

Kvantifikácia vývoja kurzu slovenskej koruny po prechode na plávajúci kurz

Zlatica IVANIČOVÁ* – Eva RUBLÍKOVÁ**

Úvod

Vznik Slovenskej republiky v roku 1993 bol spojený so vznikom samostatnej meny, slovenskej koruny. Na začiatku bola slovenská koruna naviazaná na kôš zložený z piatich mien, neskoršie bola slovenská koruna naviazaná iba na dve meny, nemeckú marku v hodnote 60 % a americký dolár v hodnote 40 %. Dňom 1. 10. 1998 bolo naviazanie slovenskej koruny na menový kôš zrušené.¹

Slovenská mena v dôsledku malej a silne otvorenej slovenskej ekonomiky je ovplyvňovaná vonkajšími a vnútornými ekonomickými a politickými zmenami, ktoré sa odzrkadľujú vo výmennom kurze. Okrem zmien spôsobených devalváciami slovenskej koruny, významná zmena vo vývoji kurzu nastala na jeseň roka 1998 v dôsledku prechodu fixného výmenného kurzu na plávajúci výmenný kurz.

Zmeny vo vývoji kurzu slovenskej koruny po prechode na plávajúci výmenný kurz boli čiastočne vyvolané zmenami v miere inflácie v dôsledku úpravy domácich regulovaných cien.

Pretože Slovenská republika sa usiluje o vstup do Európskej únie, rozhodli sme sa sledovať vývoj výmenného kurzu koruny pod vplyvom inflácie u nás a v krajinách EÚ na základe vzťahu parity kúpnej sily (*purchasing power parity* – PPP). Pri analýze sa abstrahuje od ponuky a dopytu po slovenskej korune na devízovom trhu a od iných ekonomických, ako aj politických vplyvov.

Prezentovaná analýza je rozdelená do dvoch častí. V prvej časti analyzujeme vypočítané hodnoty výmenného kurzu SKK vzhľadom na EUR na základe PPP od januára 1998 do decembra 2001 a porovnávame ich so skutočným vývojom kurzov publikovaných Národnou bankou Slovenska. Keďže inflácia by mala byť implementovaná do hodnôt skutočného výmenného kurzu, vypočítané hodnoty by sa mali približovať ku skutočným hodnotám. Rozdiely medzi vypočítanými a skutočnými

* prof. Ing. Zlatica IVANIČOVÁ, CSc., Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra operačného výskumu, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava 5; e-mail: ivanic@dec.euba.sk

** doc. RNDr. Eva RUBLÍKOVÁ, CSc., Ekonomická univerzita v Bratislave, Fakulta hospodárskej informatiky, Katedra štatistiky, Dolnozemska cesta 1, 852 35 Bratislava 5; e-mail: rublik@dec.euba.sk

¹ Citované z: Vyhlásenie guvernéra NBS. Biatec, 1998, č. 10, s. 29.

hodnotami výmenných kurzov je možné pripísať ďalším domácim aj zahraničným vplyvom, od ktorých v našej analýze abstrahujeme.

V druhej časti jednoduchou štatistickou metódou exponenciálneho vyrovnávania určíme extrapolované hodnoty výmenného kurzu slovenskej koruny k euru do decembra 2002. Prognózy *ex post* od októbra 2000 do decembra 2001 slúžia na overenie presnosti modelu.

1. Matematická formulácia parity kúpnej sily

Vzťahy medzinárodných parít, formulované J. M. Keynesom, G. Casselom a I. Fischerom, tvoria základ mnohých analýz zameraných na skúmanie správania vývoja výmenných kurzov. Ako hovoria autori E. Clark, M. Lefasseur a P. Rousseau (pozri [2, s. 67]), medzinárodné parity tvoria elegantnú množinu jednoduchých rovnovážnych vzťahov medzi cenami tovarov a služieb, úrokovými mierami a *spotovými* a *forwardovými* výmennými kurzami. K uvedeným medzinárodným paritám patria: parita kúpnej sily, parita úrokovej miery, medzinárodná Fischerova relácia, parita *forwardovej* miery (grafické znázornenie prepojenia medzinárodných parít je uvedené v práci [2, s. 86]).

Keďže v predkladanej analýze sa budeme zaoberať iba paritou kúpnej sily, uvedenú paritu stručne popíšeme.

Parita kúpnej sily (PPP)² má svoje korene u merkantilistov v 17. storočí. Popredné miesto v medzinárodných finančných analýzach získala po jej uvedení autorom Casselom (pozri [4; 5]).

Teória parity kúpnej sily vychádza zo zákona jednej ceny (*law of one price*), ktorý hovorí o tom, že rovnaký tovar musí mať rovnakú cenu na všetkých trhoch. V praxi sa stretávame s dvoma formami PPP: *absolútna* PPP a *relatívna* PPP.

Parita kúpnej sily popisuje vzťah medzi priemernou úrovňou cien v každej krajine a *spotovým* (reálnym³) výmenným kurzom v danom časovom okamihu. Na základe predpokladu jednej ceny pre všetky tovary a služby, rovnakého spotrebného koša tovarov a služieb je možné definovať vzťah

$$p_A(0) = p_B(0)\varepsilon_0 \left(\frac{\text{mena krajiny A}}{\text{mena krajiny B}} \right) \quad (1)$$

² Analýzu vývoja kurzov na základe PPP sa zaoberalo veľa autorov. Existujú pozitívne aj negatívne názory na platnosť PPP. Všeobecne sa PPP považuje za analytický nástroj na dlhodobé analýzy. V literatúre sú však uvedené aj iné názory. R. J. Rogalski a J. D. Vinso [7] študovali vzťah inflácie a plávajúceho kurzu a došli k záveru, že plávajúci kurz alebo okamžité, alebo s krátkym oneskorením reaguje na zmeny cien na trhu tovarov a služieb, t. j. na infláciu. Podobné závery formuloval aj R. Roll (pozri [8]).

³ Reálny efektívny kurz sa podrobne skúma v práci V. Nešvera [6].

kde

$p_A(0)$ – cena spotrebného koša tovarov a služieb v čase 0 v krajine A .

$p_B(0)$ – cena spotrebného koša tovarov a služieb v čase 0 v krajine B .

ε_0 – spotový výmenný kurz v čase t medzi krajinou A a B .

Vzťah, ktorý definuje *absolútnu* PPP, je veľmi málo využiteľný. Platí iba vtedy, ak trh tovarov a služieb a trh kapitálu sú perfektné, existuje neobmedzený medzinárodný pohyb tovarov a služieb a spotrebný kôš tvoria rovnaké tovary v rovnakých proporciách. Tieto predpoklady sú nerealistické, a preto sa definovala relatívna PPP.

Relatívna PPP vychádza z existencie rovnováhy medzi výmenným kurzom a domácou a zahraničnou úrovňou cien. Predpokladá, že zmeny v domácej a zahraničnej cenovej úrovni vyvolávajú prispôsobenie výmenného kurzu s cieľom dosiahnuť rovnováhu medzi úrovňou cien a výmenným kurzom.

Nech výmenný kurz ε pre čas $t = 0$ je definovaný vzťahom

$$\varepsilon_0 \left(\frac{\text{mena krajiny } A}{\text{mena krajiny } B} \right) = \frac{p_A(0)}{p_B(0)} \quad (2)$$

a pre čas $t = t$ vzťahom

$$\varepsilon_t \left(\frac{\text{mena krajiny } A}{\text{mena krajiny } B} \right) = \frac{p_A(t)}{p_B(t)} \quad (3)$$

Ak vydělíme vzťahy (2) a (3), dostaneme relatívnu PPP v tvare

$$\frac{\varepsilon_t (\text{mena krajiny } A / \text{mena krajiny } B)}{\varepsilon_0 (\text{mena krajiny } A / \text{mena krajiny } B)} = \frac{p_A(t) / p_A(0)}{p_B(t) / p_B(0)} \quad (4)$$

Keďže platí

$$\frac{p_A(t)}{p_A(0)} = (1 + i_A) \quad \text{a} \quad \frac{p_B(t)}{p_B(0)} = (1 + i_B) \quad (5)$$

kde

i_A a i_B – inflácie v krajinách A a B ,

vzťah relatívnej PPP môžeme preformulovať pomocou mier inflácií. Ak označíme menu krajiny A ako SKK, menu krajiny B ako EUR a infláciu i_A ako i_{SR} infláciu v Slovenskej republike a i_B ako i_{EMU} infláciu v Európskej menovej únii, potom vzťah pre výpočet relatívnej PPP má tvar

$$\frac{\varepsilon_t (SKK / EUR)}{\varepsilon_0 (SKK / EUR)} = \frac{1 + i_{SR}}{1 + i_{EMU}} \quad (6)$$

Relatívnu PPP možno definovať ako percentuálnu zmenu výmenného kurzu v danom období, ak od obidvoch strán rovnice (6) odpočítame hodnotu 1, t. j.

$$\frac{\varepsilon_t(SKK / EUR) - \varepsilon_0(SKK / EUR)}{\varepsilon_0(SKK / EUR)} = \frac{i_{SR} - i_{EMU}}{1 + i_{EMU}} \quad (7)$$

V literatúre je relatívna parita kúpnej sily najčastejšie definovaná vzťahom (7). Ak je miera inflácie v krajine *B* (v našom prípade v krajinách Európskej menovej únie – ďalej EMÚ) veľmi nízka, potom dochádza k modifikácii vzťahu (7) na tvar

$$\frac{\varepsilon_t(SKK / EUR) - \varepsilon_0(SKK / EUR)}{\varepsilon_0(SKK / EUR)} = i_{SR} - i_{EMU} \quad (8)$$

V práci R. Rolla [8] sa vzťah (6) pre PPP definuje pomocou očakávaných mier inflácie a výmenných kurzov v tvare

$$\frac{\varepsilon_t^*(SKK / EUR)}{\varepsilon_0^*(SKK / EUR)} = \frac{1 + i_{SR}^*}{1 + i_{EMU}^*} \quad (9)$$

1.2. Analýza vývoja inflácie v krajinách EMÚ a na Slovensku v období január 1998 až december 2001

Na analýzu vývoja kurzu SKK/EUR na základe PPP (vypočítané hodnoty vývoja sú na grafoch označené sk/cu) sme použili za obdobie január 1998 – december 2001 nasledovné údaje:

- úhrnné indexy spotrebiteľských cien v SR,
- priemernú medziročnú mesačnú infláciu v SR,
- priemernú medziročnú mesačnú jadrovú infláciu v SR,
- priemernú mesačnú medziročnú infláciu v EMÚ.⁴

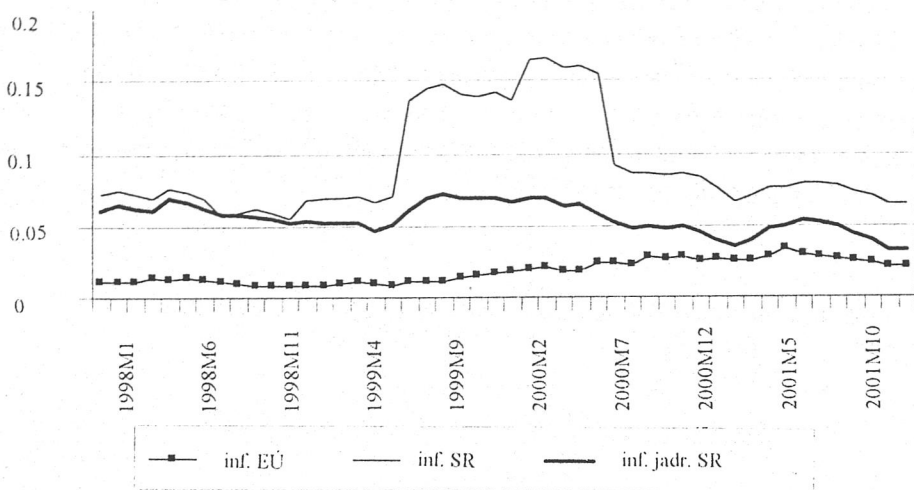
Vývoj inflácie v krajinách EMÚ a na Slovensku je zobrazený na obrázku 1. Rast cenovej hladiny v roku 1999 sa v porovnaní s rastom v roku 1998 zvýšil. Zvýšenie medziročného tempa spotrebiteľských cien bolo výsledkom vzájomného pôsobenia vonkajších a vnútorných faktorov. Vonkajším vplyvom bolo zavedenie dovoznej prirážky (od 1. júna 1999 o 7 %), vnútorným faktorom bolo dvojnásobné zvýšenie cien energií v januári a v júli 1999.⁵ Priemerná mesačná medziročná inflácia zaznamenala v období júl 1999 až jún 2000 dvojmiestnu hodnotu.

⁴ Pri analýze vychádzame z harmonizovaného indexu spotrebiteľských cien (HICP), ktorý je uvedený pre štáty Európskej menovej únie na www.ecb.int. Stručný popis tvorby uvedeného indexu je uvedený v práci [3, s. 13 – 16].

⁵ V januári 1999 vzrástli ceny elektrickej energie o 38,4 %, tepelnej energie o 21,2 %, vodného a stočného o 20 % a poštových úkonov o 27,6 %. Vo februári sa zvýšila cena železničnej dopravy o 25,6 % a autobusovej dopravy o 21,6 %. V júli boli opäť zvýšené ceny elektrickej energie o 38,8 %, tepelnej energie o 45,0 % a odberu vody o 3,8 %. K nim pribudlo zvýšenie cien zemného plynu o 53,8 % a telekomunikačných služieb o 24,0 %. Takýto rozsah úprav regulovaných cien mal za následok, že ich podiel na celkovej medziročnej inflácii predstavoval takmer 50 % [9].

Obrázok 1

Vývoj inflácie v Európskej menovej únii a na Slovensku



Prameň: www.ecb.int; www.nbs.sk

V dôsledku zmien regulovaných cien, ktoré mali vplyv na zvýšenie priemernej mesačnej medziročnej miery inflácie takmer o 50 % (v júni 1999 bola miera inflácie 0,071 a v júli 1999 to bolo 0,136), sa začala skúmať priemerná mesačná medziročná jadrová inflácia.⁶ Na obrázku 1 vidno, že jadrová inflácia má hladší priebeh ako priemerná mesačná medziročná inflácia a má tendenciu približovať sa k priemernej mesačnej medziročnej hodnote inflácie v EMÚ. Tento fakt nás vedie k myšlienke, že Slovensko sa v oblasti inflácie pomaly približuje ku konvergenčnému kritériu týkajúcemu sa rastu cien v krajinách EÚ, ktoré bolo podmienkou vstupu krajín Európskej únie do Európskej menovej únie.

1.3. Analýza vývoja kurzov SKK/EUR v období január 1998 až december 2001

Podľa vyhodnotenia menovej štruktúry devízových inkás a platieb Slovenskej republiky (pozri [9, Textové prílohy, 8.1. Nástroje menovej politiky, s. 2]) sa na obrate v roku 1999 rozhodujúcou mierou podieľalo euro (36,0 %) a USD (28,4 %). Podiel ostatných európskych mien a mien, pre ktoré bolo euro referenčnou menou, predstavoval 35,2 %. Podiel neeurópskych mien bol 0,3 %, t. j. podiel platieb a inkás v EUR a v USD môžeme charakterizovať ako 71,3 % : 28,7 %.

⁶ Jadrová inflácia kvantifikuje mieru rastu cenovej hladiny na neúplnom spotrebnom koši. Zo spotrebného koša sú vylúčené položky s regulovanými cenami ovplyvňovanými inými administratívnymi opatreniami. Vyjadruje len vplyv trhových faktorov.

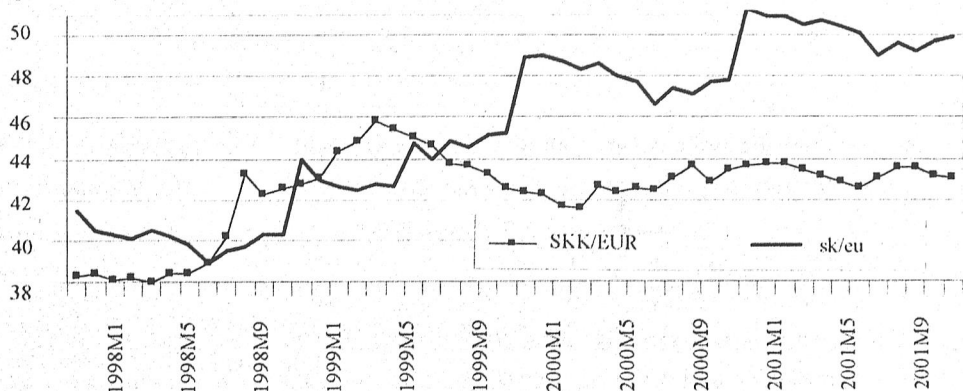


Na medzibankovom devízovom trhu [9, s. 54] (medzi slovenskými obchodnými bankami) v rámci menového zastúpenia malo dominantné postavenie obchodovanie v euro, a to 50,5 %, nasledoval USD 46,6 % a ostatné meny tvorili iba 2,9 %.

Uvedená štruktúra menového zastúpenia v rámci devízových inkás a platieb a v rámci obchodovania na medzibankovom trhu bola dôvodom analýzy vývoja hodnoty slovenskej meny vzhľadom na ekonomické zoskupenie štátov Európskej menovej únie. Vývoj skutočnej hodnoty kurzu SKK/EUR a vypočítaného kurzu sk/eu je zobrazený na obrázkoch 2 a 3.

Obrázok 2

Vývoj skutočného (SKK/EUR) a vypočítaného (sk/eu) výmenného kurzu na základe priemerných medziročných mesačných inflácií v EMÚ a v SR



Prameň: Vlastný výpočet na základe PPP.

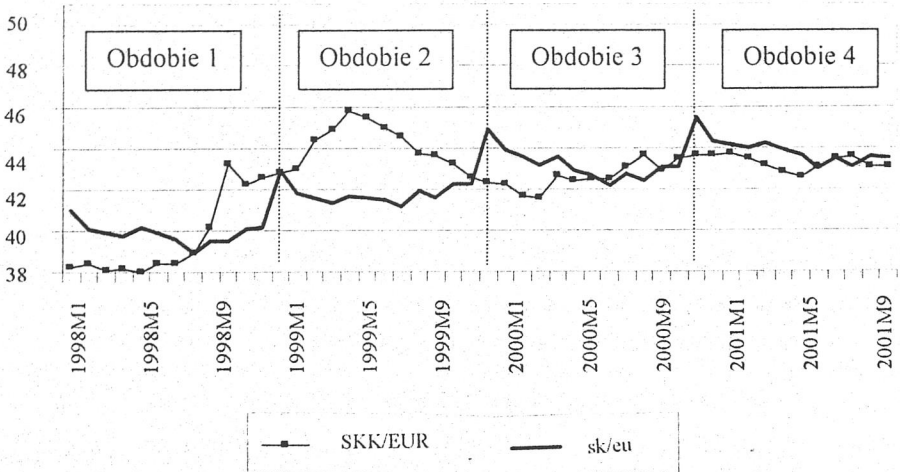
Na obrázku 2 sú vyznačené obdobia; v období od septembra 1999 dochádza pri skutočnej hodnote kurzu SKK/EUR k prudkej zmene. Je to spôsobené jednak prechodom kurzu z fixného kurzového režimu na plávajúci, a zrejme aj dôsledkom nadhodnotenia slovenskej koruny v predchádzajúcom období. V tomto období, ako vidno z grafu, sú hodnoty skutočného kurzu SKK/EUR nižšie ako vypočítané, t. j. v skutočnosti sme platili za jedno euro menej, ako by sme mali platiť podľa vypočítanej hodnoty kurzu.

V období od novembra 2001 možno konštatovať určitú stabilizáciu skutočnej hodnoty kurzu na hladinu, kde sa kurz ustálil v rozmedzí cca 42 – 44 SKK/EUR. V tomto období, ako vidíme na grafe, vypočítané hodnoty kurzu sk/eu vysoko prevyšujú hodnotu skutočného kurzu. Znehodnotenie slovenskej koruny pre vypočítané hodnoty kurzov je možné na jednej strane zdôvodniť vysokou priemernou mesačnou medziročnou mierou inflácie (ktorá sa prejavila v kurze po šiestich mesiacoch), a na druhej strane zmenou kurzového režimu – z fixného na plávajúci kurz. Tento vývoj zodpovedá konštatovaniu, že v prípade existencie plávajúceho kurzu by kurz mal okamžite alebo s krátkym oneskorením zareagovať na vývoj inflácie (pozri [8]).

Na obrázku 3 je zobrazený vývoj skutočného a vypočítaného kurzu slovenskej koruny na základe jadrovej inflácie vzhľadom na euro. Hodnoty grafu sú rozdelené do štyroch období. Každé obdobie je charakterizované cyklickým vývojom vypočítanej hodnoty kurzu.

Obrázok 3

Vývoj skutočného (SKK/EUR) a vypočítaného (sk/eu) výmenného kurzu na základe priemernej medziročnej mesačnej inflácie v EMÚ a priemernej medziročnej mesačnej jadrovej inflácie v SR



Prameň: Vlastný výpočet na základe PPP.

V prvom období došlo najprv k nadhodnoteniu slovenskej koruny voči euru (hodnota skutočného kurzu bola menšia ako vypočítaného kurzu). Po zmene kurzového režimu hodnota skutočného kurzu prudko vzrástla, hodnota vypočítaného kurzu sa s oneskorením cca 4 mesiacov prispôbila.

V druhom období sú hodnoty vypočítaného kurzu nižšie ako hodnoty skutočného kurzu, čo znamená, že slovenská koruna bola podhodnotená. Bol to zotrývajúci negatívny vplyv na vývoj kurzu v dôsledku zmeny kurzového režimu.

V treťom a vo štvrtom období dochádza k stabilizácii skutočného výmenného kurzu. Hodnoty vypočítaného kurzu zaznamenávajú výkyvy vždy v januári, zrejme zotrvačnosťou 3-mesačného oneskorenia vplyvom zmeny kurzového režimu. Je to spôsobené zvoleným postupom výpočtu bez očistenia vplyvu cyklických výkyvov.⁷ V období august 2001 až december 2001 dochádza k zblíženiu skutočných a vypočítaných hodnôt kurzov, čo možno považovať za dôsledok zblíženia

⁷ Táto oscilácia vytvára určité pásmo pohybu pre skutočnú hodnotu kurzu v rozmedzí 42 – 45 SKK/EUR, podľa priemernej medziročnej mesačnej inflácie by sa mala hodnota kurzu SKK/EUR v najbližšom období zvýšiť.

hodnôt inflácie. V auguste 2001 bola inflácia v EMÚ 2,7 % a v decembri toho istého roka 2,1 %. Na Slovensku bola jadrová inflácia v auguste 2001 až 4,9 % a v decembri 3,2 %.

Dosiahnuté výsledky potvrdzujú fakt, že význam PPP nie je ohraničený iba na analýzu dlhodobého vývoja kurzov (pozri [2, s. 72]). Špeciálne v prípade plávajúceho kurzového režimu sa inflácia ako prejav vplyvu trhových faktorov dostatočne silne prejavuje aj vo vývoji hodnoty kurzu.

Poznámka: V predkladanej práci sme použili mieru inflácie definovanú ako mieru zmeny celkovej cenovej hladiny meranej indexom spotrebiteľských cien (resp. vybraného koša spotrebiteľských cien). Zaujímavá by zrejme bola analýza vykonaná pomocou indexu cien výrobcov alebo deflátorom HDP, ktorý porovnáva nominálny a reálny HDP. Zatiaľ z tejto oblasti v dôsledku vzniku EMÚ nemáme adekvátne údaje.

2. Prognóza vývoja skutočného a vypočítaného kurzu SKK/EUR

Okrem analýzy vývoja skutočného a vypočítaného výmenného kurzu slovenskej koruny vzhľadom na euro v minulosti nás zaujímajú ich krátkodobé extrapoláčne prognózy na rok 2002. Prognózy určujeme technikou exponenciálneho vyrovnávania, Holtovým a Winterovým modelom. Kvalitu prognostickej techniky vyhodnocujeme pomocou prognóz *ex post* a ich priemerných chýb v období od januára do decembra 2001. Ide najmä o priemernú absolútnu percentuálnu chybu (MAPE), ktorá vyjadruje, koľko percentnej chyby sme sa v prognózovanom období dopustili. Okrem toho priemernou percentuálnou chybou (MPE) zisťujeme veľkosť skreslenia spôsobeného modelom, t. j. či model v období prognózovania systematicky nadhodnocoval ($MPE < 0$), alebo podhodnocoval skutočnosť ($MPE > 0$).

V nasledujúcej časti stručne uvedieme princíp techniky exponenciálneho vyrovnávania podľa Holta a Wintersa, ako ho uvádza B. L. Bowerman a R. T. O'Connel [1].

2.1. Holtov a Wintersov model exponenciálneho vyrovnávania

Holt vypracoval algoritmus exponenciálneho vyrovnávania na základe predpokladu, že časový rad možno rozdeliť na lokálne lineárne trendy

$$y_t = B_0 + B_1 t + \varepsilon_t \quad \text{pre } t = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

kde

B_0 – parameter úrovne,

B_1 – parameter smernice lineárneho trendu,

t – časová premenná,

ε_t – náhodná premenná.

O náhodných premenných sa predpokladá, že majú vlastnosti bieleho šumu, t. j. ich stredná hodnota je nulová, rozptyl je konštantný, náhodné premenné sú vzájomne lineárne nezávislé a majú normálne rozdelenie.

Parametre lokálnych lineárnych trendov sa menia v čase a ich odhady získame pomocou rekurentných vzťahov:

$$\begin{aligned} b_t &= \alpha \cdot y_t + (1 - \alpha)(b_{0,t-1} + b_{1,t-1}) \\ b_{1,t} &= \beta(b_{0,t} - b_{0,t-1}) + (1 - \beta)b_{1,t-1} \end{aligned} \quad (11)$$

kde

- $b_{0,t}$ – odhad úrovne lineárneho trendu na konci obdobia t ,
- $b_{1,t}$ – odhad smernice lineárneho trendu na konci obdobia t ,
- $b_{0,t-1}$ – odhad úrovne lineárneho trendu na konci obdobia $t - 1$,
- $b_{1,t-1}$ – odhad smernice lineárneho trendu na konci obdobia $t - 1$,
- $\alpha \in <0,1>$ – vyrovnávajúca konštanta úrovne,
- $\beta \in <0,1>$ – vyrovnávajúca konštanta smernice.

Bodová prognóza určovaná v čase t s horizontom $h = 1, 2, \dots, H$ období dopredu je

$$\hat{y}_{t+h}(t) = b_{0,t} + h \cdot b_{1,t} \quad (12)$$

Chybu prognózy v čase t s horizontom jedno obdobie dopredu je

$$e_t = y_t - \hat{y}_{t-1}(t-1) \quad (13)$$

Odhady úrovne a smernice lokálnych trendov časového radu závisia od toho, ako volíme vyrovnávajúce konštanty α a β . Ich výber sa uskutočňuje na základe minimalizácie štvorcov chýb prognóz s horizontom jedno obdobie dopredu, t. j. musí platiť podmienka

$$\sum (y_t - \hat{y}_t(t-1))^2 \rightarrow \min \quad (14)$$

Okrem bodových prognóz určujeme $100(1 - \alpha/2)\%$ prognostický interval spoľahlivosti pre y_{n+h} vzťahom

$$\hat{y}_{n+h}(n) \pm z_{1-\alpha/2} \cdot d_h \cdot MAE_n \quad (15)$$

kde

$\hat{y}_{n+h}(n) = b_{0,n} + h \cdot b_{1,n}$ – bodová prognóza určená v čase $t = n$ na čas $t = n + h$,

$z_{1-\alpha/2} - (1 - \alpha/2)\%$ – kvantil normálneho rozdelenia $N(0, 1)$,

$$d_h = 1,25 \sqrt{\frac{1 + \frac{\lambda}{(1+\nu)^3} \left((1+4\nu+5\nu^2) + 2\lambda(1+3\nu)h + 2\lambda^2 h^2 \right)}{1 + \frac{\lambda}{(1+\nu)^3} \left((1+4\nu+5\nu^2) + 2\lambda(1+3\nu) + 2\lambda^2 \right)}}$$

parameter $\lambda = \max(\alpha, \beta)$ a $\nu = 1 - \lambda$.

$$MAE_n = \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - \hat{y}_t(t-1)|}{n} = \sum_{t=1}^n \frac{|y_t - (b_{0,t-1} - b_{1,t-1})|}{n}, \text{ pričom hodnotu } MAE$$

možno s každou novou hodnotou v časovom rade obnovovať

$$MAE_{n+1} = \frac{n \cdot MAE_n + |y_{n+1} - b_{0,n} - b_{1,n}|}{n+1}$$

2.2. Wintersov model s multiplikatívnou sezónnosťou

Winters rozšíril Holtovo exponenciálne vyrovnávanie procesu s lineárnym trendom o multiplikatívnu sezónnosť.

Predpokladáme teda, že na úseku $t = 1, 2, \dots, n$ časový rad rozkladáme na lokálne lineárne trendy s konštantnou sezónnosťou, $y_t = (B_0 + B_1 t) \cdot S_t \cdot \varepsilon_t$ za podmienky, že súčet sezónnych indexov sa rovná počtu sezón, t. j. $\sum_{j=1}^s S_j = s$

Rekurentné vzťahy exponenciálneho vyrovnávania pre lokálny lineárny trend s multiplikatívnou sezónnosťou majú tvar

$$\begin{aligned} b_{0,t} &= \alpha \cdot (y_t / \hat{S}_{t-s}) + (1 - \alpha)(b_{0,t-1} + b_{1,t-1}) \\ b_{1,t} &= \beta(b_0 - b_{0,t-1}) + (1 - \beta)b_{1,t-1} \\ \hat{S}_t &= \gamma(y_t / b_{0,t}) + (1 - \gamma)\hat{S}_{t-s} \end{aligned} \quad (16)$$

kde

- $b_{0,t}$ – odhad úrovne v čase t ,
- $b_{1,t}$ – odhad smernice lineárneho trendu v čase t ,
- y_t – hodnota radu v čase t ,
- $b_{0,t-1}$ – odhad úrovne v čase $t - 1$,
- $b_{1,t-1}$ – odhad smernice lineárneho trendu v čase $t - 1$,
- \hat{S}_{t-s} – odhad sezónneho indexu v čase $t - s$,
- s – počet sezón v roku,
- $\alpha \in \langle 0, 1 \rangle$ – vyrovnávajúca konštanta úrovne radu,
- $\beta \in \langle 0, 1 \rangle$ – vyrovnávajúca konštanta smernice lineárneho trendu,
- $\gamma \in \langle 0, 1 \rangle$ – vyrovnávajúca konštanta sezónnych indexov.

Bodová extrapoláčna prognóza určovaná v čase $t = n$ na čas $t = n + h$ je

$$\hat{y}_{n+h}(n) = (b_{0,n} + h \cdot b_{1,n}) \cdot \hat{S}_{n+h-s} \quad (17)$$

Výber vyrovnávajúcich konštánt sa robí rovnakým spôsobom ako pri Holtovom modeli a podobne možno určiť aj 95 %-ný interval spoľahlivosti pre prognózované hodnoty [1].

2.3. Prognózy kurzov na január až december 2002

Krátkodobé extrapoláčnne prognózy *ex post* skutočného výmenného kurzu SKK/EUR a vypočítaných kurzov slovenskej koruny na základe priemernej ročnej inflácie (sk/eu) a na základe jadrovej inflácie (sk_J/eu) sme určovali na konci decembra 1999 s horizontom $h = 1, 2, \dots, 12$ mesiacov, t. j. na obdobie od januára 2001 do decembra 2001 Holtovým a Wintersovým modelom. Kvalitu prognóz možno zhodnotiť takto:

1. Prognózy skutočného kurzu slovenskej koruny k euru sme určili modelom Holta s konštantami $\alpha = 0,999$ a $\beta = 0,0091$. Priemerná chyba prognóz za dvanásť mesiacov roka 2000 bola 0,58 % a model mierne nadhodnocoval skutočnosť.

2. Prognózy vypočítaného kurzu slovenskej koruny na základe jadrovej inflácie k euru sme určili modelom Wintersa s konštantami $\alpha = 0,9494$; $\beta = 0,0001$ a $\gamma = 0,9999$. Priemerná chyba prognóz za dvanásť mesiacov roka 2000 bola 0,68 % a model mierne nadhodnocoval skutočnosť.

3. Prognózy vypočítaného kurzu slovenskej koruny na základe priemernej mesačnej inflácie k euru na obdobie január až december 2001 sme určili modelom Wintersa s konštantami $\alpha = 0,7361$; $\beta = 0,0001$ a $\gamma = 0,5748$. Priemerná chyba prognóz za dvanásť mesiacov roka 2000 bola 1,16 % a model mierne nadhodnocoval skutočnosť.

Za predpokladu, že sa zachová rovnaká tendencia vývoja skúmaných výmenných kurzov aj v budúcnosti, bodové prognózy *ex ante* na obdobie od januára do decembra roka 2002 sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1

Bodové prognózy výmenných kurzov slovenskej koruny k euru v roku 2002

Mesiac	Prognóza SKK/EUR	Prognóza sk_J/eu	Prognóza sk/eu
Január	43.16	44.94	52.95
Február	43.21	43.82	51.61
Marec	43.26	43.76	51.20
Apríl	43.31	43.72	50.99
Máj	43.36	44.33	51.63
Jún	43.41	44.19	51.59
Júl	43.47	43.99	51.82
August	43.52	43.42	50.78
September	43.62	44.17	51.79
Október	43.62	43.30	52.01
November	43.67	45.19	53.16
December	43.72	45.39	53.63

Prameň: Vlastné výpočty.

Záver

Vývoj relácie medzi slovenskou korunou a eurom vzhľadom na vývoj cenových indexov na Slovensku a v Európskej menovej únii sme analyzovali z dvoch dôvodov.

Po prvé, Slovensko má ambície stať sa čo najskôr členom Európskej únie, a teda analýza a prognóza vývoja kurzu SKK/EUR je potrebná.

Po druhé, metodika sledovania inflácie Štatistickým úradom Slovenskej republiky sa zhoduje s metodikou sledovania inflácie v EÚ. Nový spotrebný koš SR platný od januára 1997 je rovnako ako v prípade HICP rozdelený do odborov podľa *Klasifikácie individuálnej spotreby podľa účelu*. Rozdiely sú v odbore *Spoje* a vo váhach a variabilnosti tovarov obsiahnutých v spotrebnom koši (pozri [3]).

Dosiahnuté výsledky získané na základe parity kúpnej sily poukazujú na to, že slovenská koruna bola v prípade jadrovej inflácie v období marec 2000 až december 2001 mierne nadhodnotená a v prípade priemernej mesačnej inflácie v období september 1999 až december 2001 silne nadhodnotená. To znamená, že by malo dôjsť k zhodnoteniu eura voči slovenskej korune, t. j. že výmenný kurz by sa mal zvýšiť. Tento trend sa potvrdil v máji 2002, keď sa výmenný kurz SKK/EUR blíži k hodnote 44,- SKK/EUR. Výsledky krátkodobých prognóz taktiež naznačujú nadhodnocovanie skutočných hodnôt výmenného kurzu v prvých mesiacoch roka 2002.

Došlo 30. 5. 2002

Literatúra

- [1] BOWERMEN, B. L. – O'CONNELL, R. T.: Time Series Forecasting, Unified Concepts and Computer Implementation. Boston: Duxbury Press 1987.
- [2] CLARK, E. – LEVASSEUR, M. – ROUSSEAU, P.: International Finance. London: Chapman & Hall 1993.
- [3] DOLIAK, M.: Meranie dynamiky cenovej úrovne v Európskej únii. Biatec 1998, č. 11.
- [4] CASSEL, G.: The Present Situation in the Foreign Exchanges. Economic Journal, 1916.
- [5] CASSEL, G.: Abnormal Deviations in International Exchanges. Economic Journal, 1918.
- [6] NEŠVERA, V.: Reální efektivní kurz. Finance a úvěr, 47, 1997, č. 4.
- [7] ROGALSKI, R. J. – VINSO, J. D.: Price Variation as Predictors of Exchange Rates. Journal of International Business Studies, 1977.
- [8] ROLL, R.: Violations of Purchasing Power Parity and Their Implementations for Efficient Commodity Markets. International Finance and Trade. Cambridge, Mass: Ballinger 1979.
- [9] Správa o menovom vývoji SR na rok 1999. [Materiál na rokovanie Národnej rady SR.] Bratislava: NBS, máj 2000.
- [10] www.ecb.int
- [11] www.nbs.sk

QUANTIFICATION OF THE DEVELOPMENT OF SLOVAK CROWN AFTER TRANSITION TO FLOATING RATE

Zlatica IVANIČOVÁ – Eva RUBLÍKOVÁ

Since 1993 Slovak Republic has its own currency which is strongly influenced by both external and internal changes of economic and political life of the country. Apart from the changes caused by currency depreciation other meaningful change have occurred on autumn 1998, when the fixed exchange rate has been changed to floating one. These changes of Slovak exchange rate were partly caused by changes in inflation as the consequence of adjustment of domestic controlled prices.

Slovak Republic is anxious to enter European Union and this is the reason to follow the development of Slovak exchange rate under the influence of domestic inflation and the inflation of the European Union countries, on the base of purchasing power parity (PPP). The analysis abstracted from supply and demand of the Slovak crown on the exchange market.

Analysis is split to two parts. In the first part we analyze computed values (sk/eu) of exchange rate of SKK/EUR on the base of PPP by means of monthly data beginning from the January 1998 and ending on December 2001. These computed values are then compared with the real values of the exchange rate which are published by National Bank of Slovakia. In the second part we use the simple statistical method of exponential smoothing to get forecasts of SKK/EUR from the January 2002 till December 2002. Ex-post forecasts from the October 2000 till December 2001 are used to evaluate the reliability of the model.

Development of inflation in countries of EMU and Slovakia is given on the Figure 1. Development of price level increased in 1999 in comparing with the year 1998. The jump of annual growth rate of consumer prices was the result of application of import extra charge by 7 per cent (June the 1st, 1999) and double augmentation of the prices of energy (July 1999). Big changes in controlled prices influenced the average inflation too much, so the core inflation was computed. Figure 1 shows that average monthly core inflation is close to average monthly inflation of the countries EMU. It seems to us, that Slovakia inflation is up to standard of inflation in EU.

Development of real exchange rate SKK/EUR and computed rate SKK/EUR on the base of PPP (specified as sk/eu) is depicted on Figure 2 and Figure 3. On Figure 2 there are two interesting periods of changes. The first change (from September 1999) is done by transition of fixed course to floating one and also the result of overestimating Slovak crown in previous period. Because real rate of SKK/EUR is lower than computed rate sk/eu, it means that we pay for one EUR less than it is expected due to computed value. From November 2001 the situation of real rate of SKK/EUR became quite stable, in the interval from 42 SKK for one EUR to 44 SKK for one EUR. In this period computed

values sk/eu are much higher than real values SKK/EUR. The depreciation of Slovak crown is possible to explain by the high average annual inflation and by the change of currency mode. This development matching claim, that in the mode of floating course the currency will immediately or with short delay react to the development of inflation (see R. Roll [8]).

Figure 3 shows development of real (SKK/EUR) and computed (sk/eu) exchange rate of Slovak crown on the base of average monthly inflation in EMU and average monthly core inflation in Slovakia. There are four interesting periods characterized with cyclical development of computed rates. First time there is overestimation of Slovak crown with respect to EUR. After currency mode real rate shortly increased and computed rate accommodate with delay around of four months. In the second period values of computed rates are lower than real values, which means that Slovak crown was underestimated. It was negatively-headed effect on development of exchange rate following currency mode. The third and fourth period pretend stabilization of real rate. Values of computed rate record fluctuations every time on January with delay of three months markedly due to currency mode. It is also result of calculation form in which we do not adjust of cyclical effects. During the period from August till December 2001 both rates real and computed converge to each other as the consequence of convergence of inflation in EMU and Slovakia. On August and December 2001 inflation in EMU was 2.7 per cent. and 2.1 per cent respectively. On the same time in Slovakia it was 4.9 per cent. and 3.2 per cent respectively.

Achieved results show that the signification of PPP is not limited only for the long-run analysis of development of exchange rates. Especially, in floating currency mode, inflation strongly effect evolution of exchange rate as the display of the influence of market factors.

Statistical short-term forecasts of both real and computed rates of Slovak crown to EUR were calculated by means of the exponential smoothing method, especially by Holt and Winter method, for the next twelve months of the year 2002. The forecasts are summarized in Table 1.

Attached results taken on the basis of purchasing power parity have mentioned to the fact, that Slovak crown was during the period from March 2000 till December 2001 moderately overestimated providing core inflation and during the period September 1999 till December 2001 strongly overestimated providing average inflation respectively. It comes to this, that it would reach appreciation of EUR towards Slovak crown, i. e. that exchange rate would increase. This trend have been confirmed on May 2002, when exchange rate SKK/EUR converge to 44 Slovak crowns for one EUR. Also short-term forecasts indicate overestimation of real exchange rates in the first months of the year 2002. Following both analysis we assume that the value of exchange rate will increase in future.