

Vydává **Fakulta sociálních věd Univerzity Karlovy v Praze ve spolupráci s Českou národní bankou a Ministerstvem financí ČR ve vydavatelství Economia, a. s., Praha**

© Fakulta sociálních věd UK Praha

Adresa redakce: Vinohradská 49  
120 74 Praha 2

Tel.: (02) 22 25 00 36 nebo: (02) 215 93 171  
Fax: (02) 215 93 203

**Šéfredaktor: Doc. Ing. Zdeněk Tůma, CSc.**

**Výkonná**

**redaktorka: Mgr. Renata Nováková**

**Publishers: Faculty of Social Sciences of the Charles University, Prague, in Cooperation with the Czech National Bank and the Ministry of Finance of the CR in Publishing House Economia, Prague**

© Faculty of Social Sciences of the Charles University, Prague

Editor's Office: Vinohradská 49  
120 74 Prague 2  
Czech Republic

**Editor in Chief: Zdeněk Tůma**

## OBSAH

Vladimír KREIDL: Rovnovážný měnový kurz ..... 580

Štěpánka LAZAROVÁ: Odhad rovnovážného měnového kurzu ..... 598

Martin ČIHÁK: Ohlédnutí za fluktuacním pásmem koruny ..... 608

Martin HLUŠEK – Miroslav SINGER: Predikční model vztahu zahraničního obchodu a kurzu koruny ..... 619

Jan FRAIT: Intervence na devizových trzích v teorii a empirii ..... 627

## CONTENTS

Vladimír KREIDL: The Equilibrium Exchange Rate ..... 580

Štěpánka LAZAROVÁ: Estimation of the Equilibrium Exchange Rate of the Koruna . . . 598

Martin ČIHÁK: Exchange Rate Fluctuation Band: A Retrospection ..... 608

Martin HLUŠEK – Miroslav SINGER: Forecasting Model of Foreign Trade and Exchange Rate ..... 619

Jan FRAIT: Foreign Exchange Interventions in Theory and Empirics ..... 627

---

*Autorská práva vykonává vydavatel (viz § 4 zák. č. 35/1965 Sb. ve znění změn a doplňků). Užití části nebo celku publikovaných textů – vč. publikovaných zpracovaných znění judikátů –, rozmnožování a šíření jakýmkoli způsobem (zejména mechanickým nebo elektronickým) bez výslovného svolení vydavatele je **zakázáno**.*

---

---

**Ediční kruh:** Doc. Ing. Aleš Bulíř, MSc., CSc., Ing. Petr Dvořák, Doc. Ing. Michal Mejstřík, CSc., Ing. Karel Půlpán, CSc., Ing. Ondřej Schneider, Mgr. Kateřina Šmídková, Ing. Miroslav Singer, PhD., Doc. Ing. Zdeněk Tůma, CSc. (předseda), Doc. Ing. Miloslav Vošvrda, CSc.

**Redakční rada:** Doc. Ing. Aleš Bulíř, MSc., CSc., Ing. Petr Dvořák, Gabriel Eichler, Ing. Michaela Erbenová, PhD., Ing. Milena Horčicová, CSc., Ing. Miroslav Hrnčíř, CSc., Prof. Ing. Kamil Janáček, CSc., Ing. Tomáš Ježek, CSc., Ing. Jiří Jonáš, Ing. Jan Klacek, CSc., Ing. Pavel Kysilka, CSc., Ing. Ivan Kočárník, CSc. (předseda), Ing. Jiří Kunert, Doc. Ing. Michal Mejstřík, CSc., Ing. Jan Mládek, CSc., Prof. Ing. Lubomír Mičoch, CSc., Ing. Jiří Pospíšil, Doc. Ing. Zbyněk Revenda, CSc., Ing. Pavel Štěpánek, CSc., Doc. Ing. František Turnovec, CSc., Doc. Ing. Zdeněk Tůma, CSc., Prof. Dr. František Vencovský, Prof. Ing. Karol Vlachynský, CSc.

# Predikční model vztahu zahraničního obchodu a kurzu koruny

Martin HLUŠEK – Miroslav SINGER\*

## Úvod

Donedávna převládající negativní trendy vývoje bilance našeho zahraničního obchodu a s nimi související pád koruny se odrazily v zájmu o předpovědi dalšího vývoje bilance zahraničního obchodu ČR, stejně jako v zájmu o analýzy citlivosti změn vývoje této bilance na pohyb kurzu koruny a na vývoj makroekonomických agregátů. Pro tyto účely jsme během posledních měsíců zkonstruovali a testovali několik predikčních ekonometrických modelů bilance zahraničního obchodu, mj. i tzv. testy predikcí vně ze souboru (out of sample). Modely popisují vztah deficitu zahraničního obchodu ke kurzu a cenám v průmyslu; průkazně signalizují značný vliv kurzu koruny na obchodní bilanci ČR. Pokusy s dalšími proměnnými (úrok, M2, mzdy a výstupy v průmyslu, příjmy, výdaje a salda SR) význam těchto proměnných při stavbě stabilního modelu neprokázaly.

První zkušenosti s těmito modely potvrzují jejich schopnost predikovat kvalitativní směr změn trendů vývoje bilance zahraničního obchodu ČR. Proto jsme na základě scénáře možného vývoje vytvořili i prognózu vývoje schodku zahraničního obchodu do konce roku.

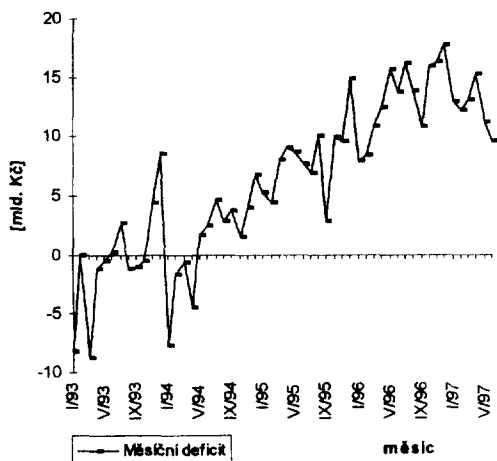
První část tohoto příspěvku diskutuje vývoj deficitu zahraničního obchodu a použitých časových řad v období let 1993–1997, druhá modely salda bilance zahraničního obchodu ČR a v závěru jsou shrnuty nejdůležitější kvalitativní i kvantitativní výsledky a podrobněji diskutovány první zkušenosti s predikcemi těchto modelů.

## Vývoj deficitu zahraničního obchodu a použitých časových řad v letech 1993–1997

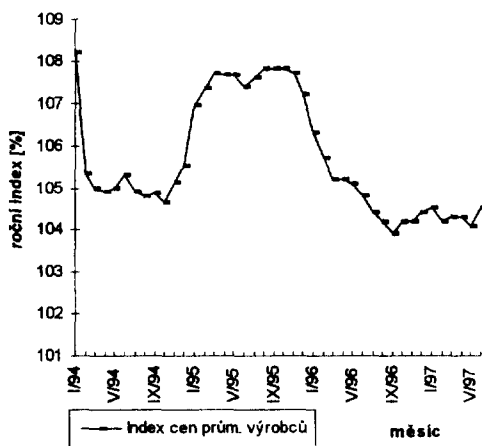
*Graf 1* popisuje měsíční obchodní deficity kumulované od začátku roku v letech 1993 až 1997. Zhoršující se tendence našeho zahraničního obchodu je na něm jasně patrná. Poslední dvě pozorování na grafu 1 signalizují zvrát trendu prohlubování deficitu našeho zahraničního obchodu. Jako závislá proměnná jsou použity rozdíly mezi měsíčními deficity ze stejných měsíců dvou po sobě jdoucích let. Záporné hodnoty posledních dvou pozorování odrážejí zlepšování ob-

\* Ing. Martin Hlušek – Ing. Miroslav Singer, PhD., oba: CERGE Univerzity Karlovy, NHÚ AVČR a Expandia Finance, a. s., Praha

GRAF 1 Měsíční obchodní deficitory



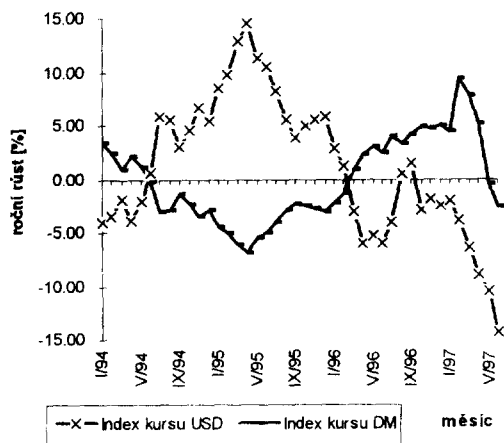
GRAF 2 Index cen průmyslových výrobců



chodních deficitů ČR v květnu a červnu 1997. Graf 2 popisuje vývoj průmyslových ukazatelů – jediného „nekurzového“ ukazatele, u kterého některé experimenty naznačily (viz dále), že by mohl pomoci při vytváření krátkodobých předpovědí obchodního deficitu<sup>1</sup>. Z grafu jsou jasně čitelné tendence ke zpomalování cen výrobců. Kurzy dolaru a marky jsou popsány na grafu 3. Časová řada ukazuje procentní změny kurzů vzhledem ke stejnému období minulého roku. Poslední dvě pozorování ukazují oslabení koruny jak vůči dolaru, tak vůči marce.

<sup>1</sup> Experimentovali jsme s přítomnými i zpožděnými řadami a kombinacemi řad růstu M2, sazeb a změn sazeb PRIBOR 3M, mezd a výstupů v průmyslu, příjmů, výdajů a sald státního rozpočtu.

GRAF 3 Růsty měnových kurzů



### Modely deficitu zahraničního obchodu

Tato část shrnuje závěry týkající se modelů deficitu zahraničního obchodu (rozdílů mezi exporty a importy). Při hledání jednoduchých modelů zahraničního obchodu jsme použili data od 1. ledna 1994 – prvního roku, ve kterém se začal vážně projevovat problém deficitu zahraničního obchodu (a prvního roku, pro který jsme byli schopni zkonstruovat meziroční změny měsíčních řad za Českou republiku) – do června roku 1997. Přitom jsme hledali vztah mezi deficitem a vývojem kurzů dalších proměnných, které by v posledních 12 měsících vykazaly přijatelnou stabilitu a predikční schopnost.

Abychom se vyhnuli sezonním efektům a nemuseli se zabývat nestacionaritou dat, zkonstruovali jsme meziroční změny deficitu zahraničního obchodu v jednotlivých měsících v mld. Kč (tedy např. změny mezi deficitem v lednu 1997 a lednu 1996) jako závislou proměnnou. Obdobně jsme jako vysvětlující proměnné použili vždy meziroční růsty nebo podobné indexy. Tento přístup má dva negativní důsledky: (1) šum v řadách je v podstatě zdvojnásoben a vztah mezi řadami tedy nemusí být zaznamenán; (2) data za jeden rok, 12 pozorování, jsou ztracena. Nicméně druhý důsledek není příliš závažný. Pro využití všech dat by bylo nutné buď filtrovat řady (což přináší nebezpečí, že budou uměle vytvořeny známky vztahu mezi řadami, který ve skutečnosti neexistuje), nebo přímo odhadovat sezonní efekty (což je v podstatě ekvivalentní ztrátě 12 pozorování). Jinými slovy: museli jsme si vybrat mezi nebezpečím zanedbání existujícího vztahu, nebo signalizací neexistujícího vztahu; volili jsme první možnost.

Při testování performance modelu jsme upřednostňovali testy vycházející z rekurzivně generovaných odhadů a reziduálů. Tento přístup, který v posledním desetiletí získává na popularitě, má při konstrukci modelů určených především pro předpovídání jednoznačné a evidentní výhody. Samozřejmě ani fakt, že model predikoval v minulosti dobře, nemůže zaručit, že tomu tak bude i v budoucnu – všechny statistické testy ekonometrických modelů jsou koneckonců podmínkami nutnými, nikoliv postačujícími. Přesto však má cenu testovat především to, co od modelů požadujeme, tj. predikční schopnost. Při konstrukci

modelů jsme interpretovali Durbinovu-Watsonovu statistiku jako obecný test misspecifikace raději než test autoregrese chyb (je velmi obtížné formulovat smysluplnou hypotézu implikující autoregresní proces v šumu u meziročních změn měsíčních hodnot bilance zahraničního obchodu).

Na počátku konstrukce všech modelů jsme samozřejmě experimentovali s autoregresními modely; testy ovšem naznačily, že meziroční změny měsíčních hodnot bilance zahraničního obchodu nemají autoregresní charakter. Nejjednodušším modelem vztahu mezi změnami deficitu zahraničního obchodu a kurzem koruny je evidentně model, který tyto změny vysvětluje pomocí lineární regrese na paritě. Konkrétní tvar tohoto modelu odhadnutého na datech od ledna 1994 do června 1997 pomocí metody nejmenších čtverců je:

$$DMFT = -3,87 - 0,47 DPAR \\ (0,64) \quad (0,35)$$

$$R^2 = 4 \%, DW = 1,54$$

kde: *DMFT* – meziroční změna měsíční bilance zahraničního obchodu v mld. Kč, *DPAR* – změna kurzu vůči paritě v %, *R*<sup>2</sup> – standardní koeficient vysvětlení, *DW* – Durbinova-Watsonova statistika, standardní chyby v závorkách.

Nesignifikantní koeficient na změně parity, nízká hodnota koeficientu *R*<sup>2</sup> a především hodnota Durbinovy-Watsonovy statistiky signalizují problematickosti modelu. Ani po přihlednutí k možné heteroskedasticitě chyb se problémy nezmění. Navíc pokusy s kratšími časovými řadami signalizují nestabilitu modelu.

Po určitých experimentech se podařilo vytvořit model, který – zdá se – řadu problémů předchozího modelu eliminuje. Tento model vysvětluje deficit zahraničního obchodu nejen na paritě, ale i na cenách průmyslových výrobců. Model odhadovaný metodou robustních nejmenších čtverců<sup>2</sup> na datech od ledna 1994 do června 1997 má následující podobu (všechny proměnné mají význam jako v předchozím modelu, *PPI* – označuje meziroční přírůstek cen průmyslových výrobců):

$$DMFT = 2,34 - 0,67 DPAR - 1,08 PPI \\ (2,66) \quad (0,22) \quad (0,48)$$

$$R^2 = 17 \%, DW = 1,73$$

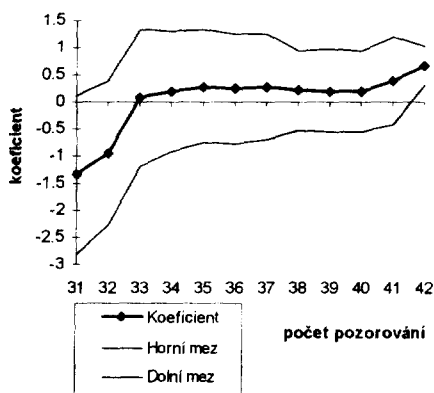
Koeficient vysvětlení, Durbinova-Watsonova statistika<sup>3</sup> i zmenšení standardních chyb naznačují zlepšení. Koeficienty na proměnných jsou signifikantní a implikují, že pokles kurzu o 1 % zlepší naši obchodní bilanci o 0,67 mld. Kč a zvýšení cen průmyslových výrobců o 1 % ji zhorší o 1,08 mld. Kč. Bohužel, model nevykazoval na kratších souborech signifikantní a stabilní koeficienty. Jinými slovy: přesná identifikace koeficientů byla umožněna pouze posledním pozorováním. To ilustrují i *grafy 4 a 5*.<sup>4</sup> Zvláště koeficient měřící vliv parity vykazuje během sledovaného 12měsíčního období (období, ve kterém se zvýšila variace kurzu koruny a zhoršil problém deficitů) dostatečnou stabilitu. Proto je třeba model interpretovat se značnou mírou opatrnosti.

<sup>2</sup> Testy signalizovaly heteroskedasticitu chyb.

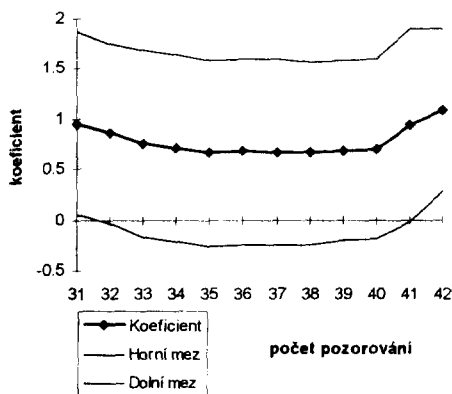
<sup>3</sup> Uváděná hodnota Durbinova-Watsonova testu nesignalizuje problémy s misspecifikací či autokorelací.

<sup>4</sup> „Tunel“ na grafu, ve kterém se koeficienty nalézají, zobrazuje 90% interval.

GRAF 4 Stabilita vlivu parity



GRAF 5 Stabilita vlivu cenového indexu



Jednoduchý model, který nicméně vykázal značnou stabilitu v posledních 12 měsících, byl model vysvětlující meziroční změny měsíčních bilancí zahraničního obchodu pomocí meziročních růstů kurzů dolaru a marky. Kvantitativní podoba modelu odhadnutého na datech od ledna 1994 do června 1997 je následující:

$$DMFT = -3,57 - 0,49 IUSD - 0,43 IDM$$

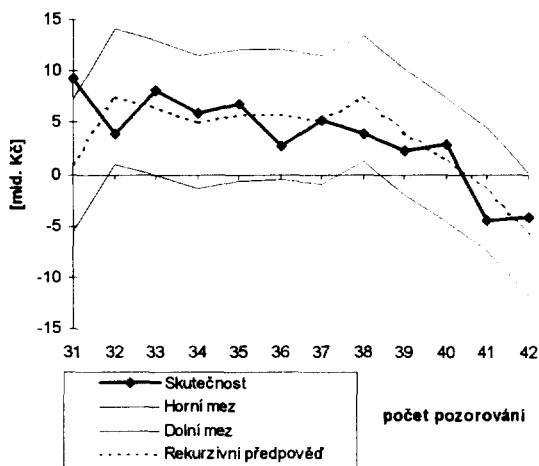
(0,72) (0,23) (0,32)

$$R^2 = 15 \%, DW = 1,97$$

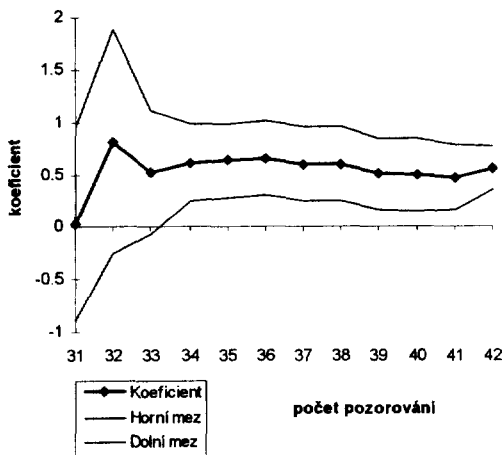
kde: *DMFT* – meziroční změna měsíční bilance ZO v mld. Kč, *IUSD* – meziroční růst kurzu amerického dolaru v %, *IDM* – meziroční růst kurzu německé marky v %,  $R^2$  – standardní koeficient, *DW* – Durbinova-Watsonova statistika, standardní chyby v závorkách.

Dobrou schopnost modelu předpovídat vývoj meziroční změny bilance zahraničního obchodu na dostupných datech demonstruje *graf 6*. Tento graf zobrazuje bodové předpovědi a 90% interval pro hodnoty ročních změn měsíčních de-

GRAF 6 Jednoměsíční predikce, 90% interval a skutečnost



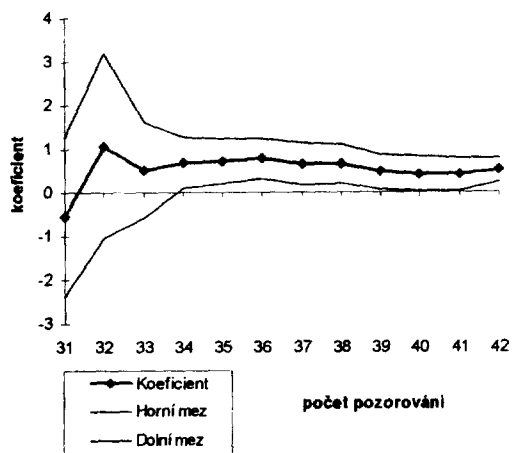
GRAF 7 Stabilita vlivu USD



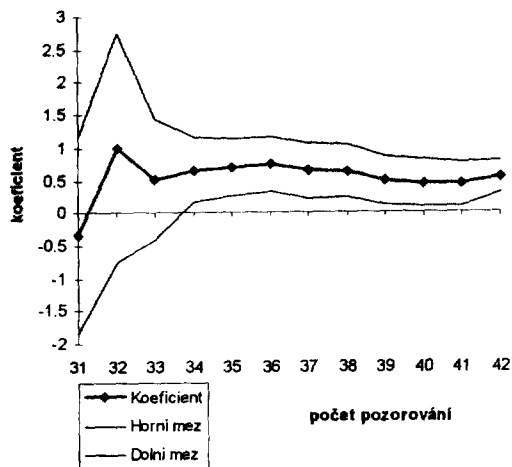
ficitů zahraničního obchodu generované modelem odhadovaným na kratších datových souborech (předpověď „dopředu“ z nejdelší dosažitelné řady) a skutečnost. Vidíme, že s výjimkou jediného pozorování (neboli méně než 10 % pozorování) se skutečné hodnoty nalézají v 90% „tunelu“. Střední standardní chyba předpovědi je 3,2 mld. Kč, průměrná změna je přitom 3,5 mld. Kč. Model je tedy schopný předpovídat závislou proměnnou s přijatelnou přesností. U tohoto modelu zobrazujeme vývoj koeficientů na růstu kurzu dolaru a marky na *grafech 7 a 8*.<sup>5</sup> Koeficient růstu marky sice při odhadech na některých kratších souborech ztrácí na signifikanci, ale jeho kvantitativní hodnota se s výjimkou nej-

<sup>5</sup> Koeficienty jsou opět zobrazeny v 90% „tunelu“.

GRAF 8 Stabilita vlivu DEM



GRAF 9 Stabilita vlivu parity



kratšího souboru prakticky nemění. Podobně se chová i koeficient dolaru.<sup>6</sup> Graf 9 shrnuje vliv poklesu koruny vůči paritě o 1 % s přihlédnutím ke korelaci koeficientů na koruně a marce.<sup>7</sup> Signifikantní kvantifikace tohoto vlivu se pohybují v zlepšení o 0,43–0,74 mld. Kč. Takto odvozený koeficient vykazuje vyšší míru stability než koeficient získaný z předchozího modelu.

<sup>6</sup> Při interpretaci odhadů z nejkratšího souboru je nutné neopomenout, že koruna byla až do poloviny roku 1996 velmi stabilní měnou. Proto bylo obtížné krátkodobé vlivy kurzu na obchodní deficit na takových řadách kvantifikovat. To potvrdily i odhady prováděné na řadách začínajících od tohoto období vedoucí k podobným odhadům vlivu kurzů dolaru a marky na obchodní deficit.

<sup>7</sup> Vzhledem k tomu, že analyzujeme mezní, a tedy malou změnu, je vliv takové změny počítán jako jednoduchý vážený součet vlivu dolaru a marky s váhami 0,35 a 0,65. Přihlédnutí ke skutečnému tvaru vzorce pro paritu by tento odhad významně nezměnilo.



## Závěry

1. Všechny modely signalizují signifikantní a kvantitativně významný vliv kurzu koruny na deficit zahraničního obchodu. Výsledkem poklesu kurzu o 1 % je podle jednoduchého modelu pokles měsíčního deficitu zahraničního obchodu o 0,4–0,7 mld. Kč.

2. Experimenty s jednoduchými modely nesignalizovaly žádný vliv jiných ukazatelů než ukazatelů vývoje kurzu a cen průmyslových výrobců na deficit zahraničního obchodu.

3. Nalezli jsme model se stabilními koeficienty a dobrou predikční schopností. Tento model vysvětluje meziroční změny měsíčních bilancí zahraničního obchodu pomocí růstu kurzů dolaru a marky.

Obecněji pak naši zkušenost s hledáním predikčních modelů pro zahraniční obchod lze považovat i za impuls pro hledání podobných predikčních modelů pro další veličiny. Zdá se, že i krátké měsíční časové řady, které jsou dnes dostupné, mohou obsahovat dostatek informací potřebných pro konstrukci předpovědí.

## LITERATURA

HARVEY, A. C.: *The Econometric Analysis of Time Series*. Philip Allan, Oxford 1981.

HENDRY, D. F.: *Dynamic Econometrics*. Oxford University Press 1995.

JUDGE, G. G. – GRIFFITHS, W. E. – HILL, R. C. – LUTKEPHOL, H. – LEE, T. C.: *The Theory and Practice of Econometrics*. John Wiley & Sons 1985.

KMENTA, J.: *Elements of Econometrics*. Macmillan, New York 1971.

## SUMMARY

### **Forecasting Model of Foreign Trade and Exchange Rate**

Martin HLUŠEK – Miroslav SINGER: CERGE of the Charles University, Prague, Economic Institute of the Academy of Sciences of the CR and Expandia Finance, a. s., Prague

We use the time series data to explain the effect of exchange rates on the Czech foreign trade deficit. The econometrics models show that the exchange rates of the Czech crown with respect to the USD and the DM have a significant and stable impact on the trade deficit. We use both exchange rates and changes with respect to the Czech crown parity as explanatory variables in two models. It turns out that a 1% depreciation improves monthly trade deficit by CZK 0.4-0.7 bn. It is also shown that producer prices have a negative effect on the trade deficit: A 1% annual increase of PPI increases the deficit by CZK 1 bn. The tests of stability and predictive power show that the models can be used for predicting the trade deficit in the medium term.