VAR=0.001^2]$
 $DLOGY=0.055+SHOCK(-1)$
 $QCS=QCS(-1)+[VAR=(0.00125*3)^2]$
 $SHOCK=C(62)*SHOCK(-1)+[VAR=0.9*C(13)^2]$
 $DYGAP=C(61)*RGAP1(-1)+[VAR=C(69)^2]$
 $YGAP=DYGAP(-1)+YGAP(-1)$
 $RGAP=C(51)*RGAP(-1)+[VAR=C(59)^2]$
 $RGAP1=RGAP(-1)$
 $R=C(15)+C(16)*(DLOGY(-1)+QCS(-1))+[VAR=C(13)^2]$

Štatistické testy odhadu modelu pre dlhodobú úrokovú mieru:

Sspace: RAM1
Method: Maximum likelihood (Marquardt)
Date: 05/29/08 Time: 17:17

Sample: 1999Q1 2007Q4

Included observations: 36

Partial observations: 4

Estimation settings: tol= 0.00010, derivs=accurate numeric

Initial Values: C(13)=0.01167, C(15)=0.03000, C(16)=0.20000,

C(21)=0.40000, C(29)=0.13000, C(41)=-1.00000, C(51)=0.60000,

C(59)=0.02200, C(61)=-0.01000, C(62)=0.30000, C(69)=0.06000

Convergence achieved after 1 iteration

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(13)	0.011667	0.007161	1.629265	0.1033
C(15)	0.029998	0.010661	2.813895	0.0049
C(16)	0.199999	0.126928	1.575690	0.1151
C(21)	0.400001	3.57E-05	11206.15	0.0000
C(29)	0.130000	1.39E-05	9319.620	0.0000
C(41)	-1.000000	1.49E-05	-67005.19	0.0000
C(51)	0.599999	0.134774	4.451890	0.0000
C(59)	0.022000	0.007270	3.025989	0.0025
C(61)	-0.010000	0.005280	-1.894114	0.0582
C(62)	0.299997	0.127185	2.358745	0.0183
C(69)	0.060000	0.045319	1.323960	0.1855

	Final State	Root MSE	z-Statistic	Prob.
DLOGY	0.054780	0.011602	4.721789	0.0000
QCS	-0.015581	0.008425	-1.849278	0.0644
SHOCK	-6.59E-05	0.011602	-0.005676	0.9955
DYGAP	5.99E-05	0.060000	0.000999	0.9992
YGAP	0.004805	0.134645	0.035688	0.9715
RGAP	0.016430	0.022707	0.723593	0.4693
RGAP1	0.027384	0.009368	2.923138	0.0035
R	0.037735	0.011990	3.147343	0.0016

Log likelihood	316.2335	Akaike info criterion	-16.95742
Parameters	11	Schwarz criterion	-16.47357
Diffuse priors	8	Hannan-Quinn criter.	-16.78854

Odhadový tvar modelu pre Eurozónu:

$$\text{LOG}(\text{GDP_EMU2}) = \text{LYPOTEU} + \text{LYGAPEU}$$

$$\text{REALMMIREU} = \text{REU} + \text{RGAPEU}$$

$$\begin{aligned} \text{DLOG}(\text{CPI_EU}) = & -0.0012 + \text{C}(22) * \text{LYGAPEU2} + \text{C}(23) * \text{DLOG}(\text{CPI_EU}(-2)) + (1 - \text{C}(23) - \\ & \text{C}(20) - \text{C}(25)) * \text{DLOG}(\text{CPI_EU}(-4)) + \text{C}(20) * \text{DLOG}(\text{P_BRENTF}) + \text{C}(26) * \text{T2} + \\ & \text{C}(25) * \text{DLOG}(\text{CPI_EU}(-3)) + \text{C}(28) * \text{T4} + [\text{VAR} = \text{C}(29)^2] \\ & (\text{DLOG}(\text{EURUSD}, 0, 4) + \text{DLOG}((\text{CPI_EU} / \text{CPI_US}), 0, 4)) / 4 = \text{RGAPEU2} + \\ & \text{C}(32) * (\text{TIME} > 37) * (\text{TIME} < 50) + [\text{VAR} = \text{C}(39)^2] \end{aligned}$$

$$\text{LYGAPEU} = 0.0005 + \text{C}(12) * \text{LYGAPEU}(-1) + \text{C}(13) * \text{LYGAPEU3}(-1) + \text{C}(14) * \text{RGAPEU}(-1) + [\text{VAR} = \text{C}(19)^2]$$

$$\text{LYGAPEU1} = \text{LYGAPEU}(-1)$$

$$\text{LYGAPEU2} = \text{LYGAPEU1}(-1)$$

$LYGAPEU3 = LYGAPEU2(-1)$
 $LYGAPEU4 = LYGAPEU3(-1)$
 $LYPOTEU = C(40) + LYPOTEU(-1) + DPOT(-1)$
 $DPOT = C(51) * DPOT(-1) + [VAR = (1.8E-6)^2]$
 $REU = R3(-1) + RSHOCK(-1) + [VAR = 0.002^2]$
 $RSHOCK = + [VAR = C(54)^2]$
 $RGAPEU = RGAPEU(-1) + [VAR = C(63)^2]$
 $RGAPEU1 = RGAPEU(-1)$
 $RGAPEU2 = RGAPEU1(-1)$
 $R1 = REU(-1)$
 $R2 = R1(-1)$
 $R3 = R2(-1)$

Štatistické testy pre model pre Eurozónu:

Sspace: SV

Method: Maximum likelihood (Marquardt)

Date: 06/02/08 Time: 11:30

Sample: 1997Q3 2007Q4

Included observations: 42

Estimation settings: tol= 0.00010, derivs=accurate numeric

Initial Values: C(12)=1.25000, C(13)=-0.32000, C(14)=-0.26000,

C(19)=0.00420, C(20)=0.01500, C(22)=0.04000, C(23)=0.45000,

C(25)=0.35000, C(26)=0.00400, C(28)=0.02500, C(29)=0.00600,

C(32)=0.05000, C(39)=0.03600, C(40)=0.00500, C(51)=0.20000,

C(54)=0.00800, C(63)=0.20000

Convergence achieved after 20 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(12)	1.128119	0.001628	693.1538	0.0000
C(13)	-0.220973	0.011634	-18.99435	0.0000
C(14)	-0.106058	0.000680	-156.0594	0.0000
C(19)	0.002254	9.82E-05	22.96696	0.0000
C(20)	0.014192	0.003418	4.151911	0.0000
C(22)	0.002722	0.001750	1.555605	0.1198
C(23)	0.250932	0.097024	2.586280	0.0097
C(25)	0.384525	0.104170	3.691331	0.0002
C(26)	0.002733	0.001042	2.621310	0.0088
C(28)	0.001536	0.000712	2.156856	0.0310
C(29)	0.001971	5.31E-06	370.7974	0.0000
C(32)	0.038625	0.007000	5.518111	0.0000
C(39)	0.014568	0.001107	13.15990	0.0000
C(40)	0.004889	0.000723	6.759163	0.0000
C(51)	0.129034	0.000200	646.5080	0.0000
C(54)	0.004696	0.001479	3.175071	0.0015
C(63)	0.003941	0.000196	20.11612	0.0000
	Final State	Root MSE	z-Statistic	Prob.
LYGAPEU	0.015479	0.005074	3.050724	0.0023

ROVNOVÁŽNA ÚROKOVÁ MIERA – TEORETICKÉ KONCEPTY A APLIKÁCIE.

LYGAPEU1	0.017145	0.004810	3.564495	0.0004
LYGAPEU2	0.018506	0.004810	3.847469	0.0001
LYGAPEU3	0.016200	0.004810	3.368177	0.0008
LYGAPEU4	0.017741	0.004810	3.688398	0.0002
LYPOTEU	14.39893	0.004810	2993.631	0.0000
DPOT	2.48E-12	1.82E-06	1.37E-06	1.0000
REU	0.010006	0.006632	1.508728	0.1314
RSHOCK	0.000000	0.004696	0.000000	1.0000
RGAPEU	0.004170	0.006479	0.643698	0.5198
RGAPEU1	0.004170	0.005143	0.810948	0.4174
RGAPEU2	0.006655	0.004642	1.433565	0.1517
R1	0.005404	0.005143	1.050858	0.2933
R2	0.012620	0.004642	2.718485	0.0066
R3	0.011440	0.004355	2.626807	0.0086
<hr/>				
Log likelihood	502.3798	Akaike info criterion	-23.11332	
Parameters	17	Schwarz criterion	-22.40998	
Diffuse priors	15	Hannan-Quinn criter.	-22.85552	
<hr/>				